

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou**



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

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

*D'INGENIEUR D'ETAT EN AUTOMATIQUE*

# *Thème*

*Amélioration du système de soutirage du  
fromage fondu de la station UHT vers les  
conditionneuses fromage en portion*

Proposé par : M<sup>r</sup> C.GUENDOUL

Présenté par : M<sup>elle</sup> AMROUCHE Hakima  
M<sup>elle</sup> OUSSEDIK Amal

Dirigé par : M<sup>elle</sup> O.CHILALI

Soutenu le : 12/ 07/2009    Devant le jury d'examen composé de : M<sup>r</sup> HASNAOUI  
M<sup>elle</sup> AIT AIDER  
M<sup>me</sup> ALKAMA

*Promotion 2009*

<b>PREAMBULE</b> .....	01
------------------------	----

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	03
------------------------------------	----

## **CHAPITRE I : Etude et fonctionnement de la ligne UHT**

1-Introduction.....	04
2-Présentation de la ligne UHT.....	04
3-Constituant de la ligne UHT.....	05
3-1-Cuiseur.....	05
3-1-1-Composants pneumatiques.....	05
3-1-2-Composants électriques.....	07
3-2- Bac tampon.....	11
3-2-1-Composants électriques.....	11
3-3-Echangeur thermique.....	12
3-3-1-Composants pneumatiques.....	13
3-3-2-Composants électriques.....	13
3-4- Réservoir de détente (flash).....	13
3-4-1-Composants pneumatiques.....	14
3-4-2-Composants électriques.....	14
3-5-Module de crémage(CR400).....	14
3-5-1-Composants pneumatiques.....	15
3-5-2-Composants électriques.....	15
3-6- Course d'arrêt chaude.....	15
3-6-1-Composants pneumatiques.....	15
3-6-2-Composants électriques.....	16
3-7-Les trémies.....	17
3-8-Les capteurs.....	17
3-9-Les transmetteurs.....	18
4- Fonctionnement de la ligne UHT.....	20
4-1-Cycle de production.....	20
4-2Cycle de nettoyage.....	21
5-Cahier des charges.....	25
6-Conclusion.....	26

## **CHAPITRE II : Modélisation de la ligne UHT par GRAFCET**

1-Introduction.....	27
2-Définition du GRAFCET.....	27
2-1-Eléments de base.....	27

---

2-2-Les niveaux de représentation.....	29
3-Amélioration de la ligne UHT.....	29
4- Tableau des mnémoniques.....	30
5-Modélisation par GRAFCET.....	32
6-Conclusion.....	33

### **CHAPITRE III : L'automate programmable et sa programmation**

1-Introduction .....	34
2-Les automates programmables.....	34
3-L'automate S7-300.....	34
4-Programmation avec le SIMATIC STEP7.....	35
4-1-Utilisation de STEP 7.....	35
5- Simulation du programme.....	40
5-1-Définition.....	40
5-2- Quelques exemples de simulation de notre programme.....	41
6-Conclusion.....	42

<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>43</b>
---------------------------------	-----------

### **ANNEXES**

### **BIBLIOGRAPHIE**

# *Remerciements*

*Nos gratitude s'adressent à notre Co-promoteur M<sup>r</sup> GUENDOUL qui nous a tant aidés à réaliser ce projet, aussi à tous les personnels du département maintenance de PATURAGES d'Algérie en particulier à M<sup>r</sup> GHEZALI , à M<sup>r</sup> NAIT LAAZIZ et M<sup>elle</sup> NAIT LARBI pour leurs aides et encouragements.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui ont aidé à réaliser ce travail, notamment notre promotrice M<sup>elle</sup> CHILALI pour le temps qu'elle nous a consacré, son aide et ces orientations, M<sup>r</sup> CHARIF et M<sup>r</sup> MAIDI pour leurs aides précieuses.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury qui nous ferons l'honneur de juger notre travail.*

*Nos profonds respects et chaleureux remerciements à nos très chères familles.*

## **Présentation et Cartographie de la Sarl Pâturages d'Algérie**

Pâturages d'Algérie est une société de droit algérien qui a pour mission la conception, la production, la distribution et la commercialisation d'une très vaste gamme de produits laitiers, à savoir : tous types de fromages frais naturels et aromatisés, leben, laits stérilisés mise à la disposition du consommateur algérien.

En 1998 la société portait le nom de « LA MONTAGNARDE » et était implantée à 1200 m d'altitudes en Kabylie, dans une région enclavée du pays, à Ain El Hammam.

En 2002, face aux difficultés économiques et suite à un incendie, la société a pris place à TIZI-OUZOU au nom de « Pâturages d'Algérie ».

La S.A.R.L. (Société à responsabilités limitée.) Pâturages d'Algérie est composée de plusieurs ateliers :

- Laiterie : spécialisé en production de lait, petit lait (LBEN), lait caillé (RAIB).
- Fromages à pâte molle : cet atelier est destiné à la production de :
  - ✓ Le petit Brie.
  - ✓ Le cerisier.
  - ✓ Le figuier.
  - ✓ Brie galette.
- Fromages de fonte : spécