

République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique  
Université A. Mira – BEJAIA

Faculté De Technologie  
Département Génie Electrique  
Spécialité Electrotechnique



## Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Electrotechnique  
Option Commande Électrique

Thème :

**Étude Et Automatisation D'un Processus De Production  
De Chocolat En Poudre**

Réalisé par :

**SAIDI Réda**

Encadré par :

**Mr. AJATI Arezki**

Co-Encadreur:

**Mr. SAIM Amirouche**

Membres de jury :

**Mr. A. MOKRANI**

**Mr. YAHIAOUI**

**2022/2023**

# **REMERCIEMENTS**

*Je tiens d'abord, à remercier le bon DIEU qui m'a donné la force, le courage et la foi pour accomplir ce stage au sein de CEVITAL.*

*Je remercie mon promoteur Mr ADJATI AREZKI pour avoir accepté de m'encadrer, mais également pour son aide et ses conseils.*

*Je tiens aussi à remercier Mr SAIM AMIROUCHE pour m'avoir encadré et m'avoir donné toutes les informations nécessaires pendant ce stage au complexe CEVITAL.*

*Je remercie aussi tout le personnel de l'unité de conditionnement de sucre surtout les ingénieurs au bureau méthodiste de m'avoir soutenu pour accomplir ce stage au sein de CEVITAL.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui m'ont beaucoup aidé et qui se sont sacrifiés pour mon bien et qui m'ont encouragé et soutenu le long de ma vie et particulièrement mon cursus ;*

*A mon ami L'HADI qui m'a beaucoup aidé durant ce travail et à tous mes amis sans exception ;*

*A tous enseignants et enseignantes du département électrotechnique ;*

*A toute la promotion D'électrotechnique.*

*REDA*

# TABLE DES MATIERES

## Liste des figures

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

## Présentation du complexe CEVITAL

<b>1. Présentation de l'entreprise CEVITAL .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Historique.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Situation géographique .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Activités de CEVITAL.....</b>	<b>3</b>
<b>5. Missions et objectifs .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Unité de conditionnement de sucre CEVITAL.....</b>	<b>4</b>
<b>7. La production .....</b>	<b>5</b>

## Chapitre I : Notions sur l'Automatisme

<b>I.1 Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>I.2 Définition de l'automatisation .....</b>	<b>6</b>
<b>I.3 Objectifs de l'automatisation.....</b>	<b>6</b>
<b>I.4 Structure d'un système automatisé.....</b>	<b>6</b>
<b>I.5 Les automates programmables industriels.....</b>	<b>7</b>
I.5.1 Définition .....	7
I.5.2 Architecture d'un API .....	7
I.5.2.1 Structure externe.....	7
I.5.2.2 Structure interne .....	8
I.5.2.2.1 Le processeur .....	9
a) Les principaux registres existants dans un processeur .....	9
b) La pile.....	10
I.5.2.2.2 Les mémoires .....	10
I.5.2.2.3 Les modules d'entrées/sorties .....	11
I.5.2.2.4 L'alimentation électrique .....	12
I.5.2.2.5 Les liaisons.....	12
I.5.2.2.6 Eléments auxiliaires .....	12
<b>I.6 Critère de choix d'un API.....</b>	<b>12</b>

<b>I.7 Automate programmable industriel Siemens S7-300</b> .....	<b>13</b>
<b>I.8 Présentation de la CPU S7-313C</b> .....	<b>13</b>
I.8.1 Description .....	14
I.8.2 Caractéristiques techniques de la CPU S7-313C .....	15
<b>I.9 Conclusion</b> .....	<b>15</b>

## **Chapitre II : Etude du processus de production de chocolat en poudre**

<b>II.1 Introduction</b> .....	<b>16</b>
<b>II.2 Description globale du processus</b> .....	<b>16</b>
<b>II.3 Instrumentation du système</b> .....	<b>16</b>
a) Cuve.....	16
b) Mélangeur.....	17
c) Convoyeur à vis sans fin.....	17
d) Trémie .....	17
e) Agitateur industriel.....	18
<b>II.4 Actionneurs, pré-actionneurs et capteurs</b> .....	<b>18</b>
II.4.1 Actionneurs .....	18
a) Moteur asynchrone triphasé.....	18
b) vanne.....	18
II.4.2 Pré-actionneurs .....	18
a) électrovanne .....	19
b) Distributeur pneumatique .....	19
II.4.3 Capteurs .....	19
a) Les capteurs passifs .....	19
b) Les capteurs actifs .....	20
II.4.4 Dispositif de contrôle.....	20
<b>II.5 Problématique</b> .....	<b>21</b>
<b>II.6 Solutions proposées</b> .....	<b>22</b>
<b>II.7 Diagramme de tuyauteries et instrumentation P&amp;ID</b> .....	<b>23</b>
<b>II.8 Cahier des charges</b> .....	<b>25</b>
<b>II.9 élaborations du Grafcet</b> .....	<b>26</b>
<b>II.10 Conclusion</b> .....	<b>28</b>

## Chapitre III : Programmation et Supervision

<b>III.1 Introduction .....</b>	<b>29</b>
<b>III.2 Présentation générale du logiciel STEP 7.....</b>	<b>29</b>
III.2.1 Description de STEP 7 .....	29
<b>III.3 Réalisation du programme de production de chocolat en poudre .....</b>	<b>30</b>
III.3.1 Création du projet dans SIMATIC Manager .....	30
III.3.2 Configuration matérielle (Hardware) .....	32
III.3.3 Hiérarchie du projet .....	33
III.3.4 Simulateur de programme PLCSIM .....	33
III.3.5 Partie programmation .....	34
III.3.5.1 Création de la table mnémotique (Software) .....	34
a) Modules d'entrées .....	35
b) Modules de sorties .....	35
c) Temporisation .....	35
d) Mémentos.....	36
III.3.5.2 Création de l'OB principale .....	36
III.3.5.3 Création de la fonction (FC) .....	37
III.3.5.4 Programme de cycle de production de chocolat en poudre .....	37
<b>III.4 Présentation générale du logiciel WinCC Flexible .....</b>	<b>37</b>
III.4.1 Définition de la supervision.....	37
III.4.2 Avantage de la supervision.....	37
III.4.3 Outils de la supervision .....	38
III.4.4 Description du logiciel WinCC Flexible .....	38
III.4.4.1 Elément du WinCC Flexible .....	38
III.4.4.2 Création du projet avec WinCC Flexible.....	38
III.4.4.3 Choix du pupitre et de l'automate.....	39
III.4.4.4 La mise en route du WinCC Flexible .....	39
III.4.4.5 Configuration des vues via WinCC Flexible .....	39
III.4.4.6 Création des vues du projet de chocolat en poudre.....	40
III.4.4.6.1 Etablir une liaison directe.....	40
III.4.4.6.2 Création de la table des variables .....	41
III.4.4.6.3 Création de vues .....	41
a) Planifier la création de vues .....	41
b) Constitution d'une vue .....	42

c) Vue d'accueil.....	42
d) Vue d'alarme .....	43
e) Vue du processus.....	43
III.4.4.7 Compilation et simulation.....	44
<b>III.5 Conclusion .....</b>	<b>44</b>
Conclusion générale .....	45

**Bibliographie**

**Annexes**

## LISTE DES FIGURES

### Présentation du complexe CEVITAL

Figure 1.1: Différentes marques et produits de Cevital Agro-industrie.....	2
Figure 1.2: Situation géographique du complexe CEVITAL .....	3
Figure 1.3: Vue générale du bâtiment conditionnement sucre.....	4

### Chapitre I

Figure I.1: Structure d'un système automatisé.....	7
Figure I.2: Types d'automates programmables.....	8
Figure I.3: Structure interne d'un API .....	8
Figure I.4: Automate Programmable Industriel S7-300.....	13
Figure I.5: CPU 313C avec ses différents éléments de commande et de signalisation.....	14

### Chapitre II

Figure II.1: Images réelles de la cuve, du mélangeur et de la première vis .....	16
Figure II.2: Images réelles du convoyeur et de la trémie .....	17
Figure II.3: Images réelles de la plaque signalétique et du moteur utilisé.....	18
Figure II.4: Distributeur pneumatique 5/2 bistable avec électrovanne .....	19
Figure II.5: Schéma global d'un capteur.....	19
Figure II.6: Capteur de position .....	20
Figure II.7: Variateur de vitesse & Schéma de puissance.....	21
Figure II.8: Pupitre de commande manuelle .....	22
Figure II.9: P&ID du système automatisé.....	23

### Chapitre III

Figure III.1: Assistant de STEP7 : 'nouveau projet' .....	30
Figure III.2: Fenêtre de choix de la CPU .....	31
Figure III.3: Fenêtre de choix de bloc et de langage.....	31
Figure III.4: Nomination du projet.....	32
Figure III.5: Création et hiérarchie d'un projet STEP7.....	32
Figure III.6: Configuration matérielle.....	33
Figure III.7: Simulateur PLCSIM .....	34

Figure III.8: Modules d'entrées.....	35
Figure III.9: Modules de sorties .....	35
Figure III.10: Temporisation .....	35
Figure III.11: Mémentos .....	36
Figure III.12: Fenêtre principale du logiciel WinCC Flexible .....	38
Figure III.13: Choix du pupitre et de l'automate .....	39
Figure III.14: Editeur de liaison .....	40
Figure III.15: Table des variables .....	41
Figure III.16: Fenêtre des outils .....	42
Figure III.17: Vue d'accueil .....	42
Figure III.18: Vue d'alarme .....	43
Figure III.19: vue du processus .....	43

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : <b>Différents actionneurs</b> .....	<b>25</b>
--	-----------

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Depuis l'invention des machines, l'homme n'a cessé de les améliorer pour les rendre plus fiables et plus rentables. Ainsi, l'avènement de l'automatisation industrielle a permis un énorme pas en avant, où l'automatisation des lignes de production et l'élimination de la douleur humaine et des tâches répétitives, couplées à des niveaux de sécurité élevés, ont rendu possibles des exploits sans précédent. Parce que cette automatisation est plus qu'une nécessité.

Le complexe CEVITAL est un groupe industriel agroalimentaire algérien et un leader de l'industrie agroalimentaire africaine. CEVITAL, avec certains autres groupes privés, constitue un exemple de réussite industrielle dont la réputation dépasse largement les frontières nationales. L'unité de conditionnement de sucre CEVITAL est un exemple d'automatisation d'un système de production où le processus de conditionnement est entièrement automatisé. Ainsi, l'intervention humaine se réduit à la supervision et au contrôle des différents paramètres de la machine pour assurer le bon fonctionnement du procédé.

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude, j'ai effectué un stage pratique au niveau de l'unité de conditionnement sucre. Mon travail consiste à automatiser le processus de production de chocolat en poudre qui fonctionne actuellement en mode manuel.

A cet effet, mon travail est reparti en trois chapitres précédés par une présentation de l'entreprise qui se termine par une conclusion générale.

- ✓ **Chapitre I** : Ce chapitre est basé sur les généralités de l'automatisation et l'automate programmable industriel, en particulier l'automate S7-300 ;
- ✓ **Chapitre II** : Ce chapitre présentera étude du processus de production de chocolat en poudre ;
- ✓ **Chapitre III** : Ce chapitre est consacré sur la programmation STEP 7 et la supervision sur WinCC FLEXIBLE.

# **Présentation du complexe CEVITAL**

## 1. Présentation de l'entreprise CEVITAL [1]

CEVITAL est un ensemble industriel intégré, concerné en première partie dans le secteur de l'agroalimentaire : raffinage d'huile et de sucre, produits dérivés, négoce de céréales, distribution de produits destinés à l'alimentation humaine et animale. Elle conçoit des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à ses installations performantes, son savoir-faire, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution. Elle couvre les besoins nationaux et a permis de faire passer l'Algérie du stade d'importateur à celui d'exportateur pour les huiles, les margarines et le sucre. Ses produits se vendent dans plusieurs pays, notamment en Europe, au Maghreb, au Moyen Orient et en Afrique de l'ouest.

## 2. Historique

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie du marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de Bejaïa et s'étend sur une superficie de 45000 m<sup>2</sup>.

Le complexe contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, il vise à satisfaire les besoins du marché national et à exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité.



Figure 1 : Différentes marques et produits de Cevital Agro-industrie

## 3. Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa, à trois kilomètres de cette ville, à proximité de la RN 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet, elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



**Figure 2 :** Situation géographique du complexe CEVITAL.

#### 4. Activités de CEVITAL

Lancé en mai 1998, le complexe CEVITAL a commencé son activité par le conditionnement d'huile en décembre 1998.

En février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie d'huile ont débuté, elle est devenue fonctionnelle en août 1999.

L'ensemble des activités de Cevital est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et se présente comme suit :

- Conditionnement de Sucre (192 tonnes/jour) ;
- Raffinage de sucre (1600 tonnes/jour) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/jour) ;
- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) ; Poly-Éthylène-Téréphtalate
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64 MW et de la vapeur).

## 5. Missions et objectifs

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs, et cela, dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.

## 6. Unité de conditionnement de sucre CEVITAL

Le Bâtiment de conditionnement de sucre a une superficie de 1131.9 m<sup>2</sup> et un effectif de 430 employés des différents services de production, maintenance et expéditions.



**Figure 3 :** Vue générale du bâtiment

Le conditionnement est un emballage qui a pour rôle de :

- Protéger et conserver le produit.
- Protéger le consommateur d'éventuel risque chimique.
- Faciliter la reconnaissance du produit dans les stands de ventes.
- Attirer l'attention des acheteurs.

## 7. La production

Différentes dimensions et types de sac sont utilisés pour emballer le sucre produit par les machines qui sont :

- **Sac normal de 1 kg**

La production du paquet 1 kg se fait par vingt-huit conditionneuses installées sur sept lignes indépendantes à une cadence nominale de 70 sacs/minute

- **Sac normal de 5 kg**

La production du sac 5 Kg est assurée par une seule conditionneuse à double tube de remplissage à une cadence nominale de 25 sacs par tube dotée d'une trieuse pondérale OCS telle que la conditionneuse 1 Kg

- **Sac verseur de 1 kg**

La production du sac verseur 1 kg se fait par deux conditionneuses à une cadence nominale de 80 sachets verseur/minute.

- **Sucre morceaux boîte de 750g**

La production du sucre en morceaux, boîte de 750g est assurée par deux conditionneuses à une cadence nominale de 23 boîtes/minute.

- **Chocolat en poudre de 300g et 500g**

La production du chocolat en poudre, sac de 300g et 500g est assurée par deux conditionneuses à une cadence nominale de 30 sacs/minute.

**Chapitre I**  
**Notions sur**  
**l'Automatisation**

## I.1 Introduction

Chaque processus industriel de fabrication ou de transformation se compose d'un ensemble de machines destinées à réaliser la fabrication ou la transformation considérée. L'arrivée de l'automatisme dans l'industrie a permis de faire un grand pas en avant, où l'automatisation des chaînes de productions et la suppression pour l'homme des tâches pénibles et répétitives, rajouter à tous cela un niveau de sécurité élevé.

Ce chapitre sera consacré à la description de l'automatisme et sur les automates programmables d'une façon générale et d'une manière plus détaillée de l'automate S7-300.

## I.2 Définition de l'automatisme

L'automatisation d'un processus consiste à transférer tout ou une partie des tâches de coordination précédemment effectuées par les opérateurs vers un système de contrôle. Le système de contrôle se souvient de l'expertise de l'opérateur et utilise l'ensemble des informations acquises à partir du processus pour développer la séquence de commandes nécessaires pour obtenir l'opération souhaitée [2].

## I.3 Objectifs de l'automatisation

- Augmenter la productivité du système.
- Flexibilité de production accrue.
- Améliorer la qualité des produits.
- S'adapter aux circonstances particulières.
- S'écarter d'environnement hostile à l'homme.
- Éviter des tâches physiques ou difficiles pour les humains.
- Obtenir une sécurité accrue.

## I.4 Structure d'un système automatisé

### ➤ **Partie Opérative :**

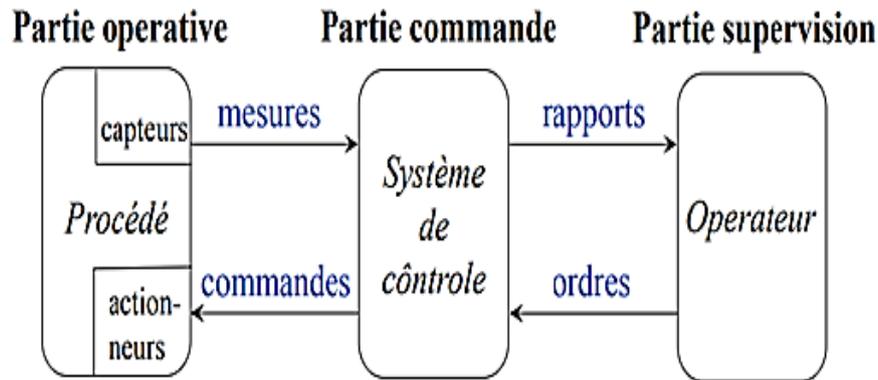
Représente le procédé à contrôler à travers les divers actionneurs.

### ➤ **Partie Commande :**

Représente le système de contrôle constitué des pré-actionneurs et leurs commandes.

### ➤ **Partie Supervision :**

Représente l'opérateur ou IHM par la surveillance et le contrôle des modes marche/arrêt.



*Figure I.1 : Structure d'un système automatisé*

## I.5 Les automates programmables industriels

Les contrôleurs logiques programmables sont apparus à la fin des années 60 à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors) pour des systèmes de contrôle plus adaptables. Le coût de l'électronique permet de remplacer la technologie existante. Avant d'utiliser la technologie PLC pour le contrôle des systèmes, des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques sont utilisées [3].

### I.5.1 Définition

Un automate est un dispositif électronique programmable adapté à l'environnement industriel et conçu pour contrôler les processus industriels. Un automate programmable reçoit par ses entrées (capteurs) des données qui sont ensuite traitées par un programme défini et les résultats obtenus sont communiqués par ses sorties (aux pré-actionneurs).

### I.5.2 Architecture d'un API

#### I.5.2.1 Structure externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire [3] :

##### ➤ Type compact

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLÉNIUM de Crouzet...) et les micros automates. Dans ce type, il intègre un processeur, une alimentation, une entrée et une sortie. Selon le modèle et le fabricant, il peut exécuter certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques, etc.) et recevoir une extension limitée. Ces automates sont simples à utiliser et sont souvent utilisés pour contrôler de petits appareils automatiques.



Type compact

Type modulaire

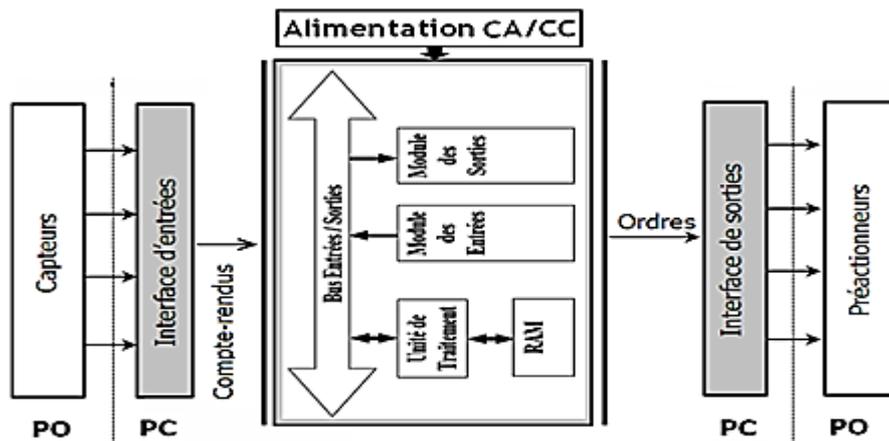
*Figure I.2 : Types d'automates programmables*

### ➤ Le type modulaire

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

#### I.5.2.2 Structure interne

Les API comportent principalement une unité de traitement (un processeur CPU), une mémoire, des modules d'entrées-sorties, des interfaces d'entrées-sorties et une alimentation.

*Figure I.3 : Structure interne d'un API*

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple. L'unité centrale est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Le processeur commande l'interprétation et l'exécution des instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

### I.5.2.2.1 Le processeur

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions à savoir :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'API par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.
- Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres, c'est des mémoires rapides permettant la manipulation des informations qu'elles retiennent, ou leurs combinaisons avec des informations extérieures.

#### a) Principaux registres existants dans un processeur

##### ➤ L'accumulateur

C'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instructions, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.

##### ➤ Registre d'instruction

Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.

##### ➤ Registre d'adresse

Ce registre reçoit, parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.

##### ➤ Registre d'état

C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine.

#### b) La pile

Une organisation spéciale de registres constitue une pile et ses mémoires sont utilisées pour contenir le résultat de chaque instruction après son exécution. Ce résultat sera utilisé ensuite par d'autres instructions, et cela, pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur.

### I.5.2.2.2 Les mémoires

Un système à processeur est toujours accompagné d'un ou de plusieurs types de mémoires. Les API possèdent pour la plupart les mémoires suivantes :

➤ **Mémoire de travail**

La mémoire de travail (mémoire vive) contient les parties du programme significatives pour son exécution. Le traitement du programme a lieu exclusivement dans la mémoire de travail et dans la mémoire système.

➤ **Mémoire système**

La mémoire système (mémoire vive) contient les éléments de mémoire que chaque CPU met à la disposition du programme utilisateur, par exemple, mémoire, images des entrées et sorties, mementos, temporisation et compteur. La mémoire système contient, en outre, la pile des blocs et la pile des interruptions. Elle fournit aussi la mémoire temporaire allouée au programme (piles des données locales).

➤ **Mémoire de chargement**

Elle sert à l'enregistrement du programme utilisateur sans affectation de mnémoniques ni de commentaires (ces derniers restent dans la mémoire de la console de programmation). La mémoire de chargement peut-être soit une mémoire vive (RAM) soit une mémoire EPROM.

➤ **Mémoire RAM non volatile**

Zone de mémoire configurable pour sauvegarder des données en cas de défaut d'alimentation.

➤ **Mémoire ROM**

Contient le système d'exploitation qui gère la CPU.

### I.5.2.2.3 Modules d'entrées/sorties

Ils traduisent les signaux industriels en information API et réciproquement appelés aussi coupleurs. Beaucoup d'automates assurent cette interface par des modules amovibles qui peuvent être modulaires par cartes ou par rack. D'autres automates ont une structure mono bloc avec des modules intégrés dans un châssis de base.

Le nombre total de modules est évidemment limité, pour des problèmes physiques :

- Alimentation en électrique.
- Gestion informatique.
- Taille du châssis.

Différents types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée, les plus répondus sont :

➤ **Entrée sortie TOR (Tout ou Rien)**

La gestion de ce type de variables constituant le point de départ des API reste l'une de leurs activités majeures. Leurs nombres sont en général de 8, 16, 24 ou 32 entrées/sorties, qui peuvent fonctionner en continu 24V, 48V ou en alternative 24V, 48V, 100/120V, 200/240V.

➤ **Entrées sorties analogiques**

Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogiques), et la commande (sorties analogiques). Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs analogiques/numériques (A/N) pour les entrées et numériques/analogiques (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits.

Ces modules sont en général multiplexés en entrée pour n'utiliser qu'un seul convertisseur A/N alors que les sorties exigent un convertisseur N/A par voie pour pouvoir garder la commande durant le cycle de l'API.

➤ **Modules spécialisés**

Ils assurent non seulement une liaison avec le monde extérieur, mais aussi une partie du traitement pour soulager le processeur et donc améliorer les performances. Ces modules peuvent posséder un processeur embarqué ou une électronique spécialisée. On peut citer :

- **Cartes de comptage rapide**

Elles permettent de saisir les événements plus courts que la durée du cycle, travaillant à des fréquences qui peuvent dépasser 10 kHz.

- **Entrées/sorties déportées**

Leurs intérêts sont de diminuer le câblage en réalisant la liaison avec les détecteurs, les capteurs ou les actionneurs au plus près de ceux-ci, ce qui a pour effet d'améliorer la précision de mesure. La liaison entre le boîtier déporté et l'unité centrale s'effectue par le biais d'un réseau de terrain selon des protocoles bien définis. L'utilisation de la fibre optique permet de porter la distance à plusieurs kilomètres.

#### **I.5.2.2.4 L'alimentation électrique**

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures du réseau électrique qui constitue la

source d'énergie principale. La tension d'alimentation peut-être 5V, 12V ou 24V. D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extensions et pour les modules entrées/sorties. Un onduleur est recommandé pour éviter les risques de coupures non tolérées.

#### **I.5.2.2.5 Les liaisons**

Elles s'effectuent avec l'extérieur par des bornes (à vis, à clasper, etc.), sur lesquelles arrivent des câbles transportant des signaux électriques et avec l'intérieur avec plusieurs types de bus, des liaisons parallèles entre les divers éléments.

#### **I.5.2.2.6 Éléments auxiliaires**

- Un ventilateur est indispensable dans le châssis comportant de nombreux modules, ou dans le cas où la température ambiante est susceptible de devenir assez élevée.
- Un support mécanique : il peut s'agir d'un rack, l'automate se présente alors sous forme d'un ensemble de cartes, d'une armoire, d'une grille et des fixations correspondantes.
- Des indicateurs d'états qui informent de la présence de tension, de la charge de batterie, du bon fonctionnement de l'automate, etc.

### **I.6 Critère de choix d'un API**

Après l'établissement du cahier des charges, l'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

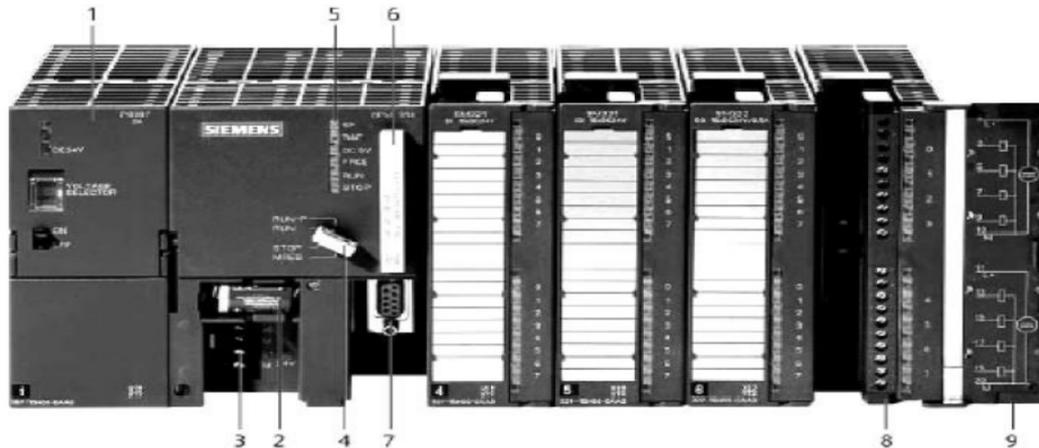
- Nombre et la nature des E/S ;
- Nature du traitement (temporisation, comptage, etc.) ;
- Moyens de dialogue et langage de programmation ;
- Communication avec les autres systèmes ;
- Moyens de sauvegarde du programme ;
- Fiabilité, robustesse, immunité aux parasites ;

Après avoir tenu compte de tous ces critères, j'ai choisi l'API **S7 300** de la marque SIEMENS, équipé d'une **CPU 313 C**.

### **I.7 Automate programmable industriel Siemens S7-300**

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire, fabriqué par la firme (Siemens). On peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules. Avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet. La gamme des modules comprend [3] :

- Des CPU de différents niveaux de performances ;
- Modules de signaux pour des entrées/sorties TOR et analogique ;
- Modules de fonctions pour différentes fonctions technologiques ;
- Processus de communication (CP) pour les tâches de communications ;
- Modules d'alimentation pour le raccordement du S7-300 sur le secteur 120/230 volts ;
- Coupleurs pour configurer un automate sur plusieurs profils-support.

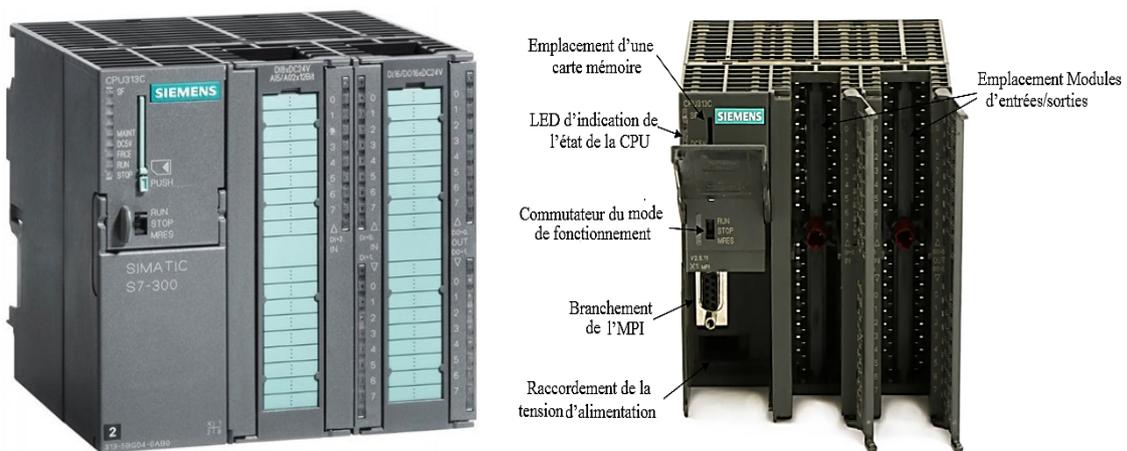


- |                         |   |                         |
|-------------------------|---|-------------------------|
| 1-Module d'alimentation | 4-Commutateur de mode (à clé).              | 7-Interface multipoint. |
| 2-Pile de sauvegarde.   | 5-LED de signification d'état et de défaut. | 8-Connecteur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

**Figure I.4 :** Automate Programmable Industriel. S7-300

**I.8 Présentation de la CPU S7-313C [4]**

La CPU de l'automate programmable utilisé dans ce projet est S7-313C



**Figure I.5 :** CPU 313C avec ses différents éléments de commande et de signalisation

### I.8.1 Description

#### ➤ Contrôles visuels des LED de la CPU 313C

- **LED SF : (rouge)** Signalisation groupée des défauts (erreur dans le programme ou défaut sur un module diagnostic)

- **LED BATF :(rouge)** Défaillance de la pile (pile déchargée ou absente)

- **LED DC 24 V :(vert)** Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5 V

- **LED FRCE :(jaune)** Elle s'allume en cas de commande de forçage permanente active

- **LED RUN : (vert)** Clignote à la mise en route de la CPU et allumage continue.

- **LED STOP : (jaune)** Allumage continue en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis et clignotement rapide lors de l'effacement.

#### ➤ Commutateur de mode de fonctionnement

- **RUN** : La CPU traite le programme utilisateur.

- **STOP** : La CPU ne traite aucun programme utilisateur.

- **MRES** : (Effacement général), pour effectuer l'effacement général, il faut respecter un ordre particulier de commutation.

#### ➤ Interface MPI (Interface multipoint)

L'interface MPI est l'interface de la CPU utilisée pour la console de programmation (PG), le pupitre opérateur (OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187,5 k Bauds.

#### ➤ Entrées/sorties intégrées

Vingt-quatre entrées TOR (utilisables également pour le traitement des alarmes) et 16 sorties TOR, ainsi que cinq entrées analogiques et deux sorties analogiques pour les signaux de courant et de tension et une entrée supplémentaire pour la mesure de température, sont disponibles sur la CPU 313C.

### I.8.2 Caractéristiques techniques de la CPU S7-313C

La CPU 313C présente les caractéristiques suivantes :

- **Microprocesseur** : le processeur atteint un temps d'exécution de 70 ns par instruction sur bit.

- **Mémoire de travail étendue** : la mémoire de travail de 64 Ko (correspond à environ 21 K d'instructions) pour les parties exécutives du programme offre suffisamment d'espace pour le programme utilisateur, des SIMATIC Micro Memory Cards (8 Mo max) servant de mémoire

de chargement pour le programme permettent aussi de stocker sur la CPU les données du projet (y compris mnémoniques et commentaires).

- **Souplesse d'extension** : max. 31 modules (montage sur 4 rangées)
- **Interface multipoint MPI** : il est possible d'établir simultanément à travers l'interface MPI intégrée un maximum de 8 connexions vers des S7-300/400 et vers des PG, PC, OP. De ces liaisons, une est réservée d'office pour une console PG et une autre pour un pupitre OP. L'interface MPI permet de réaliser une mise en réseau simple de 16 CPU maximum avec communication par données globales.
- **Entrées/sorties intégrées** : 24 entrées TOR (utilisables également pour le traitement des alarmes) et 16 sorties TOR, ainsi que cinq entrées analogiques et deux sorties analogiques pour les signaux de courant et de tension et une entrée supplémentaire pour la mesure de température, sont disponibles sur la CPU 313C.

## I.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présentées les généralités de l'automatisation et les différentes structures et architectures d'un automate programmable ou j'ai focalisé sur l'automate S7-313C.

Le prochain chapitre sera porté sur la présentation du processus de production de chocolat en poudre.

**Chapitre II**  
**Étude du processus de**  
**production de chocolat en**  
**poudre**

## II.1 Introduction

Dans ce chapitre, une description globale sur le processus de production de chocolat en poudre, ainsi que les différents composants et instruments de ce système seront présentés.

Les diverses anomalies du système étudié seront mises en exergue tout en essayant d'apporter les solutions et les modifications appropriées sur le système et sur sa commande.

## II.2 Description globale du processus

La ligne de production de chocolat en poudre est basée sur deux matières premières à savoir, le cacao et le sucre glace.

Alors ce process dispose de deux cuves de remplissage de cacao et de sucre glace. Les deux produits seront transférés vers le mélangeur à partir de convoyeur à vis pour que le produit soit bien homogène. Lorsque le produit est bien mélangé, il sera transféré dans la trémie à travers des convoyeurs à vis.

Le produit est emballé par une conditionneuse (ensacheuse) dans des sacs de contenance de 300g et de 500g [1].

## II.3 Instruments du système étudié

### a) Cuve

Une cuve en inox est un récipient de stockage ou de traitement fabriqué en acier inoxydable (appelé inox pour « acier inoxydable »).



*Mélangeur et de la vis n°1*



*Cuve de remplissage*

**Figure II.1 :** Images réelles de la cuve, du mélangeur et de la première vis.

L'acier inoxydable est un alliage métallique qui contient du chrome et d'autres métaux, ce qui lui confère une excellente résistance à la corrosion, à la rouille et à l'oxydation [7].

Dans ce process, ces cuves sont utilisées pour le remplissage du cacao et du sucre glace.

### b) Mélangeur

Un mélangeur industriel de poudre, aussi connu sous les noms de pétrin ou malaxeur, a pour objectif de mélanger, d'homogénéiser ou d'agiter la poudre du cacao avec du sucre glace afin d'obtenir un produit final homogène [6].

### c) Convoyeur à vis sans fin

C'est un dispositif doté d'une vis sans fin à l'intérieur de son corps, animé par un mouvement de rotation, sa cannelure hélicoïdale permet de faire déplacer la matière qui tombe à l'entrée du convoyeur vers sa sortie [5].



*Moteur et vis sans fin*



*Trémie*

**Figure II.2 :** Images réelles du convoyeur et de la trémie

### d) Trémie

Une trémie est un dispositif utilisé pour stocker et alimenter de manière contrôlée des matériaux en vrac tels que des granulés, des poudres, des grains, des minéraux, des produits chimiques, etc. Elle est généralement en forme de cône inversé avec une ouverture supérieure plus large pour permettre le chargement des matériaux et une ouverture inférieure plus étroite pour permettre le déchargement régulier des matériaux. Dans ce système, la trémie est équipée d'un agitateur pour éviter la cumulation de la matière et elle a pour rôle de stocker le produit venant du mélangeur avant de le transmettre vers la conditionneuse [8].

### e) Agitateur industriel

Un agitateur industriel est utilisé pour mélanger, homogénéiser ou agiter des liquides ou des poudres. Il est conçu pour faciliter les processus de mélange et d'agitation dans des applications variées, dans ce cas l'agitateur est utilisé pour que la recette (chocolat en poudre) ne soit pas cumulée dans la trémie. L'agitateur est actionné par un moteur électrique qui est fixé sur sa tige supérieure.

## II.4 Actionneurs, pré-actionneurs et capteurs

### II.4.1 Actionneurs

#### a) Moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone triphasé utilisé a une puissance utile de 4kW sous une tension entre phases de 380 V avec une fréquence de 50 Hz.



*Figure II.3 : Images réelles de la plaque signalétique et du moteur utilisé.*

#### b) Vanne

Dans le domaine de l'industrie, il existe des vannes en régulation et des vannes en fonctionnement tout ou rien comme est le cas de notre système.

Ce genre de vannes est utilisé pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante.

### II.4.2 Pré-actionneurs

Les pré-actionneurs servent à mettre en service ou hors-service un actionneur, une machine ou une installation. Ils permettent d'assurer, en toute sécurité, la bonne marche d'un équipement.

### a) Électrovanne

L'électrovanne est un élément d'interface qui convertit un signal d'entrée électrique en information de sortie. L'excitation d'une bobine déplace par l'effet magnétique un noyau qui assure directement la commutation pneumatique désirée.

### b) Distributeur pneumatique

Le pré-actionneur, utilisé dans le système de production, est le distributeur pneumatique qu'on utilise pour commander le départ, l'arrêt. Le distributeur aura pour rôle de réaliser les deux configurations possibles de branchements, en fonction d'un signal de commande extérieure. Alors le système est équipé de trois distributeurs 5/2 bistable à commande électrique.



Figure II.4 : Distributeur pneumatique 5/2 bistable avec électrovanne.

## II.4.3 Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement d'informations qui élabore à partir d'une grandeur physique (Information entrante), une autre grandeur physique de nature différente (Information sortante : très souvent électrique). Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, est utilisable à des fins de mesure ou de commande [9].

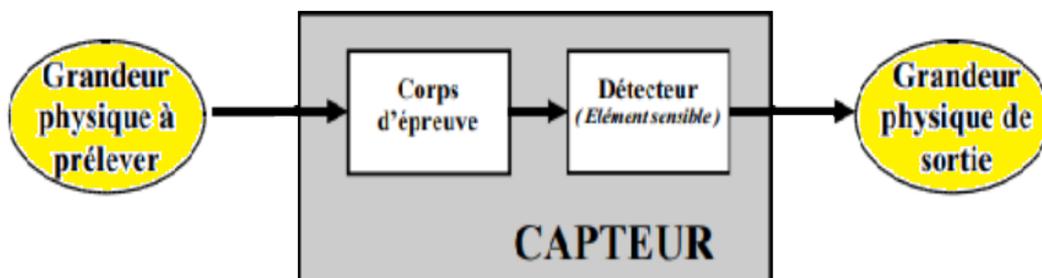


Figure II.5 : Schéma global d'un capteur

On distingue :

### a) Les capteurs passifs

Ils nécessitent une alimentation en énergie électrique.

**b) Les capteurs actifs**

Ils utilisent une partie de l'énergie fournie par la grandeur physique à mesurer. C'est le cas du capteur utilisé dans le système de production.

- **Capteur de niveau**

Les détecteurs de niveau sont utilisés lorsqu'il n'est pas nécessaire de suivre graduellement la variation d'un niveau.

Dans ce cas, lorsque le niveau de produit atteint le seuil de remplissage, le détecteur convertit la variation physique d'état en un ordre de commutation. Cela permet d'activer ou de désactiver des dispositifs de remplissage tels que les vis de transfert ou les vannes ou les moteurs ou de transmettre le signal vers un automate.

- **Capteur de position**

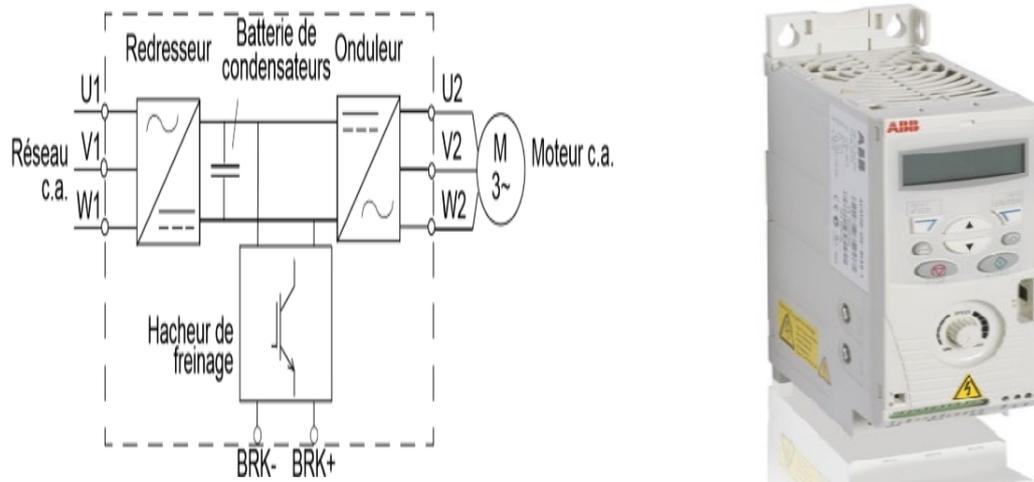
Nommés aussi « interrupteurs de fin de course », ceux sont des capteurs mesurant la présence d'un objet par contact avec un organe de commande qui peut être un galet, ou autres dispositifs mécaniques du genre. Le contact est généralement maintenu à sa position de repos par un ressort. Dans ce cas le capteur de position est utilisé pour indiquer la position des vannes (ouvert ou fermer).



*Figure II.6* : Capteur de position

**II.4.4 Dispositif de contrôle (Variateur de vitesse)**

Le variateur de vitesse utilisé dans ce processus pour ces moteurs est ABB ACS150 qui est utilisé pour la commande des moteurs à courant alternatif [10]. Un schéma simplifié de l'étage de puissance du variateur est illustré par la figure (II.7).



**Figure II.7 :** Variateur de vitesse & Schéma de puissance

Le redresseur convertit la tension alternative triphasée en tension continue, qui est stabilisée par la batterie de condensateurs du circuit intermédiaire.

L'onduleur convertit la tension continue en tension alternative pour le moteur. L'hacheur de freinage relie la résistance de freinage externe au circuit du courant continu.

Les avantages du variateur de vitesse sont :

- ✓ Contrôle précis de la vitesse du moteur sur une large plage, offrant une flexibilité ;
- ✓ Démarrage progressif et en douceur, évitant les chocs mécaniques et les surintensités ;
- ✓ Contrôle du couple de sortie du moteur ;
- ✓ Économie d'énergie.

## II.5 Problématique

Le processus de production de chocolat en poudre actuellement se fait d'une manière manuelle où l'opérateur doit être sur place pour faire le démarrage du processus (démarrages et arrêts des moteurs et remplissages des cuves et même la vidange du processus). Cette manière de faire engendre entre autres :

- ✓ Tâche fatigante pour l'opérateur ;
- ✓ Risque d'accident de travail ;
- ✓ Productivité limitée (long procédé, processus répétitif et risque de manque d'effectifs) ;
- ✓ Cout assez élevé (trois opérateurs payés mensuellement) ;
- ✓ Le travail est peu organisé.



*Figure II.8 : Pupitre de commande manuelle*

## II.6 Solutions proposées

Après étude et coopération avec l'ingénieur responsable de l'unité de production de chocolat en poudre, j'ai proposé des solutions aux insuffisances citées, qui se présentent comme suit :

La première insuffisance citée est que le processus existant fonctionne manuellement (pupitre de commande manuel), ce qui m'amène à faire une installation d'un API de marque SIEMENS et de réaliser un pupitre de supervision, avec le logiciel WINCC FLEXIBLE.

La deuxième insuffisance réside par le manque d'information de l'état de remplissage et de vidange, durant le fonctionnement, je l'ai résolu par l'ajout de capteurs de fin de course (fdc) de sortie et de rentrée pour chaque cuve et trémie et pour le mélangeur, afin de connaître le niveau exact du produit dans chaque élément du processus de production.

Pour finir, j'ai élaboré un cahier de charges résumant tout le processus d'une manière automatisée.

## II.7 Diagramme de tuyauteries et d'instrumentation P&ID

C'est un diagramme qui montre le flux du processus dans les tuyauteries, ainsi que les équipements installés et les instruments.

Des modifications sont apportées au système, au niveau de la chaîne de production et de la commande :

- ✓ Attribution des distributeurs et électrovanne commandant les vannes qui sont actuellement commandées manuellement.

- ✓ Insertion des capteurs de niveau aux cuves (cacao et sucre glace) et pour le mélangeur et la trémie pour la commande de chargement et de déchargement (capteurs niveau min et niveau max).
- ✓ Insertion des capteurs de position pour les vannes pour le retour de l'information qui détermine l'état de ces vannes (ouvert ou fermé).
- ✓ Commande à distance du système à l'aide des vues de la supervision qui permet une commande plus parfaite.

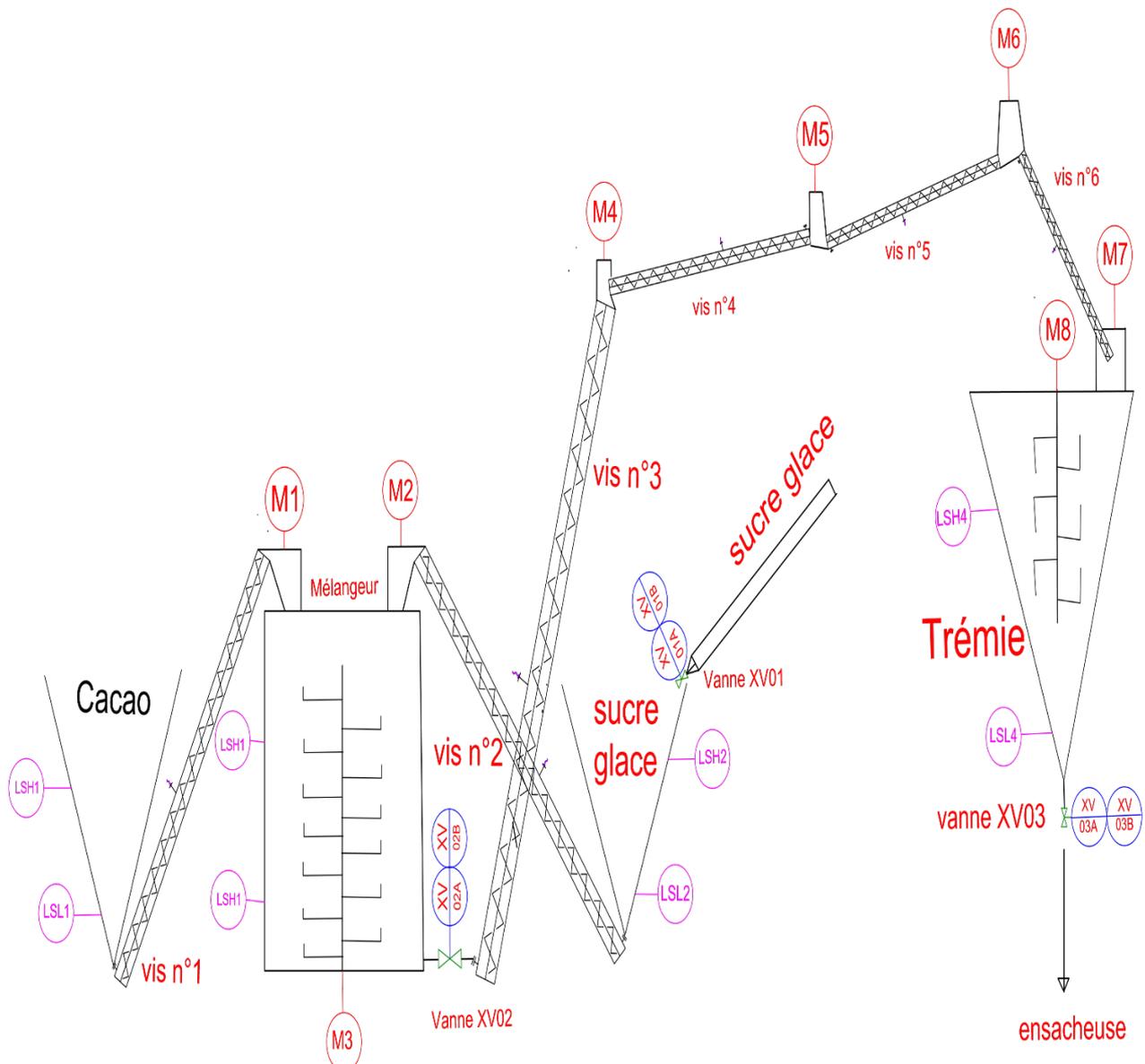


Figure II.9 : P&ID du système automatisé

Les différents actionneurs et pré-actionneurs utilisés sont représentés par le tableau suivant :

**Tableau II.1 : Différents actionneurs**

<b>Désignations</b>		<b>Représentations</b>	<b>Etats</b>
<b>Moteurs</b>	M1	KM11	Démarrage du moteur
		KM12	Arrêt du moteur
	M2	KM21	Démarrage du moteur
		KM22	Arrêt du moteur
	M3	KM31	Démarrage du moteur
		KM32	Arrêt du moteur
	M4	KM41	Démarrage du moteur
		KM42	Arrêt du moteur
	M5	KM51	Démarrage du moteur
		KM52	Arrêt du moteur
	M6	KM61	Démarrage du moteur
		KM62	Arrêt du moteur
	M7	KM71	Démarrage du moteur
		KM72	Arrêt du moteur
	M8	KM81	Démarrage du moteur
		KM82	Arrêt du moteur
<b>Vannes</b>	XV01	EV1	Ouverture de la vanne
		EV2	Fermeture de la vanne
	XV02	EV3	Ouverture de la vanne
		EV4	Fermeture de la vanne
	XV03	EV5	Ouverture de la vanne
		EV6	Fermeture de la vanne

## II.8 Cahier de charges

### ➤ Démarrage du cycle normal

- L'ordre du départ cycle « **DCY** » donné par l'opérateur ne peut être pris en compte que si les conditions initiales sont vérifiées, c'est-à-dire l'état des moteurs sont validés et la sécurité est mise en œuvre.

- Alors démarrage du moteur « **M3** » du mélangeur.

### ➤ Démarrage cycle recette

- L'action sur le bouton départ cycle recette « **DCR** » ne peut être pris en compte que si les conditions initiales sont vérifiées, c'est-à-dire la vanne « **XV02** » est fermée en position « **B2** », et la température du mélangeur a atteint sa référence, et le niveau « **LSH1** » du bac de cacao est vérifié.

- Ouverture de la vanne « **XV01** » à la position « **A1** » pour remplir le bac du sucre glace jusqu'au niveau « **LSH2** », dès que le niveau est vérifié, fermeture de la vanne « **XV01** » à la position « **B1** » et démarrage du moteur « **M2** ».

- Le sucre glace atteint le niveau « **LSL2** », arrêt du moteur « **M2** » après une temporisation de « **2 min** » pour vider la « **vis n°2** ».

- Démarrage du moteur « **M1** » du cacao.

- Le niveau du cacao atteint « **LSL1** », arrêt du moteur « **M1** » après une temporisation de « **2 min** » pour vider la « **vis n°1** ».

- La recette est dans le mélangeur, alors déclenchement d'une temporisation de « **30 min** » pour bien mélanger la recette.

- L'écoulement de la temporisation déclenche l'ouverture de la vanne « **XV02** » à la position « **A2** » et démarrage des moteurs « **M4, M5, M6, M7** ».

- Une fois le produit atteint le niveau « **LSL4** » dans la trémie.

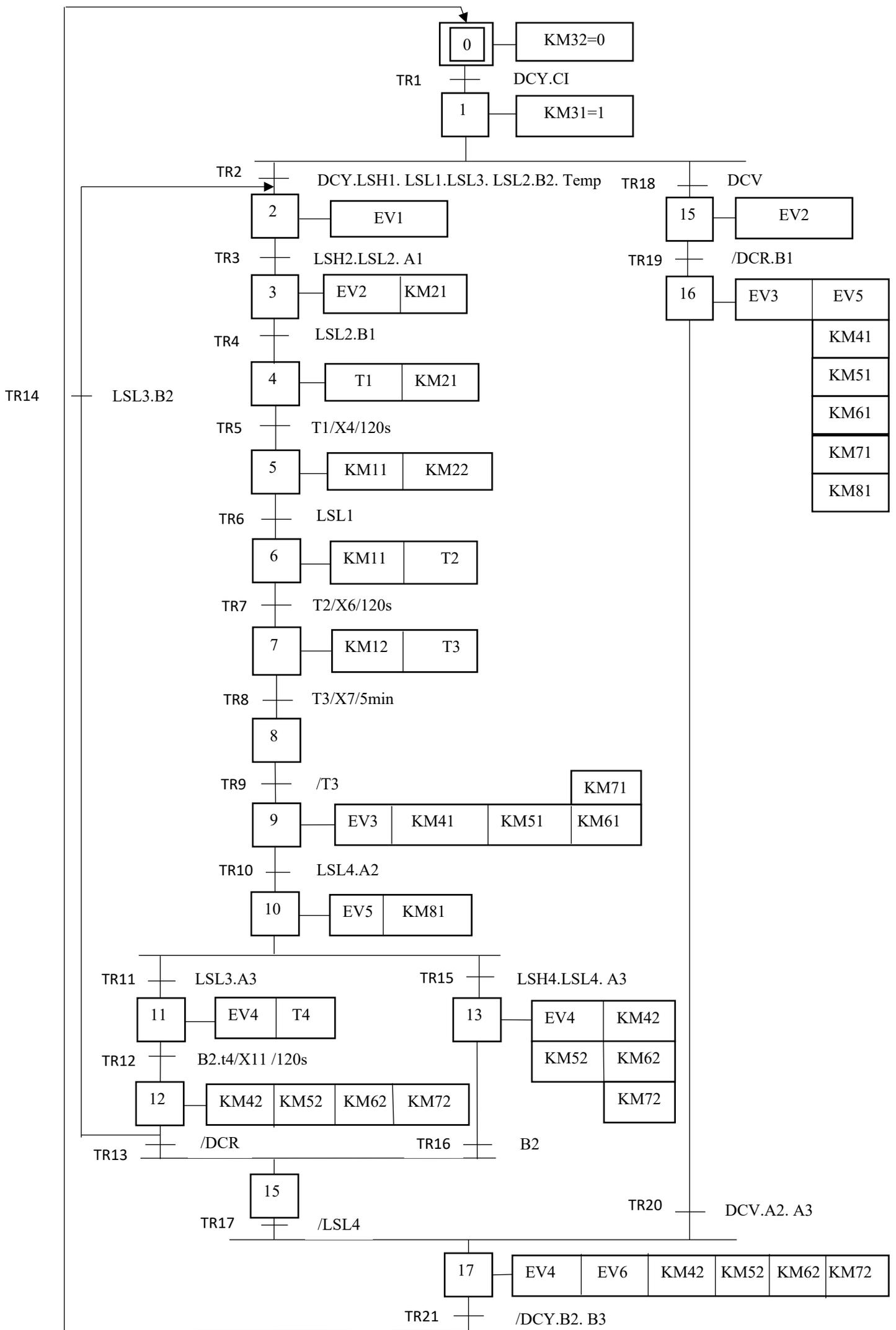
- Démarrage du moteur « **M8** » de l'agitateur et ouverture de la vanne « **XV03** » à la position « **A3** ».
- Si le produit atteint le niveau « **LSH4** » dans la trémie, alors déclencher l'arrêt des moteurs « **M4, M5, M6, M7** » et fermeture de la vanne « **XV02** » position « **B2** ».
- Si le produit atteint le niveau « **LSL3** », fermeture de la vanne « **XV02** » en position « **B2** » et arrêt des moteurs « **M4, M5, M6, M7** » après une temporisation de « **2 min** » pour vider les « **vis 3, 4, 5, 6** ».

#### ➤ Démarrage cycle vidange

- L'ordre départ cycle vidange « **DCV** » donné par l'opérateur ne peut être en charge que si la condition est vérifiée, c'est-à-dire le départ cycle recette « **DCR** » n'est plus validé (« **DCR=0** » ou bien la vanne « **XV01** » est fermée).
- Alors ouverture des vannes « **XV02** » et « **XV03** » du mélangeur et de la trémie et démarrage des moteurs « **M4, M5, M6, M7, M8** ».
- L'arrêt du cycle vidange, l'opérateur enlève le bouton « **DCV** ».
- Fermeture des vannes « **XV02** » et « **XV03** » et arrêts des moteurs « **M4, M5, M6, M7, M8** ».

## II.9 Élaborations du GRAFCET

A partir du cahier des charges, j'ai élaboré le Grafcet qui représente le fonctionnement de cycle de production du chocolat en poudre.



## II.10 Conclusion

Dans ce chapitre, ils sont présentés le processus de production de chocolat en poudre, ses différentes parties ainsi que les différents instruments et technologies constituant le système.

La problématique et les solutions apportées au système sont décrites, et pour finir le mode de fonctionnement dans un cahier de charges est élaboré ensuite et à partir de ce dernier j'ai pu réaliser le GRAFCET.

Le prochain chapitre sera porté sur la programmation et la supervision du processus.

# **Chapitre III**

## **Programmation et Supervision**

### III.1 Introduction

Ce qui suit, sera consacré à la description de la programmation de processus de production de chocolat en poudre sur le logiciel de programmation STEP7.

Lorsque la complexité des processus augmente, et que les machines et les installations doivent répondre à des critères de fonctionnement toujours plus élevés, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence, cette transparence est obtenue à l'aide de l'interface homme machine (IHM), qui est un système constitué d'une interface entre l'opérateur et la commande des machines par l'intermédiaire de l'automate.

Par la suite, une interface de commande et de supervision à l'aide du logiciel « WinCC Flexible » sera élaborée afin de permettre la commande du cycle de production sur le pupitre.

### III.2 Présentation générale de logiciel STEP7 [11]

#### III.2.1 Description de STEP 7

STEP7 est un progiciel de la firme SIEMENS destiné à la programmation et la configuration des systèmes d'automatisation du SIMATIC S7-300 ou 400. Il fait partie de la gamme SIMATIC. C'est un logiciel qui permet de programmer avec le langage liste (LIST), langage logigramme (LOG), langage additionnels SCL et langage grafcet ou bien avec celui utilisé pour ce travail, soit, le langage à contact (CONT).

Le logiciel STEP7 permet de configurer le matériel utilisé, de réaliser le programme et de le charger dans le système cible. Les paragraphes suivants décrivent les différentes étapes à suivre pour exploiter le STEP7 pour l'automatisation d'un système.

#### ➤ Gestion de projet SIMATIC

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

#### ➤ Éditeur de mnémonique

Il permet de gérer toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition des désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées /sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs. La table des mnémoniques qui en résulte est mise à disposition de toutes les applications.

### ➤ Diagnostic de matériel

Il fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. De plus, il permet l'affichage d'informations générales sur le module et de son état, l'affichage d'erreurs sur les modules de périphériques centraux et des esclaves DP et l'affichage des messages de la mémoire tampon de diagnostic.

### ➤ Configuration matérielle

Il permet de configurer et de paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation. Il suffit juste de sélectionner le châssis (Rack) dans un catalogue électronique et lui effectuer les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks (CPU, SM, FM...), de plus il permet le paramétrage de la CPU, des modules fonctionnels (FM) et de processeurs de communication (CP).

### ➤ Configuration de communication Net Pro

Il permet le transfert de données via MPI tout en offrant les possibilités de choisir les participants à la communication et de définir les liaisons de communication.

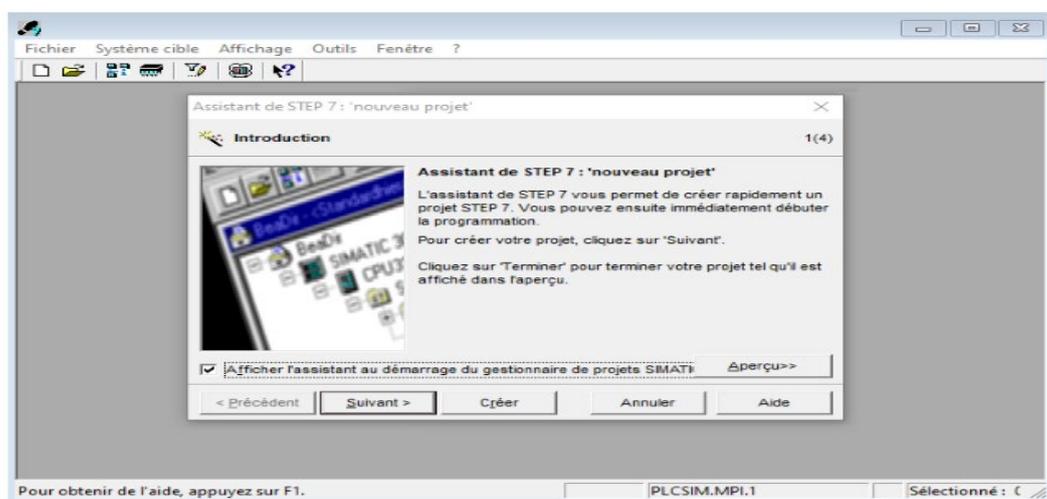
## III.3 Réalisation du programme de production de chocolat en poudre

### III.3.1 Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP7 :

#### a) Étape 1 :

On sélectionne l'icône SIMATIC Manager et la fenêtre suivante apparaît :

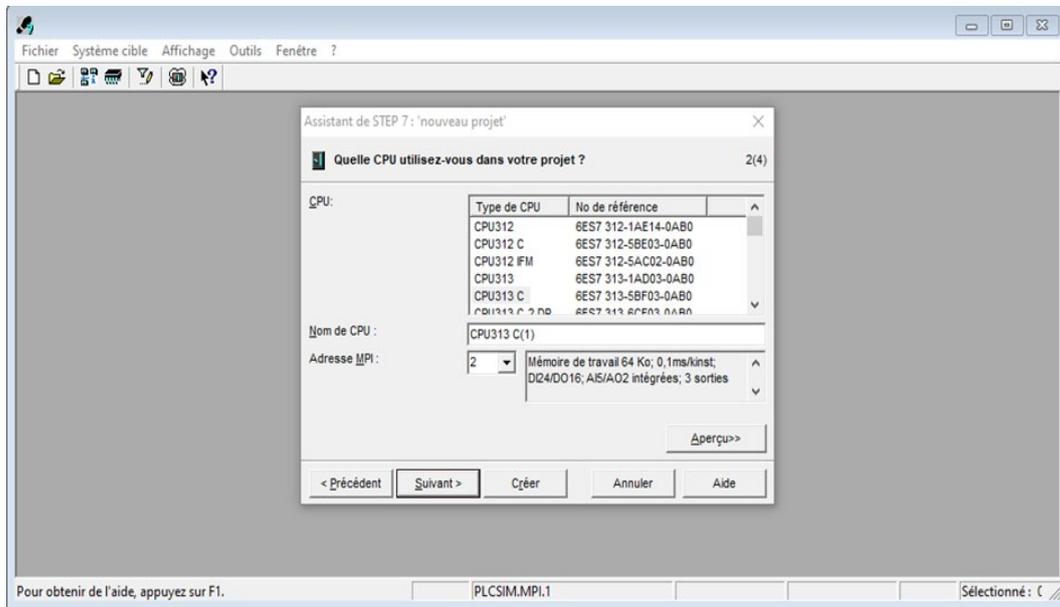


*Figure III.1 : Assistant de STEP7 : 'nouveau projet'*

**b) Étape 2 :**

Dans cette étape, le choix de la CPU est effectué où elle est nommée, il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU, si l'on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2.

Dans mon projet, j'ai sélectionné la CPU : CPU 313C.

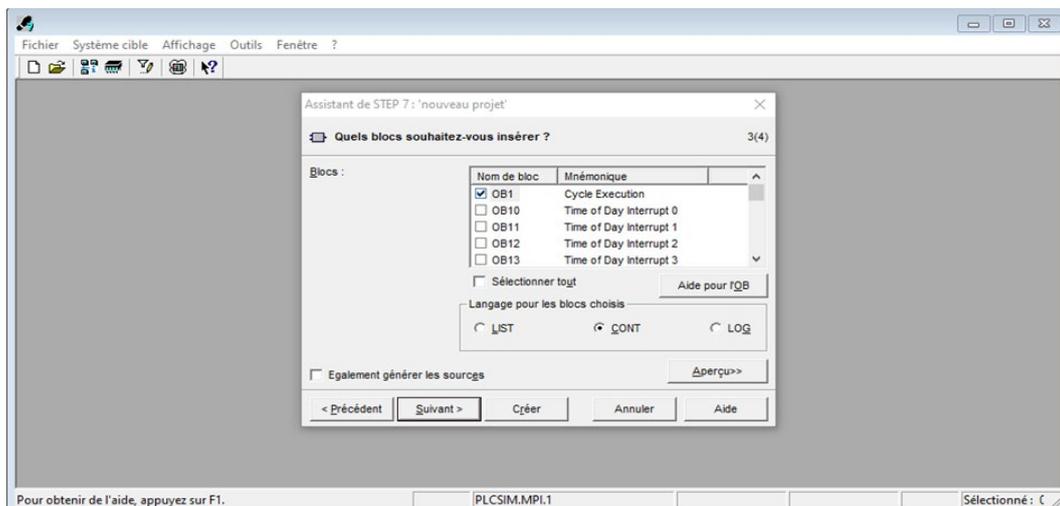


*Figure III.2 : Fenêtre de choix de la CPU*

**c) Étape 3 :**

Dans cet écran, j'ai inséré des blocs dont OB1 est le bloc principal, et j'ai choisi un langage de programmation parmi les trois proposés (LIST, CONT ou LOG).

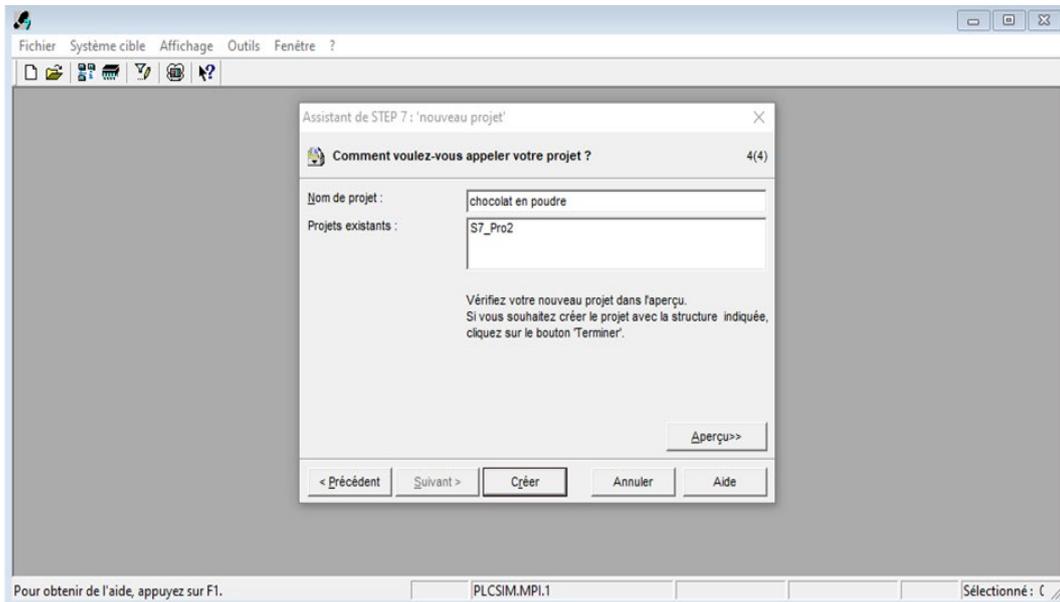
Dans mon projet, j'ai choisi le Langage CONT (LADDER diagramme).



*Figure III.3 : Fenêtre de choix de bloc et de langage*

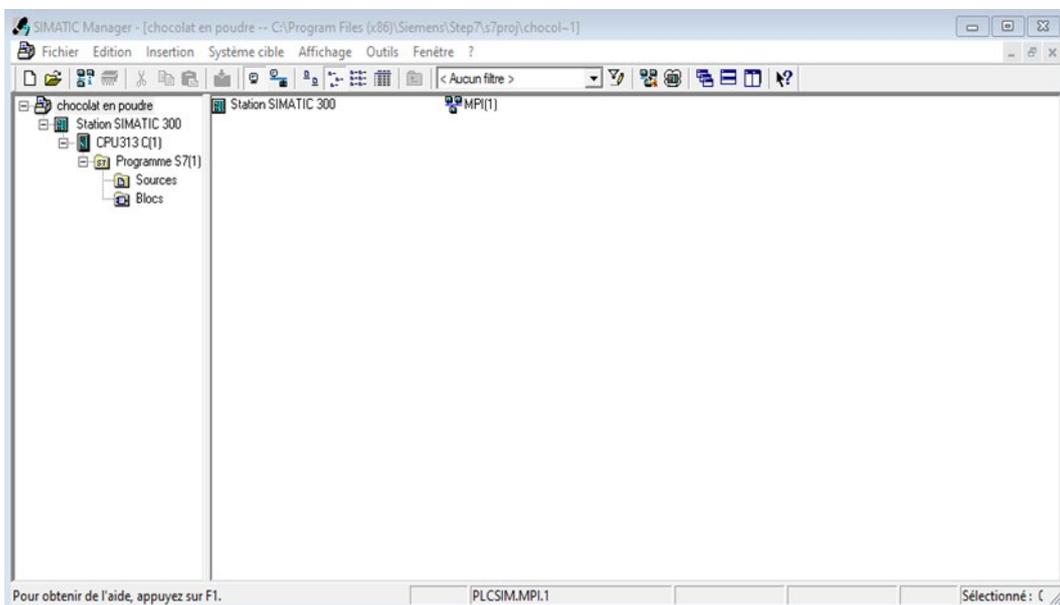
**d) Étape 4 :**

Nommer le projet et cliquer sur Créer.



**Figure III.4 : Nomination du projet**

Alors le projet est maintenant créé et on peut visualiser une arborescence à gauche de la fenêtre qui s'est ouverte.



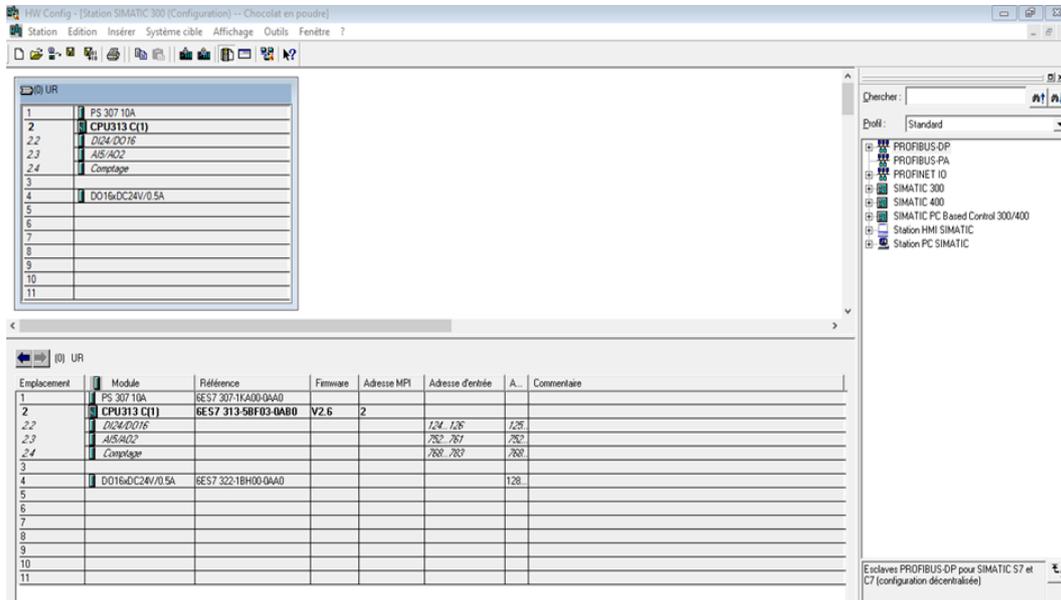
**Figure III.5 : Création et Hiérarchie d'un projet STEP7**

### III.3.2 Configuration matérielle (Hardware)

C'est une étape importante qui correspond à l'agencement des châssis et des modules. Ces derniers sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine.

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-réglés d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.



*Figure III.6 : Configuration matérielle*

### III.3.3 Hiérarchie du projet

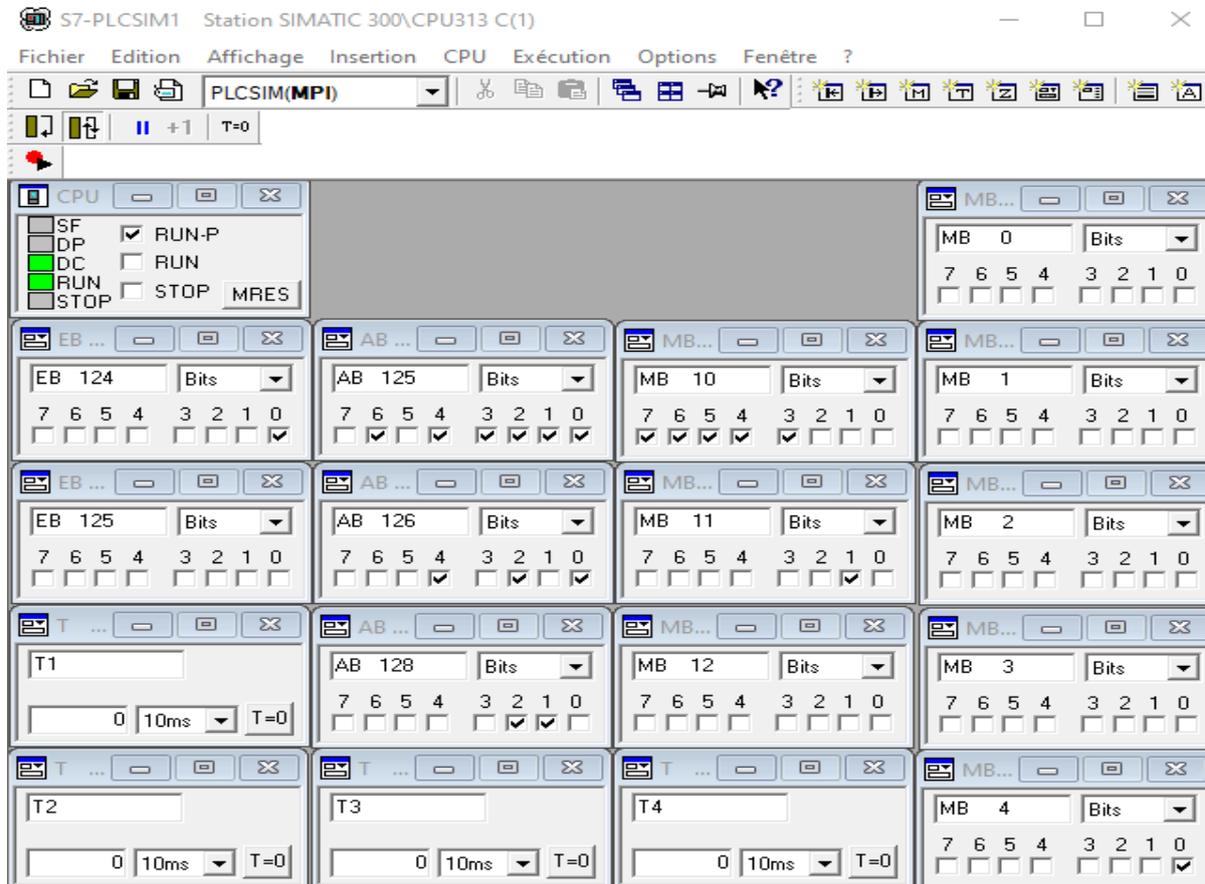
Dans SIMATIC Manager, la hiérarchie d'objet pour les projets et bibliothèque est similaire à la structure des répertoires comportant des dossiers et fichiers dans l'explorateur de Windows.

- Objet projet : Chocolat en poudre.
- Objet station : SIMATIC 300.
- Objet Module programmable : CPU 313C (1).
- Objet programme S7/M7 : programme S7.
- Objet dossier sources.
- Objet dossier blocs.

### III.3.4 Simulateur de programme PLCSIM [12]

S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester des programmes utilisateurs STEP 7 dans un automate programmable (API). Cette simulation s'exécute dans l'ordinateur ou dans la console de programmation. Il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). On peut utiliser S7-PLCSIM pour simuler des programmes utilisateurs STEP 7 qui ont été conçus pour des S7-300, des S7-400.

S7-PLCSIM fournit une interface simple avec le programme utilisateur STEP 7 pour visualiser et forcer les différents objets comme des entrées et des sorties. Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, je peux également mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7 par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.



*Figure III.7 : Simulateur PLCSIM*

### III.3.5 Partie programmation

Dans cette partie, je vais présenter le programme élaboré gérant le fonctionnement automatique de la production du chocolat en poudre réalisé sous Step7, la procédure suivie pour la programmation de l'automate S7-300 est comme suit :

#### III.3.5.1 Création de la table mnémorique (Software)

Les variables d'entrées et de sorties utilisées lors de la programmation sont illustrées par la table des mnémoniques suivante :

## a) Modules d'entrées

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
2		CI	E 124.0	BOOL	condition initiale
3		LSH1	E 124.1	BOOL	capteur niveau max du bac du cacao
4		LSL1	E 124.2	BOOL	capteur niveau max du bac de cacao
5		LSH2	E 124.3	BOOL	capteur niveau max du bac du sucre glace
6		LSL2	E 124.4	BOOL	capteur niveau min du bac du sucre glace
7		LSL3	E 124.5	BOOL	capteur niveau min du mélangeur
8		LSH4	E 124.6	BOOL	capteur de niveau max de la trémie
9		LSL4	E 124.7	BOOL	capteur niveau min de la trémie
10		A1	E 125.0	BOOL	capteur de position ouvert de la vanne XV01 du sucre glace
11		B1	E 125.1	BOOL	capteur de position fermé de la vanne XV01 du sucre glace
12		A2	E 125.2	BOOL	capteur de position ouvert de la vanne XV02 du mélangeur
13		B2	E 125.3	BOOL	capteur de position fermé de la vanne XV02 du mélangeur
14		A3	E 125.4	BOOL	capteur de position ouvert de la vanne XV03 de la trémie
15		B3	E 125.5	BOOL	capteur de position fermé de la vanne XV03 de la trémie
16		TEMP	E 125.6	BOOL	sonde de température du mélangeur
17		ARRET UG	E 125.7	BOOL	ARRET Urgence

Figure III.8 : Modules d'entrées

## b) Modules de sorties

22		KM1	A 125.0	BOOL	démarrage du moteur M1
23		KM2	A 125.1	BOOL	arrêt du moteur M1
24		KM3	A 125.2	BOOL	démarrage du moteur M2
25		KM4	A 125.3	BOOL	arrêt du moteur M2
26		KM5	A 125.4	BOOL	démarrage du moteur M3
27		KM6	A 125.5	BOOL	arrêt du moteur M3
28		KM7	A 125.6	BOOL	démarrage du moteur M4
29		KM8	A 125.7	BOOL	arrêt du moteur M4
30		KM9	A 126.0	BOOL	démarrage du moteur M5
31		KM10	A 126.1	BOOL	arrêt du moteur M5
32		KM11	A 126.2	BOOL	démarrage du moteur M6
33		KM12	A 126.3	BOOL	arrêt du moteur M6
34		KM13	A 126.4	BOOL	démarrage du moteur M7
35		KM14	A 126.5	BOOL	arrêt du moteur M7
36		KM15	A 126.6	BOOL	démarrage du moteur M8
37		KM16	A 126.7	BOOL	arrêt du moteur M8
38		EV1	A 128.0	BOOL	ouverture de la vanne XV01
39		EV2	A 128.1	BOOL	fermeture de la vanne XV01
40		EV3	A 128.2	BOOL	ouverture de la vanne XV02
41		EV4	A 128.3	BOOL	fermeture de la vanne XV02
42		EV5	A 128.4	BOOL	ouverture de la vanne XV03
43		EV6	A 128.5	BOOL	fermeture de la vanne XV03

Figure III.9 : Modules de sorties

## c) Temporisations

43		T1	T 1	TIMER	temporisation 1
44		T2	T 2	TIMER	temporisation 2
45		T3	T 3	TIMER	temporisation 3
46		T4	T 4	TIMER	temporisation 4

Figure III.10 : Temporisations

## d) Mémentos

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
44		DCR	M 4.1	BOOL	bouton départ cycle recette
45		DCV	M 4.2	BOOL	bouton départ cycle vidange
46		DCY	M 4.0	BOOL	bouton départ cycle
47		INIT	M 0.0	BOOL	initialisation
48		TR1	M 1.0	BOOL	Transition 1
49		TR2	M 1.1	BOOL	Transition 2
50		TR3	M 1.2	BOOL	Transition 3
51		TR4	M 1.3	BOOL	Transition 4
52		TR5	M 1.4	BOOL	Transition 5
53		TR6	M 1.5	BOOL	Transition 6
54		TR7	M 1.6	BOOL	Transition 7
55		TR8	M 1.7	BOOL	Transition 8
56		TR9	M 2.0	BOOL	Transition 9
57		TR10	M 2.1	BOOL	Transition 10
58		TR11	M 2.2	BOOL	Transition 11
59		TR12	M 2.3	BOOL	Transition 12
60		TR13	M 2.4	BOOL	Transition 13
61		TR14	M 2.5	BOOL	Transition 14
62		TR15	M 2.6	BOOL	Transition 15
63		TR16	M 2.7	BOOL	Transition 16
64		TR17	M 3.0	BOOL	Transition 17
65		TR18	M 3.1	BOOL	Transition 18
66		TR19	M 3.2	BOOL	Transition 19
67		TR20	M 3.3	BOOL	Transition 20
68		TR21	M 3.4	BOOL	Transition 21
69		X0	M 10.0	BOOL	Etape 0
70		X1	M 10.1	BOOL	Etape 1
71		X2	M 10.2	BOOL	Etape 2
72		X3	M 10.3	BOOL	Etape 3
73		X4	M 10.4	BOOL	Etape 4
74		X5	M 10.5	BOOL	Etape 5
75		X6	M 10.6	BOOL	Etape 6
76		X7	M 10.7	BOOL	Etape 7
77		X8	M 11.0	BOOL	Etape 8
78		X9	M 11.1	BOOL	Etape 9
79		X10	M 11.2	BOOL	Etape 10
80		X11	M 11.3	BOOL	Etape 11
81		X12	M 11.4	BOOL	Etape 12
82		X13	M 11.5	BOOL	Etape 13
83		X14	M 11.6	BOOL	Etape 14
84		X15	M 11.7	BOOL	Etape 15
85		X16	M 12.0	BOOL	Etape 16
86		X17	M 12.1	BOOL	Etape 17

Figure III.11 : Mémentos

## III.3.5.2 Création de l'OB principale

Le bloc d'organisation (OB1) est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il constitue l'interface entre le système d'exploitation et le programme qu'on a élaboré. Dans ce bloc qu'on fait appel ou fonction (FC1, FC2, FC3, FC4) (Voir Annexe 1) [11].

### III.3.5.3 Création de la fonction (FC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant, elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données (Voir Annexe 2).

- La fonction FC1 est créée pour générer les équations de transition.
- La fonction FC2 est créée pour générer les équations des étapes.
- La fonction FC3 est créée pour générer les équations des actions.
- La fonction FC4 est créée pour générer les équations de l'arrêt d'urgence.

### III.3.5.4. Programme de cycle de production de chocolat en poudre

Le programme de commande est élaboré en langage de programmation LADDER qui est le plus exploité en industrie. L'OB1 est le seul bloc utilisé pour la génération du programme qui est présenté dans l'annexe 1.

## III.4 Présentation générale de logiciel WinCC flexible

### III.4.1 Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle sert à représenter, à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé et assure le rôle du gestionnaire des alarmes, d'archivage pour la maintenance, l'enregistrement des historiques des défauts et le suivi de fonctionnement. Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer :

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

### III.4.2 Avantages de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus. Son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses avantages

principaux sont la surveillance du processus à distance, la détection des défauts et le diagnostic et le traitement des alarmes.

### III.4.3 Outils de la supervision

Un système de supervision et de contrôle est constitué d'une partie matérielle et d'une partie logicielle. La partie matérielle permet de relever les paramètres et d'interagir physiquement avec l'installation, alors que le logiciel est le cerveau du système.

### III.4.4 Description du logiciel WinCC Flexible [13]

WinCC Flexible, est un logiciel compatible avec l'environnement STEP 7, et propose pour la configuration de divers pupitres opérateurs, une famille de système d'ingénierie évolutif adaptée 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 [13].

#### III.4.4.1 Élément du WinCC Flexible

L'environnement de travail de WinCC Flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visible lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration. Par exemple l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur « vue » peut être configurée. Pour la configuration des alarmes, " Alarmes TOR " est utilisé.

#### III.4.4.2 Création du projet avec WinCC flexible

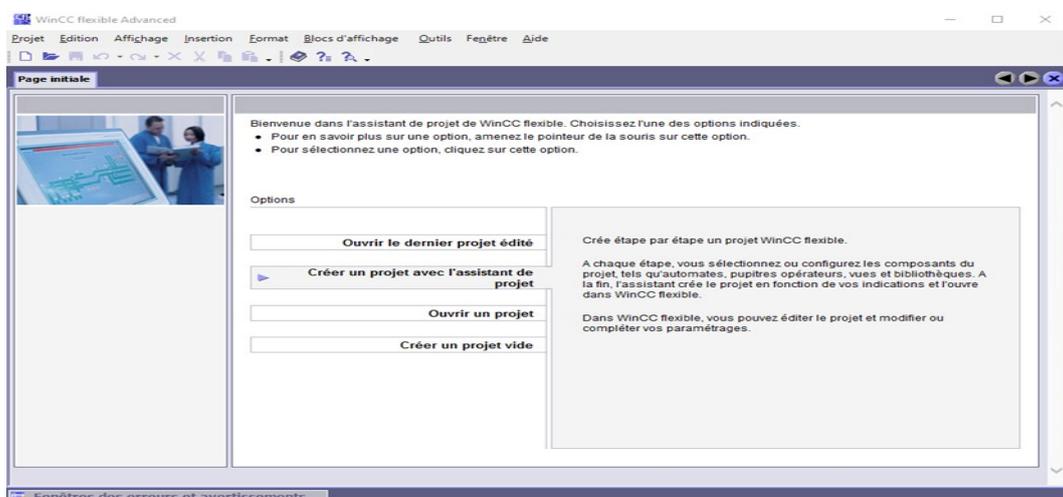
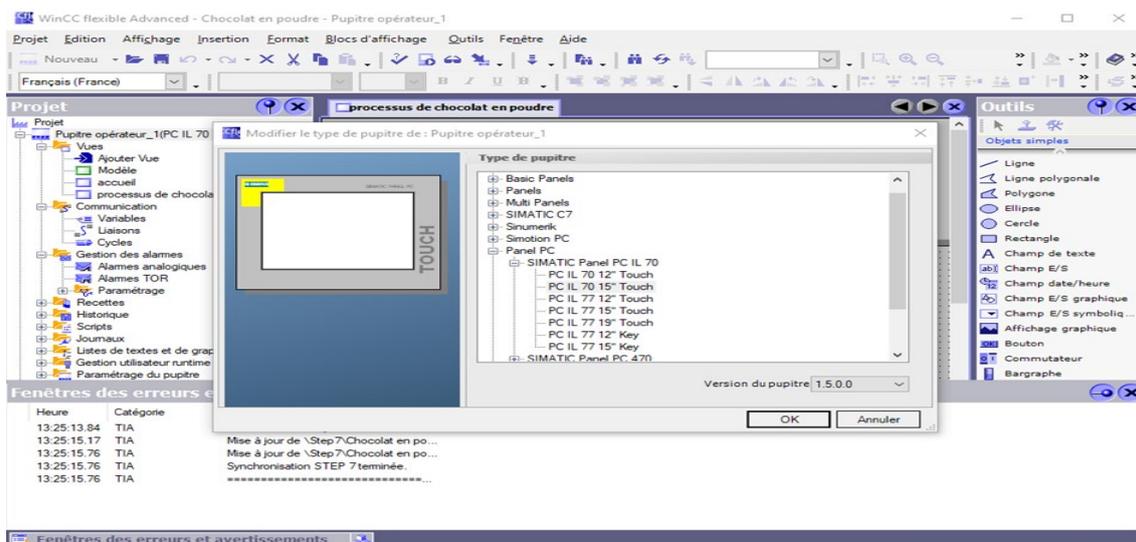


Figure III.12 : Fenêtre principale du logiciel WinCC flexible

Pour lancer le logiciel WinCC flexible, on localise l'icône SIMATIC WinCC flexible sur l'écran de l'ordinateur. Puis, avec un double clic sur cette icône, on se permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle.

### III.4.4.3 Choix du pupitre et de l'automate

Pour ce projet, le choix s'est porté sur le panel PC IL 70 15 et l'automate S7-300.



*Figure III.13 : Choix du pupitre et de l'automate*

### III.4.4.4 Mise en route du WinCC flexible

Après avoir lancé et configuré le logiciel WinCC flexible, ce dernier mettra à disposition une boîte d'outils qui contient les différents éléments pour la réalisation d'un projet, une bibliothèque, une zone de travail et une fenêtre de projet contenant l'ensemble des vues.

### III.4.4.5 Configuration des vues via WinCC flexible

Pour la configuration des vues, nous disposons de fonctions conviviales telles que l'agrandissement/réduction, la rotation et l'orientation. Le WinCC flexible nous offre la possibilité d'adapter l'environnement de travail à nos besoins. Lors de l'ingénierie, un environnement contextuel, adapté à la tâche de configuration considérée, s'affiche sur l'écran de l'ordinateur de configuration. Il y a tous ceux que j'ai besoin pour travailler avec le maximum de confort :

- La fenêtre de projet : pour la représentation de la structure du projet et sa gestion
- La boîte à outils : avec différents objets et l'accès à la bibliothèque des objets.

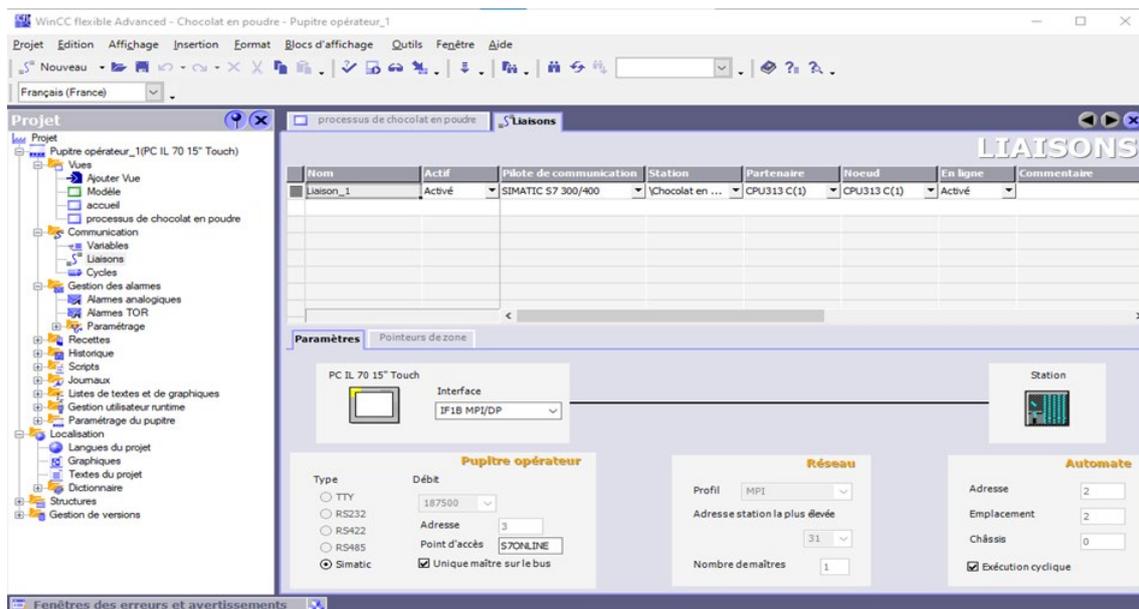
- La fenêtre d'objets : permettant la sélection d'objets déjà créés (et leur copie dans l'image par glisser-lâcher).
- La zone de travail : il est possible de créer des vues (graphiques et animations).
- La fenêtre des propriétés : pour le paramétrage des objets dans la zone de travail. Pour l'animation d'objet, une configuration est appliquée dans la fenêtre d'objet qui est composée de quatre éléments : (Général, Propriétés, Animation, Événement).

### III.4.4.6 Création des vues du projet de production chocolat en poudre

Pour créer une Interface Homme/Machine, il faut avoir au préalable pris connaissance des éléments du processus ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé.

J'ai créé l'interface pour la supervision à l'aide de logiciel WinCC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

#### III.4.4.6.1 Établir une liaison directe



*Figure III.14 : Editeur de liaison*

L'éditeur "liaison" affiche la connexion à l'automate configuré. Après avoir créé le projet WinCC, j'ai cliqué sur l'onglet liaison afin de créer une nouvelle liaison que j'ai nommée « liaison\_1 », j'indiquerai ensuite les différents paramètres qui sont :

- Interface : MPI / DP : Mon automate est relié par une MPI.
- Adresse : permet de spécifier l'adresse de la station, dans ce cas l'adresse MPI.

### III.4.4.6.2 Création de la table des variables

Après que la liaison entre le WinCC et l'automate est établie, il est possible d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate.

- Mémoire entrée/sortie.
- Mémento.
- Bloc de données.

Les variables permettent de communiquer, et d'échanger des données entre l'opérateur et les machines, une table de correspondance des variables IHM est créée à travers l'onglet variable. Chaque ligne correspond à une variable de l'IHM, elle est spécifiée par : nom, type de table de variable, type de connexion, nom de l'API, adresse. La figure (III.15) est une représentation de la table de variable IHM.

Nom	Connexion	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acquis...	Commentaire
A1	Liaison_1	Bool	A1	I 125.0	1	100 ms	capteur de position ouvert de la vanne XV01
A2	Liaison_1	Bool	A2	I 125.2	1	100 ms	capteur de position ouvert de la vanne XV02
A3	Liaison_1	Bool	A3	I 125.4	1	100 ms	capteur de position ouvert de la vanne XV03
alarme	Liaison_1	Word	alarme	MW 128	1	100 ms	
ARRET UG	Liaison_1	Bool	ARRET UG	I 125.7	1	100 ms	ARRET Urgence
B1	Liaison_1	Bool	B1	I 125.1	1	100 ms	capteur de position fermé de la vanne XV01
B2	Liaison_1	Bool	B2	I 125.3	1	100 ms	capteur de position fermé de la vanne XV02
B3	Liaison_1	Bool	B3	I 125.5	1	100 ms	capteur de position fermé de la vanne XV03
CI	Liaison_1	Bool	CI	I 124.0	1	100 ms	condition initiale
DCR	Liaison_1	Bool	DCR	M 4.1	1	100 ms	bouton départ cycle recette
DCV	Liaison_1	Bool	DCV	M 4.2	1	100 ms	bouton départ cycle vidange
DCY	Liaison_1	Bool	DCY	M 4.0	1	100 ms	bouton départ cycle
EV1	Liaison_1	Bool	EV1	Q 128.0	1	100 ms	ouverture de la vanne XV01
EV2	Liaison_1	Bool	EV2	Q 128.1	1	100 ms	fermeture de la vanne XV01
EV3	Liaison_1	Bool	EV3	Q 128.2	1	100 ms	ouverture de la vanne XV02
EV4	Liaison_1	Bool	EV4	Q 128.3	1	100 ms	fermeture de la vanne XV02
EV5	Liaison_1	Bool	EV5	Q 128.4	1	100 ms	ouverture de la vanne XV03
EV6	Liaison_1	Bool	EV6	Q 128.5	1	100 ms	fermeture de la vanne XV03
KM1	Liaison_1	Bool	KM1	Q 125.0	1	100 ms	démarrage du moteur M1
KM10	Liaison_1	Bool	KM10	Q 126.1	1	100 ms	arrêt du moteur M5
KM11	Liaison_1	Bool	KM11	Q 126.2	1	100 ms	démarrage du moteur M6
KM12	Liaison_1	Bool	KM12	Q 126.3	1	100 ms	arrêt du moteur M6
KM13	Liaison_1	Bool	KM13	Q 126.4	1	100 ms	démarrage du moteur M7
KM14	Liaison_1	Bool	KM14	Q 126.5	1	100 ms	arrêt du moteur M7
KM15	Liaison_1	Bool	KM15	O 126.6	1	100 ms	démarrage du moteur M8

Figure III.15 : Table des variables

### III.4.4.6.3 Création de vues

L'interface WinCC nous permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander notre installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de process.

#### a) Planifier la création de vues

Les principales étapes ci-dessous sont nécessaires à la création de vues :

- Planifier la structure de la représentation du processus : combien de vues sont nécessaires.
- Planifier la navigation entre les diverses vues.
- Adapter le modèle.
- Créer les vues.

### b) Constitution d'une vue

Une vue peut être composée d'éléments statiques et d'éléments dynamiques

- Les éléments statiques, tels que du texte.
- Les éléments dynamiques varient en fonction de la procédure. Ils visualisent les valeurs du processus actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre.

Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues de process du projet.

La fenêtre des outils contient différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues de processus. On trouve parmi les objets simples des objets graphiques simples tels qu'un champ de texte et des éléments de commande simples, tels qu'un champ d'E/S représenté dans la figure qui suit.

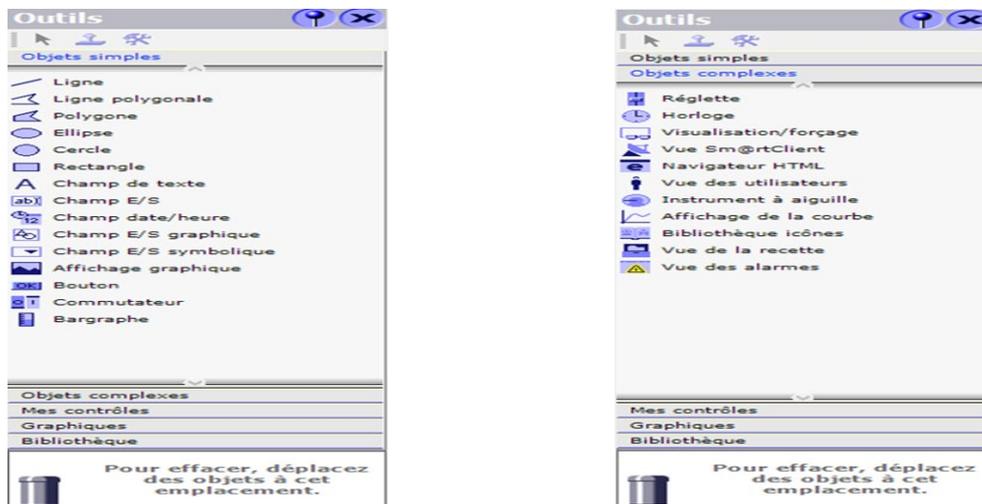


Figure III.16 : Fenêtre des outils

### c) Vue d'accueil



Figure III.17 : Vue d'accueil

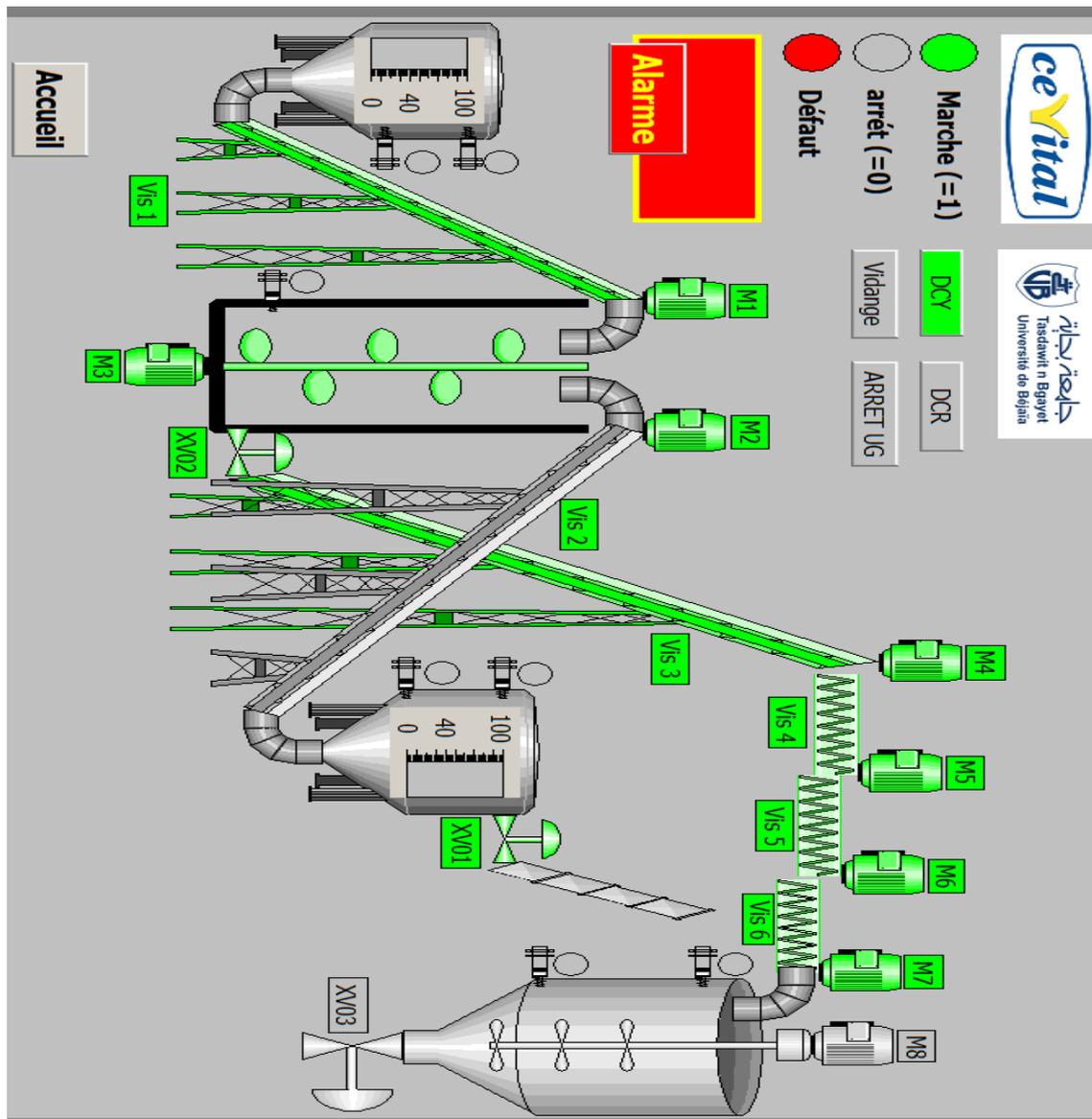
Quand l'opérateur appuie sur le bouton « chocolat en poudre », il va passer à la vue du processus

d) Vue d'alarme



Figure III.18 : Vue d'alarme

e) Vue du processus



*Figure III.19 : Vue du processus***III.4.4.7 Compilation et simulation**

Après avoir créé le projet, il est indispensable de vérifier sa cohérence, et de détecter les erreurs à l'aide de la commande " contrôle de la cohérence". À la fin, le système crée un fichier de projet compilé.

Le simulateur RUNTIME permet de détecter des erreurs logiques de configuration, à l'aide de la commande « démarrer le système Runtime du simulateur ».

**III.5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous citons les différentes étapes de la création de mon programme sous Step7 ainsi que son élaboration. Ensuite, j'ai abordé la présentation générale du WinCC flexible, la création des différentes vues du pupitre opérateur, ainsi que toutes ses configurations pour la commande de mon processus.

La création de l'IHM exige une bonne connaissance du fonctionnement de notre système et du langage avec lequel est programmé l'automate afin de communiquer.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Notre travail porte sur l'étude et l'automatisation d'un processus de production de chocolat en poudre dans l'unité de conditionnement du sucre au sein de l'entreprise CEVITAL, où on a utilisé l'automate programmable "S7-300" CPU S7-313C et le logiciel "STEP7" de SIEMENS.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, on a commencé par prendre connaissance de l'installation et l'identification des éléments qui le constitue d'une part. D'une autre part, l'étude et l'élaboration de son analyse fonctionnelle ainsi que sa modélisation par un GRAFCET ont été effectuées.

Utilisation de l'automate "S7-300" et la prise de connaissance du logiciel du Siemens "STEP7" m'a permis l'élaboration du programme de fonctionnement du processus étudié, et d'en récupérer les états des variables pour la réalisation d'une IHM qui m'a offert un meilleur contrôle du processus, un diagnostic rapide d'éventuelle panne, un meilleur suivi et un bon contrôle en temps réel du processus.

La période passée au sein de l'unité de conditionnement du sucre au complexe CEVITAL, m'a permis de me familiariser avec les différents types d'équipement et d'acquérir une expérience sur l'aspect de l'automatisation des installations industrielles ainsi que le principe de la supervision et du contrôle des différents systèmes.

# **BIBLIOGRAPHE**

## Bibliographie

- [1] Document interne de CEVITAL
- [2] Alessandro GIUA, « C 652 Automates programmables industriels » LSIS UMR-CNRS 6168
- [3][https://www.geea.org/IMG/pdf/LES\\_AUTOMATES\\_PROGRAMMABLES\\_INDUSTRIE\\_LS\\_pour\\_GEEA.pdf](https://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIE_LS_pour_GEEA.pdf)
- [4] <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10000729>
- [5] <https://www.palamaticprocess.fr/machines-industrielles/vis-de-transfert>
- [6] <https://www.palamaticprocess.fr/machines-industrielles/melangeur-industriel>
- [7] <https://www.labbe-france.fr/cuve-inox/>
- [8] <https://www.palamaticprocess.fr/machines-industrielles/tremie-eed>
- [9] cours technologies des automatismes A. Laifaoui 2017
- [10][https://library.e.abb.com/public/fed6d648808e9d0fc125785c0050747b/FR\\_ACS150\\_UM\\_C\\_screen\\_res.pdf](https://library.e.abb.com/public/fed6d648808e9d0fc125785c0050747b/FR_ACS150_UM_C_screen_res.pdf)
- [11] [https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/45531107/S7pr\\_\\_c.pdf](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/45531107/S7pr__c.pdf)
- [12][https://cache.industry.siemens.com/dl/files/139/36450139/att\\_5312/v1/s7wsvhdc\\_fr FR.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/139/36450139/att_5312/v1/s7wsvhdc_fr_FR.pdf)
- [13] SIMATIC HMI WinCC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced Manuel d'utilisation, pack de documentation référencé 6AV6691-1AB01-3AC0.

# **ANNEXES**

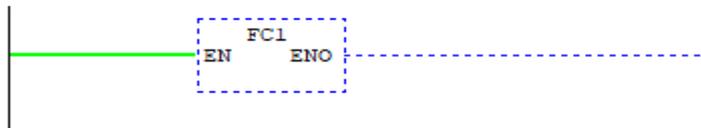
# ANNEXE 1

- Bloc d'organisation

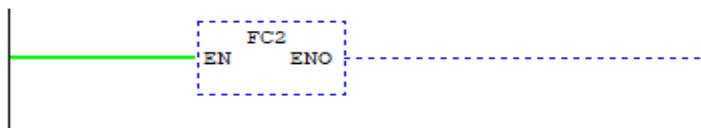
OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

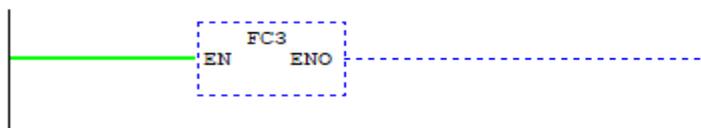
☐ Réseau 1 : Equation transition



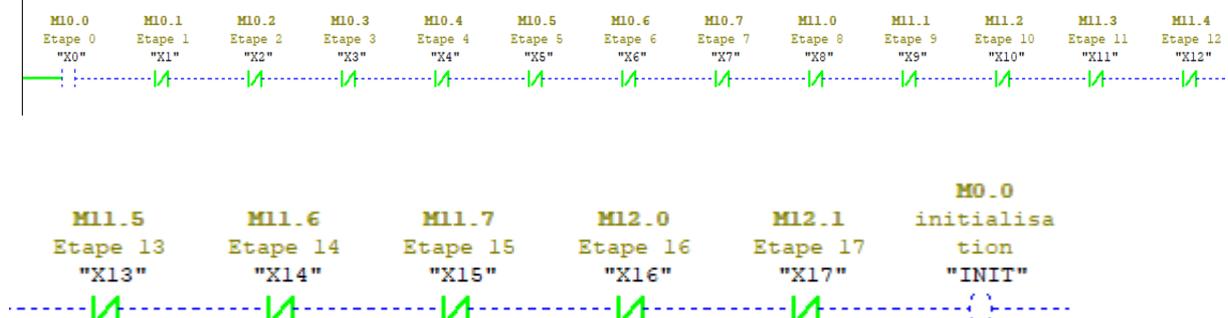
☐ Réseau 2 : Equation d'étape



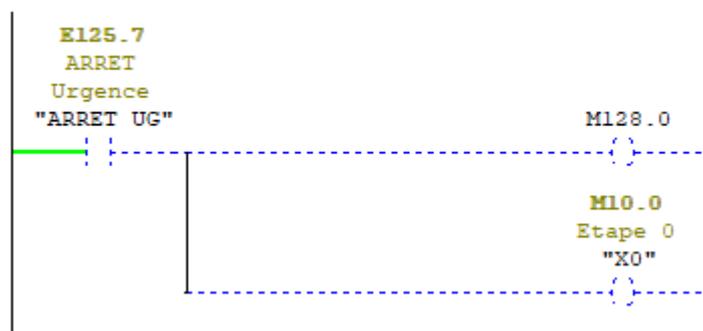
☐ Réseau 3 : Action



☐ Réseau 4 : initialisation



☐ Réseau 5 : Alarme ARRET D'URGENCE



## ANNEXE 2

- Fonction 1 (FC1)

FC1 : équations des transitions

Commentaire :

Réseau 1 : Equation transition 1

<b>M4.0</b> bouton départ cycle "DCY"	<b>E124.0</b> condition initiale "CI"	<b>M10.0</b> Etape 0 "X0"	<b>M1.0</b> Transition 1 "TR1"
---	--	---------------------------------	---

Réseau 2 : Equation transition 2

<b>M4.1</b> bouton départ cycle recette "DCR"	<b>E124.4</b> capteur niveau min du bac du sucre glace "LSL2"	<b>E124.5</b> capteur niveau min du mélangeur "LSL3"	<b>E125.3</b> capteur de position fermé de la vanne XV02 du mélangeur "B2"	<b>E124.1</b> capteur niveau max du bac du cacao "LSH1"	<b>E125.6</b> sonde de températur e du mélangeur "TEMP"	<b>E124.2</b> capteur niveau max du bac de cacao "LSL1"	<b>M10.1</b> Etape 1 "X1"	<b>M1.1</b> Transition 2 "TR2"
--	--	---	--	---	--	---	---------------------------------	---

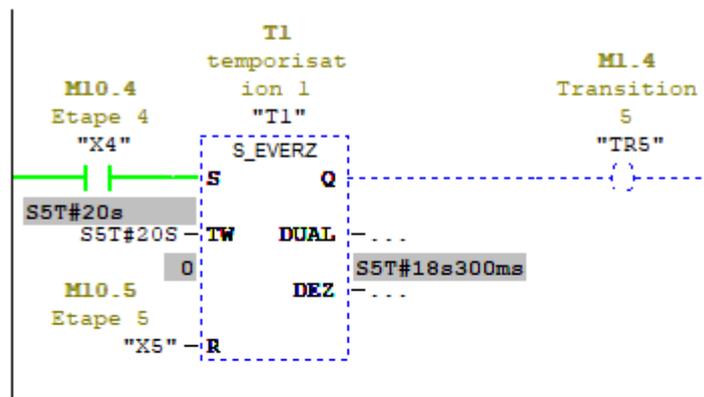
Réseau 3 : Equation transition 3

<b>E124.3</b> capteur niveau max du bac du sucre glace "LSH2"	<b>E124.4</b> capteur niveau min du bac du sucre glace "LSL2"	<b>E125.0</b> capteur de position ouvert de la vanne XV01 du sucre glace "A1"	<b>M10.2</b> Etape 2 "X2"	<b>M1.2</b> Transition 3 "TR3"
--	--	--	---------------------------------	---

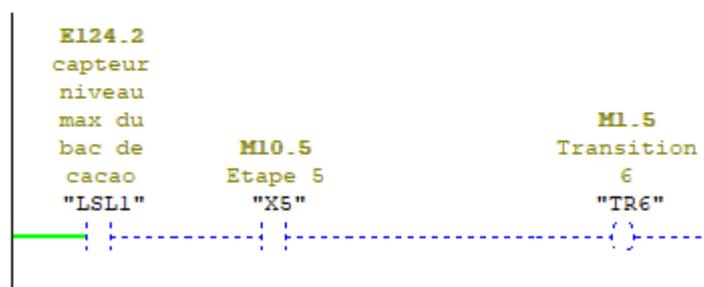
Réseau 4 : Equation transition 4

<b>E124.4</b> capteur niveau min du bac du sucre glace "LSL2"	<b>E125.1</b> capteur de position fermé de la vanne XV01 du sucre glace "B1"	<b>M10.3</b> Etape 3 "X3"	<b>M1.3</b> Transition 4 "TR4"
--	---	---------------------------------	---

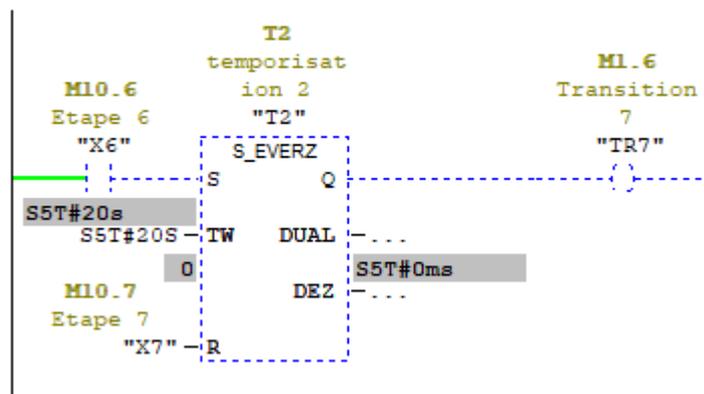
☐ Réseau 5 : Equation transition 5



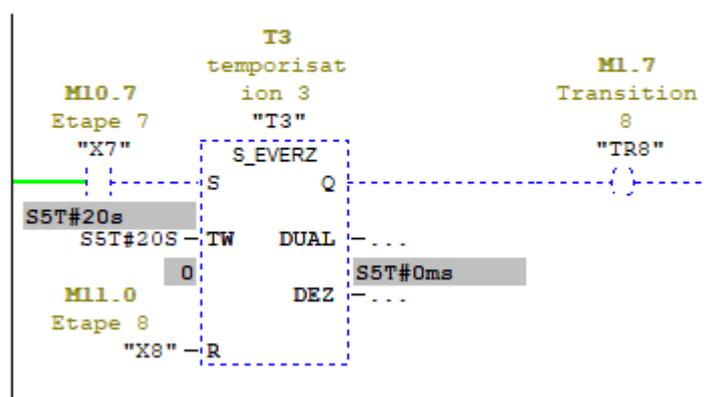
☐ Réseau 6 : Equation transition 6



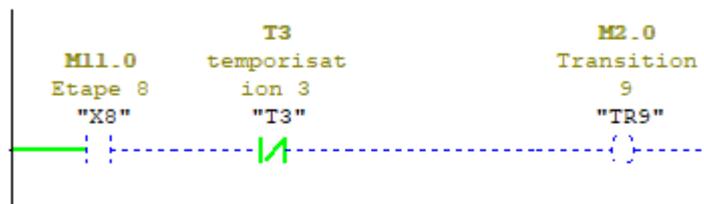
☐ Réseau 7 : Equation transition 7



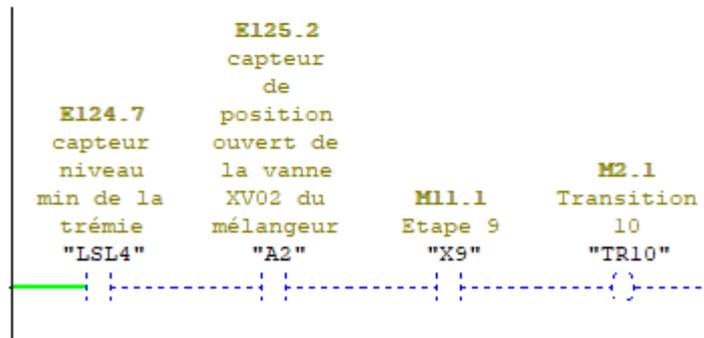
☐ Réseau 8 : Equation transition 8



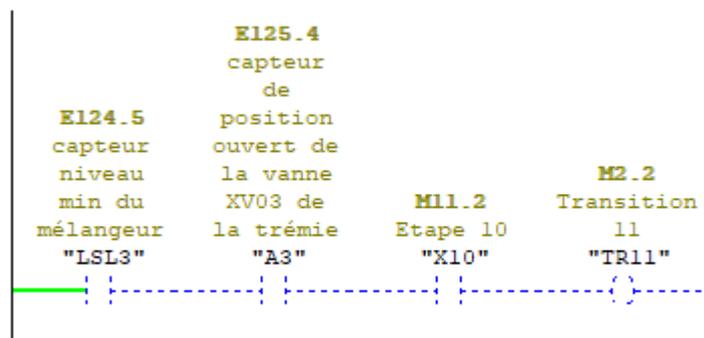
☐ Réseau 9 : Equation transition 9



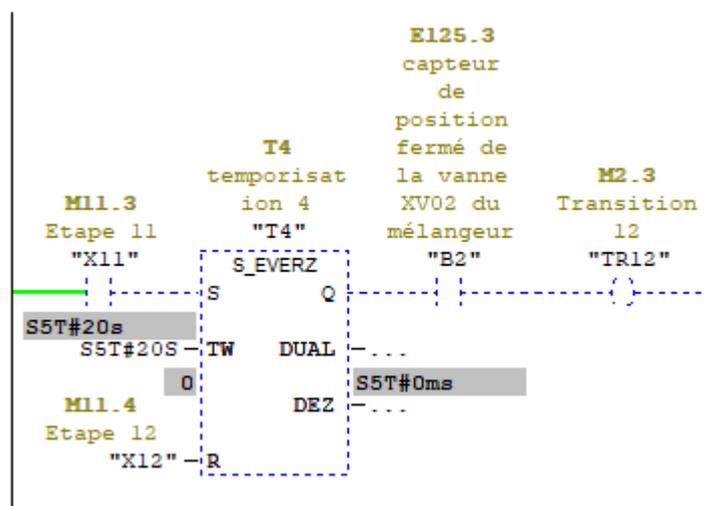
☐ Réseau 10 : Equation transition 10



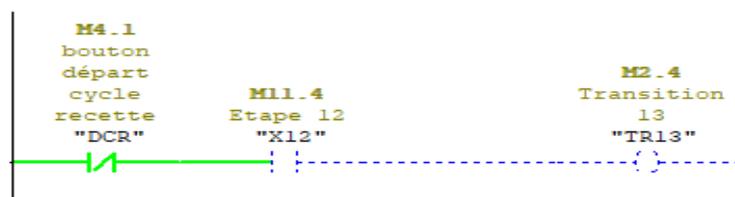
☐ Réseau 11 : Equation transition 11



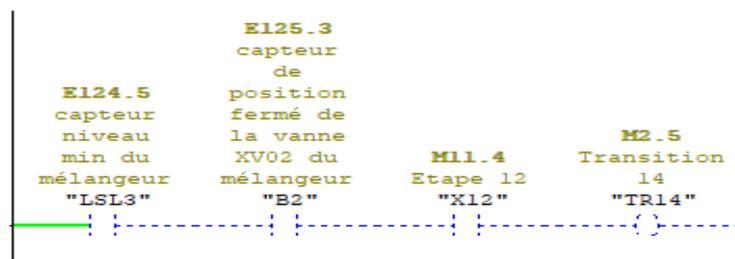
☐ Réseau 12 : Equation transition 12



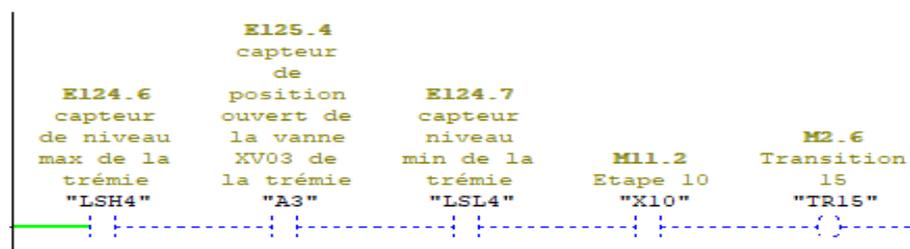
☐ Réseau 13 : Equation transition 13



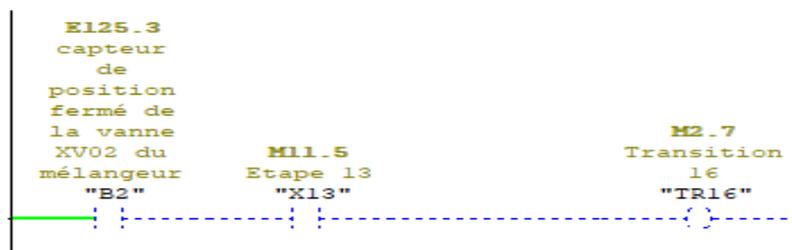
☐ Réseau 14 : Equation transition 14



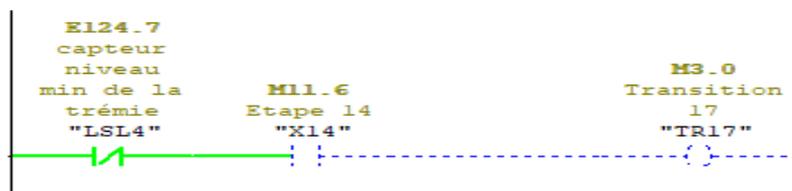
☐ Réseau 15 : Equation transition 15



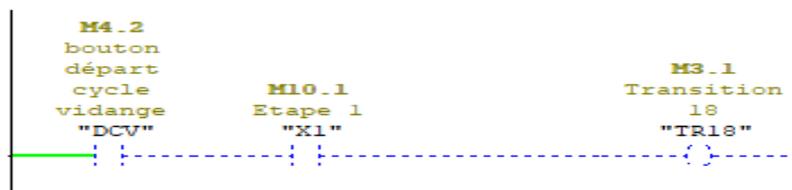
☐ Réseau 16 : Equation transition 16



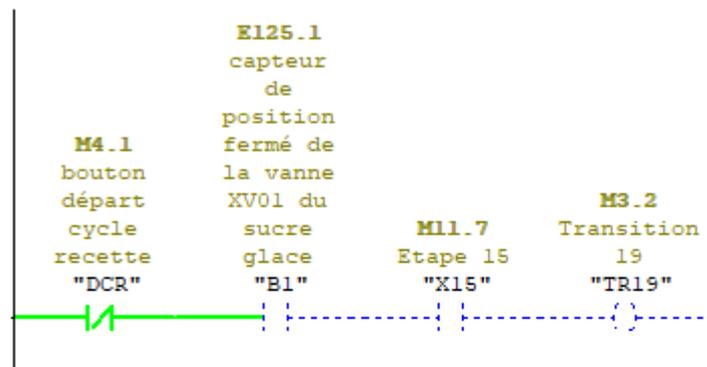
☐ Réseau 17 : Equation transition 17



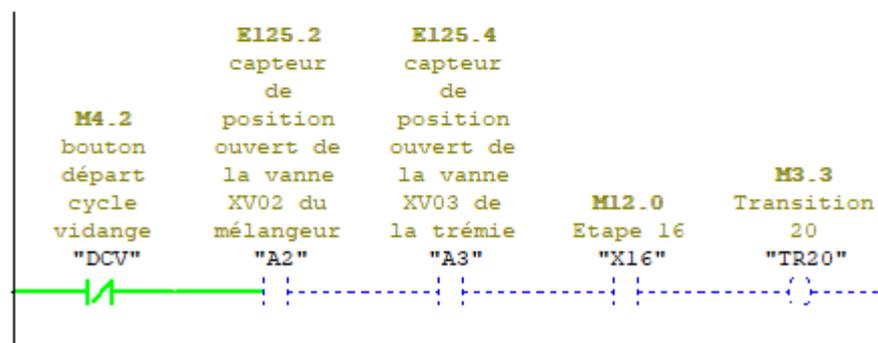
☐ Réseau 18 : Equation transition 18



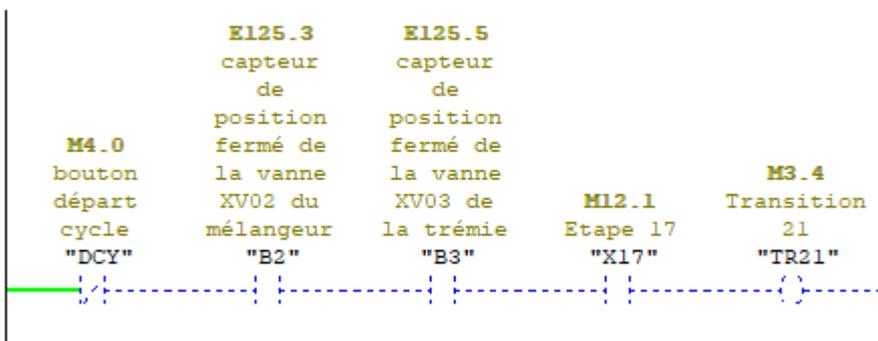
☐ Réseau 19 : Equation transition 19



☐ Réseau 20 : Equation transition 20



☐ Réseau 21 : Equation transition 21

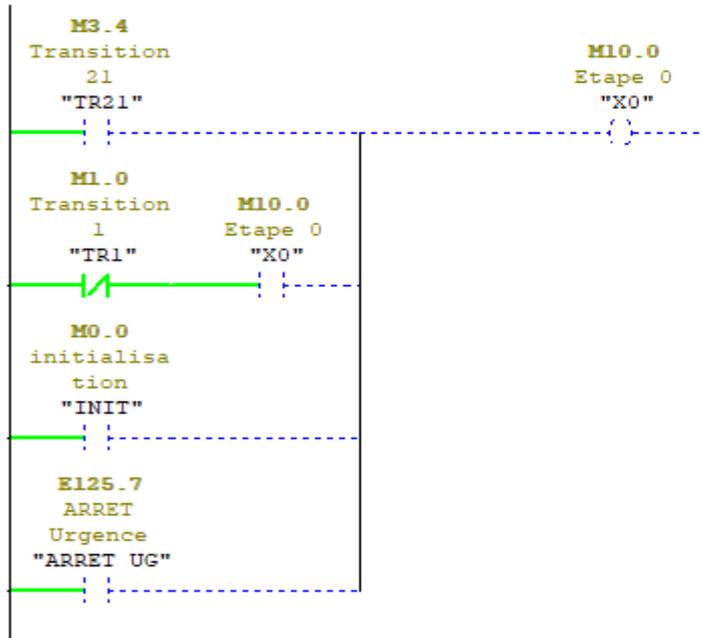


• **Fonction 2 (FC2)**

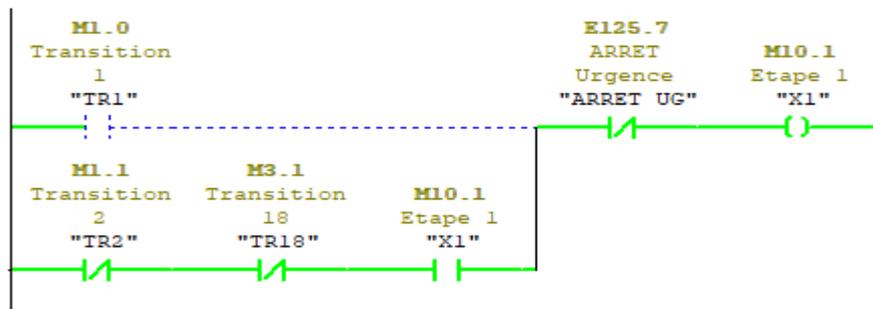
FC2 : equations d'etapes

Commentaire :

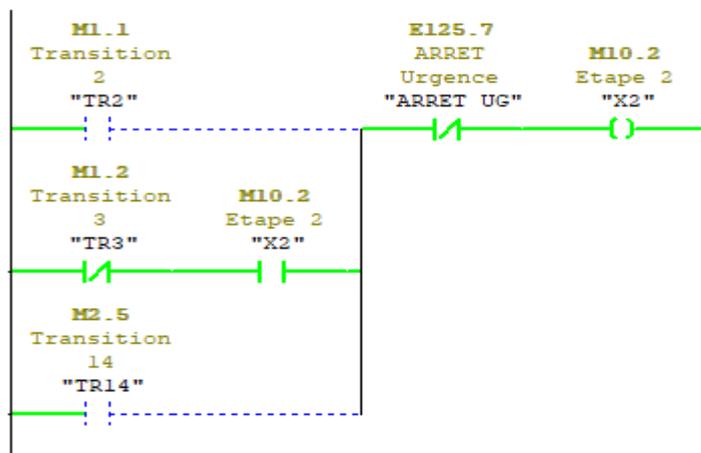
☐ Réseau 1 : Equation étape 0



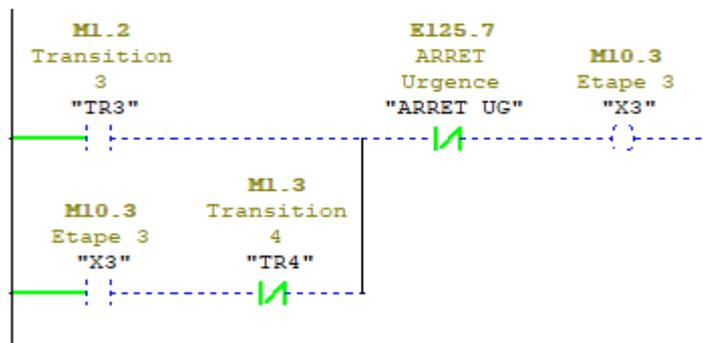
☐ Réseau 2 : Equation étape 1



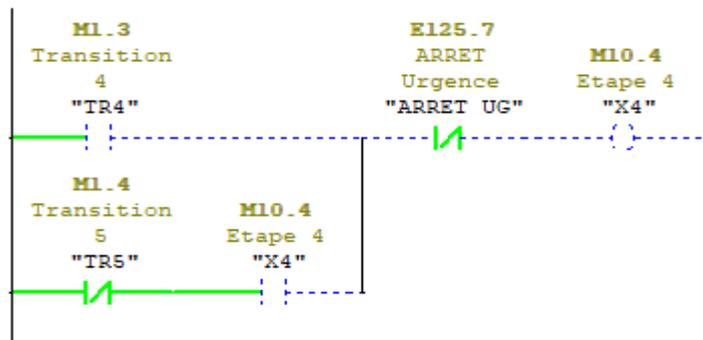
☐ Réseau 3 : Equation étape 2



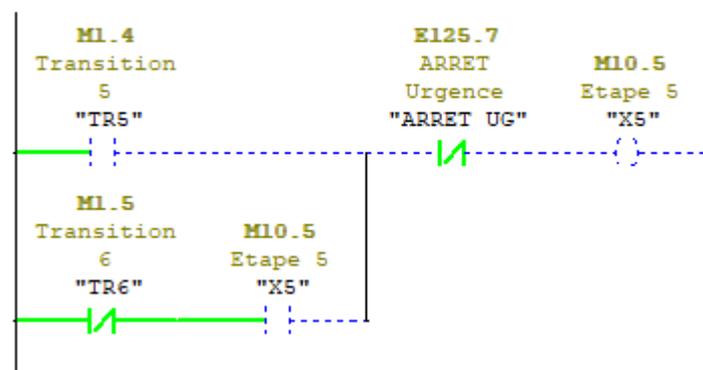
Réseau 4 : Equation étape 3



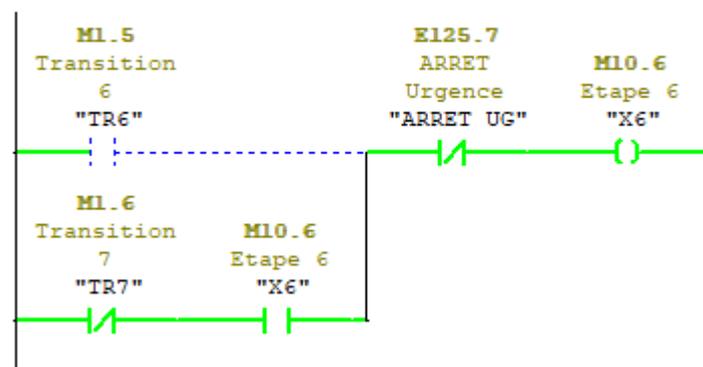
Réseau 5 : Equation étape 4



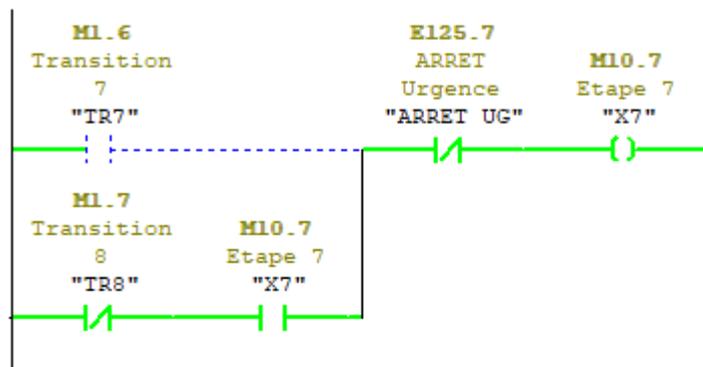
Réseau 6 : Equation étape 5



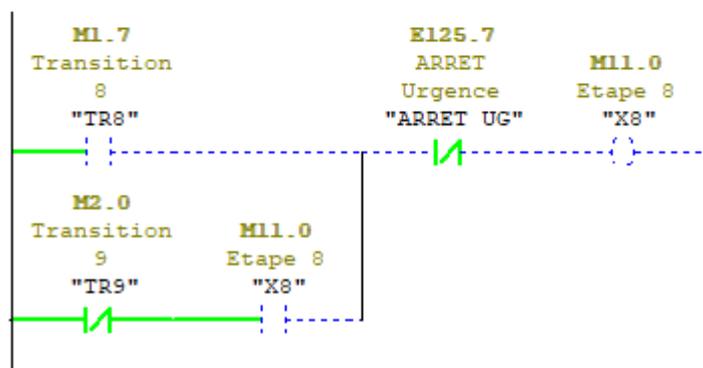
Réseau 7 : Equation étape 6



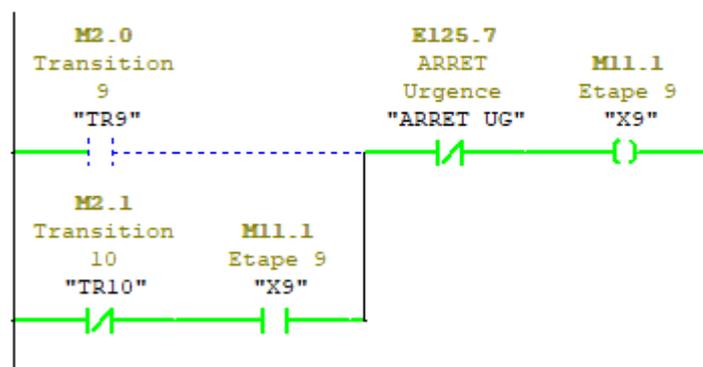
## Réseau 8 : Equation étape 7



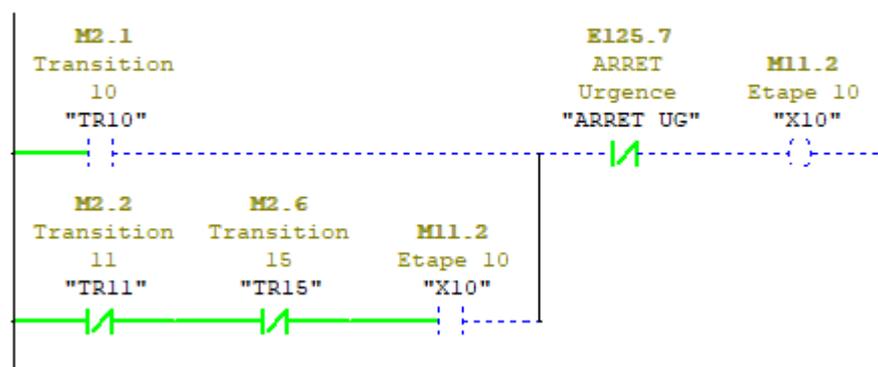
## Réseau 9 : Equation étape 8



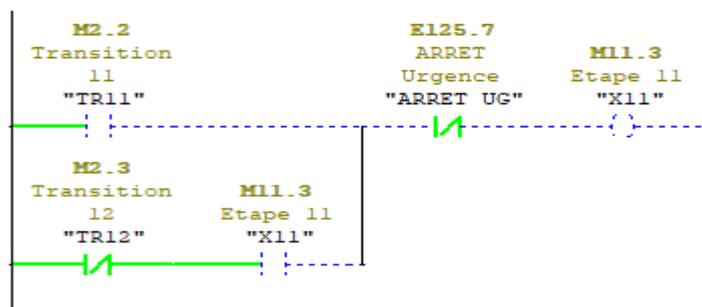
## Réseau 10 : Equation étape 9



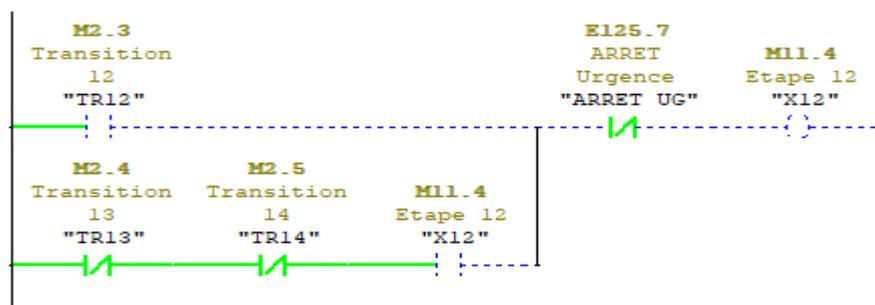
## Réseau 11 : Equation étape 10



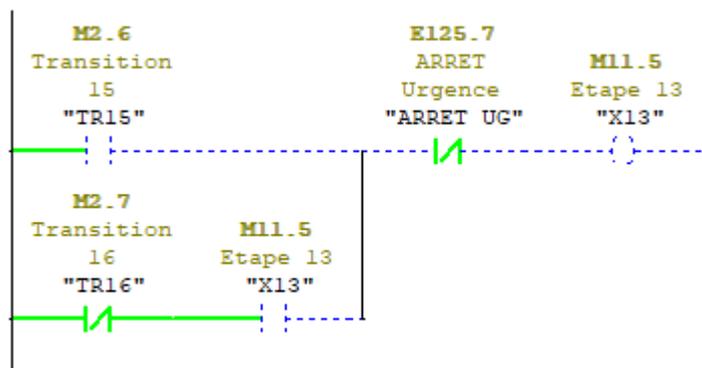
☐ Réseau 12 : Equation étape 11



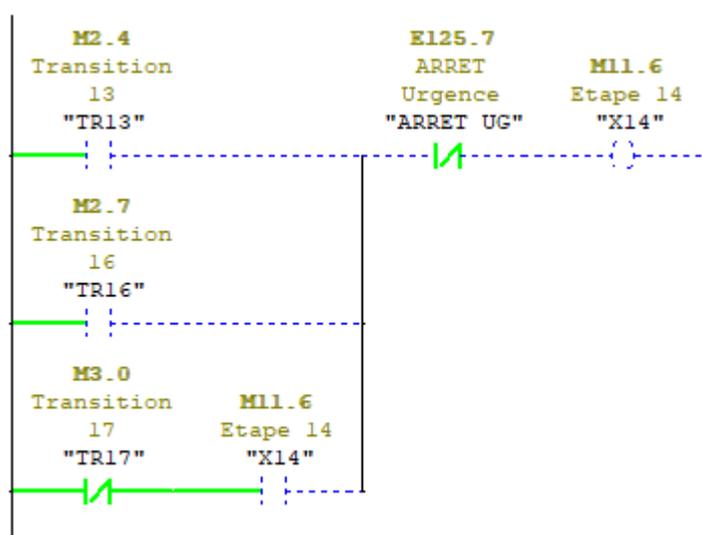
☐ Réseau 13 : Equation étape 12



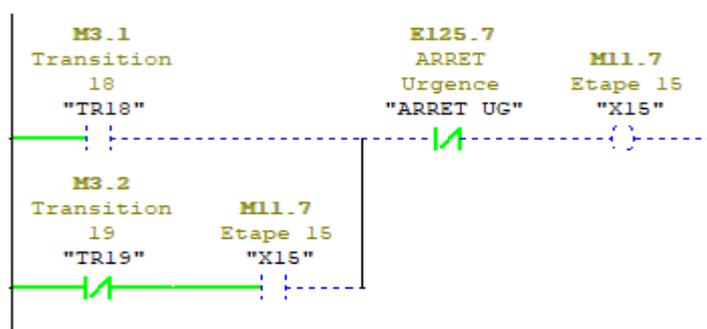
☐ Réseau 14 : Equation étape 13



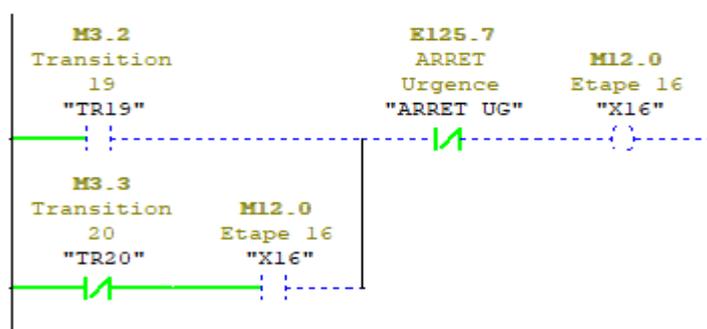
☐ Réseau 15 : Equation étape 14



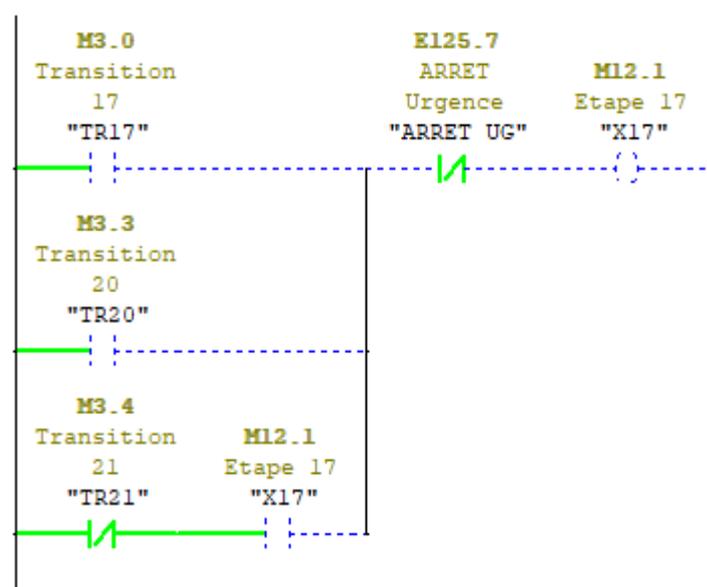
☐ Réseau 16 : Equation étape 15



☐ Réseau 17 : Equation étape 16



☐ Réseau 18 : Equation étape 17

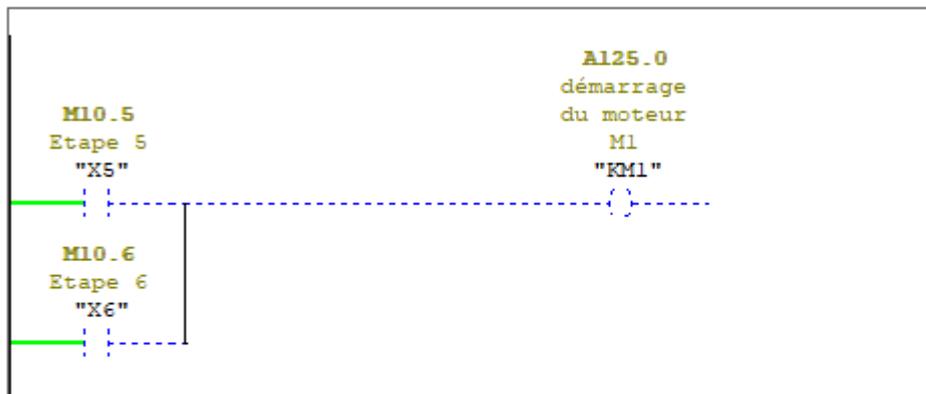


- **Fonction 3 (FC3)**

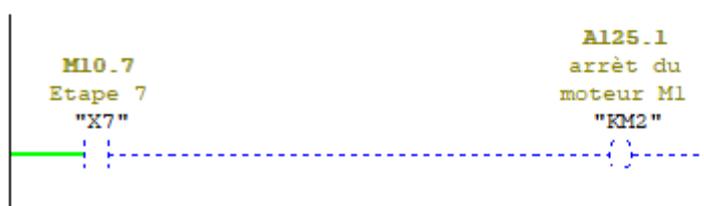
FC3 : equations des actions

Commentaire :

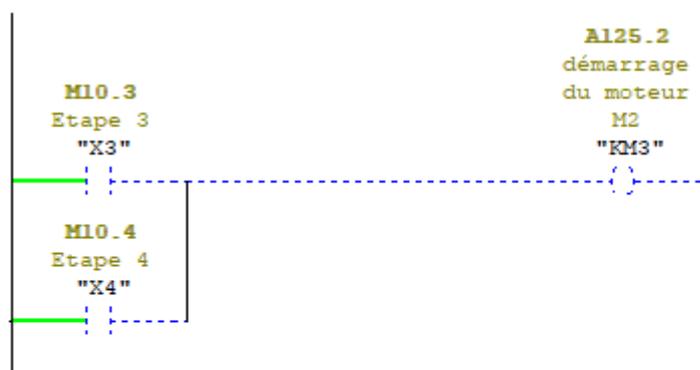
☐ Réseau 1 : démarrage moteur M1



☐ Réseau 2 : Arrêt moteur M1



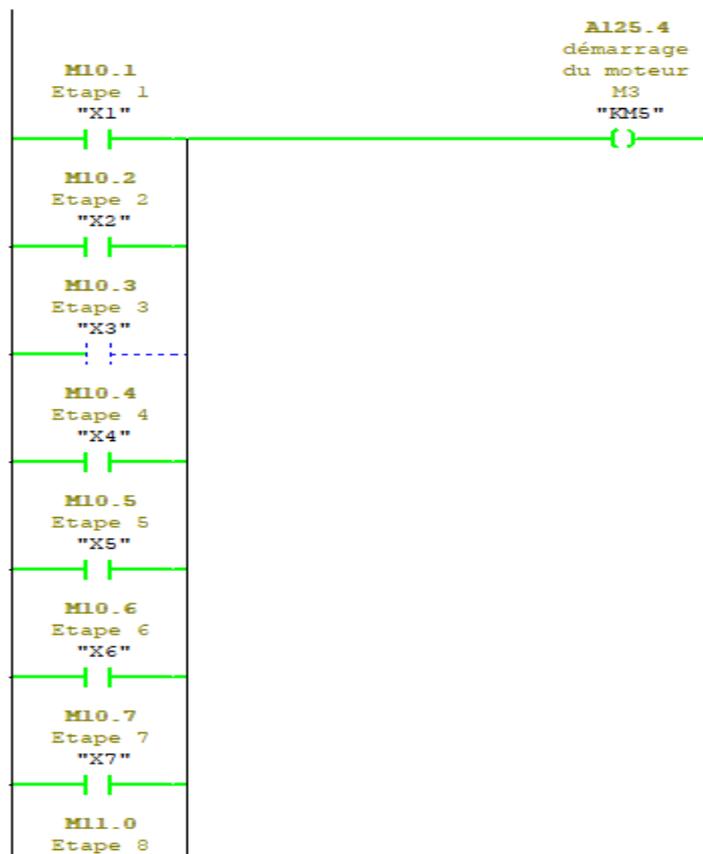
☐ Réseau 3 : démarrage moteur M2



☐ Réseau 4 : arrêt moteur M2



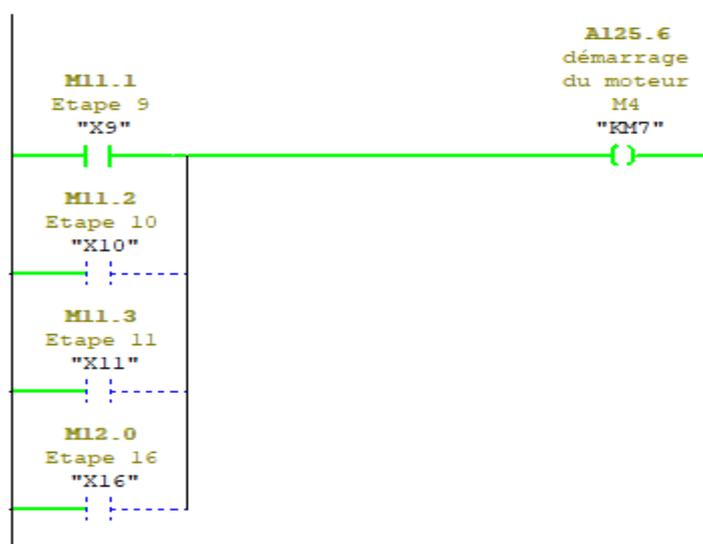
☐ Réseau 5 : démarrage moteur M3



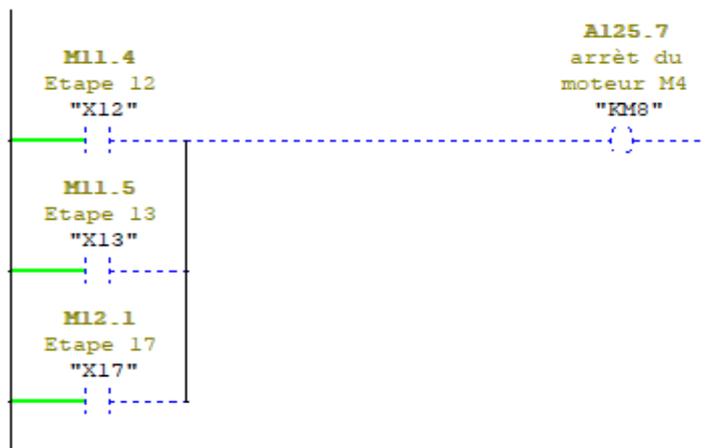
☐ Réseau 6 : arrêt moteur M3



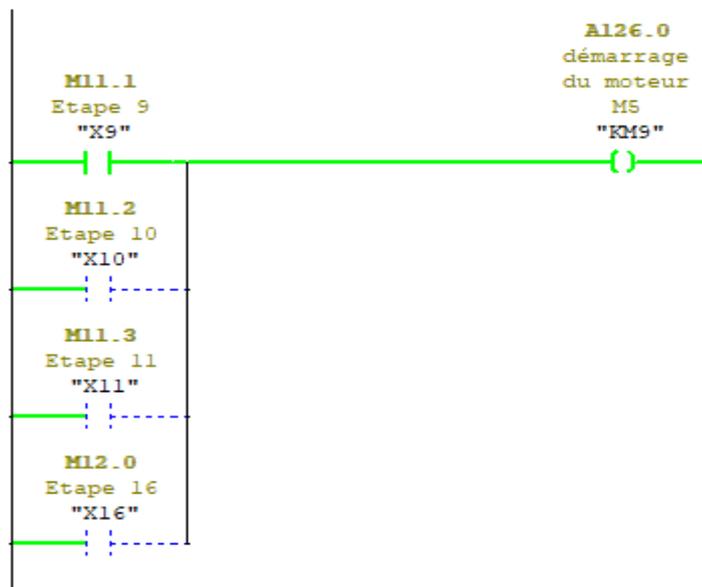
☐ Réseau 7 : démarrage moteur M4



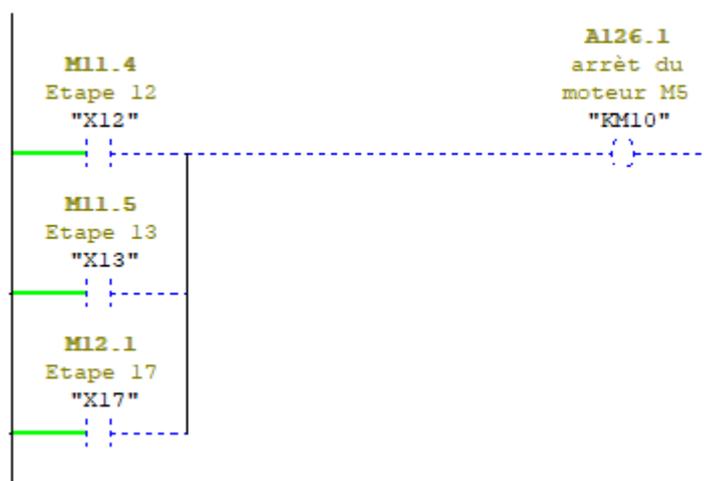
## ☐ Réseau 8 : arrêt moteur M4



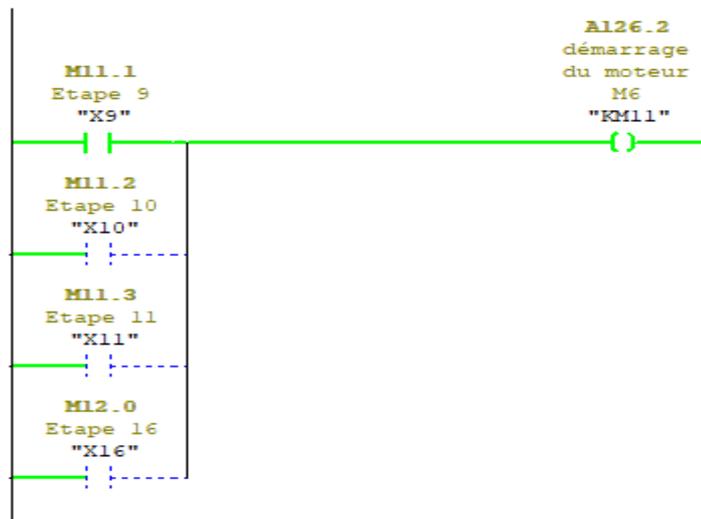
## ☐ Réseau 9 : démarrage moteur M5



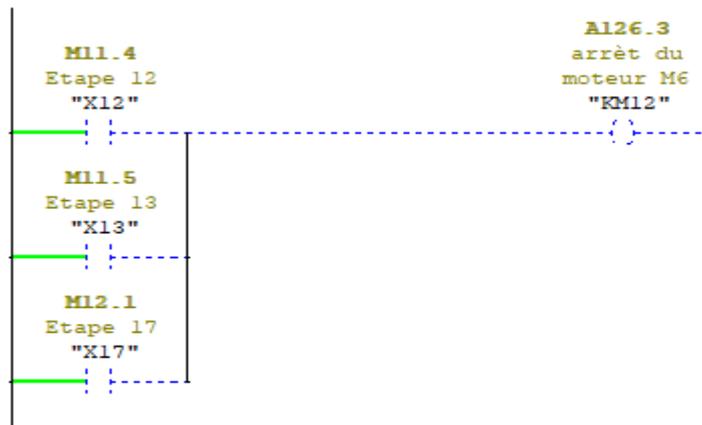
## ☐ Réseau 10 : Arrêt moteur M5



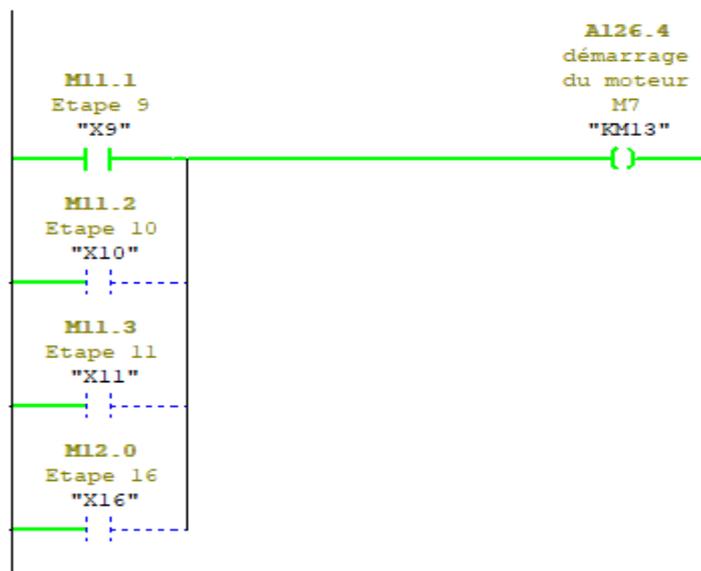
## ☐ Réseau 11 : démarrage moteur M6



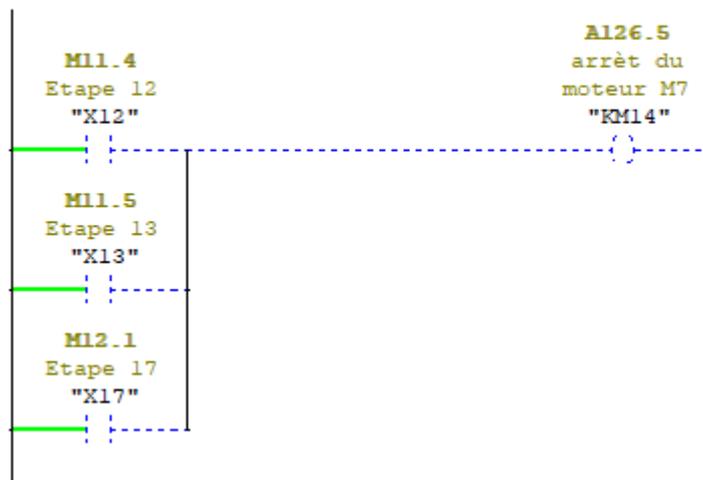
## ☐ Réseau 12 : Arrêt moteur M6



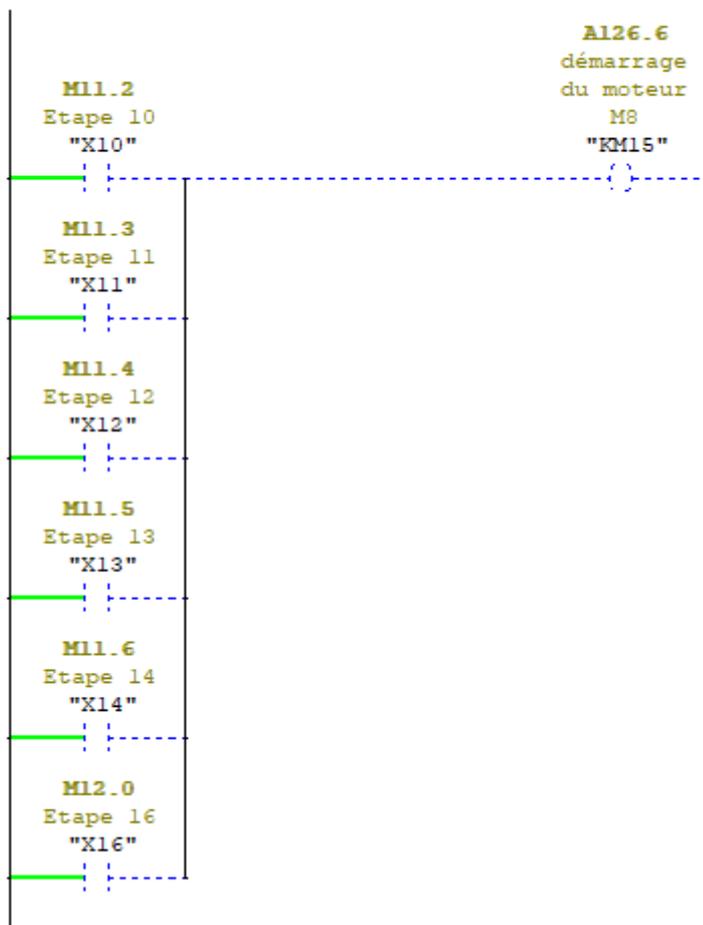
## ☐ Réseau 13 : démarrage moteur M7



## ☐ Réseau 14 : Arrêt moteur M7



## ☐ Réseau 15 : démarrage moteur M8



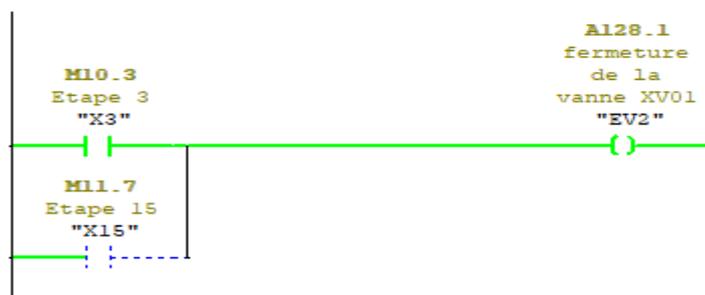
☐ Réseau 16 : Arrêt moteur M8



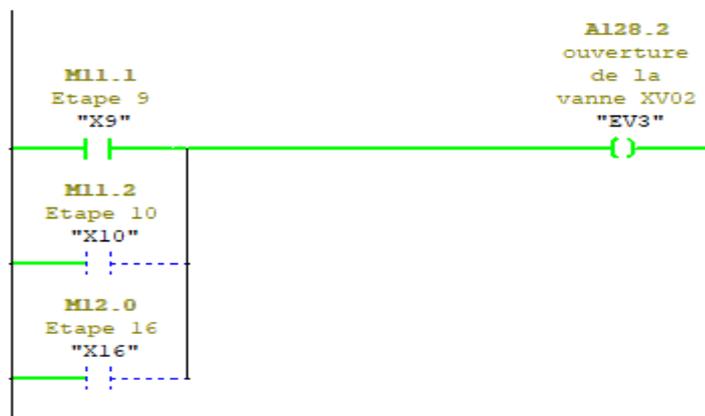
☐ Réseau 17 : Ouverture la vanne XV01



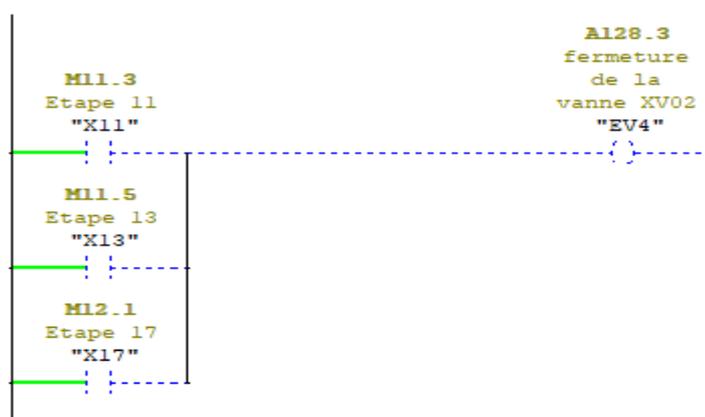
☐ Réseau 18 : Fermeture la vanne XV01



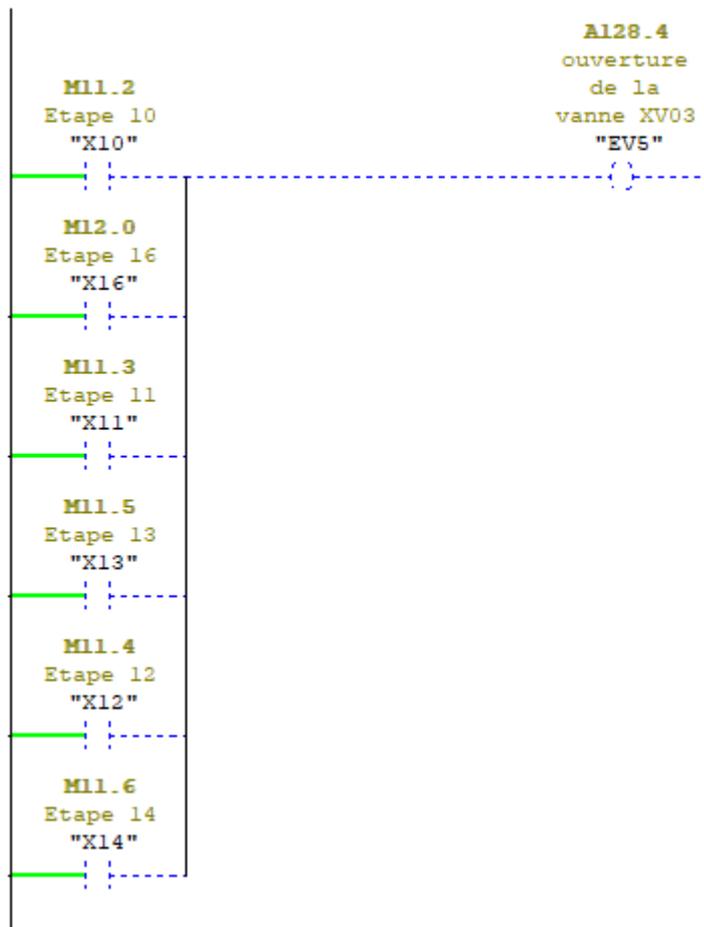
☐ Réseau 19 : Ouverture la vanne XV02



☐ Réseau 20 : Fermeture la vanne XV02



## ☐ Réseau 21 : Ouverture la vanne XV03



## ☐ Réseau 22 : Fermeture la vanne XV03

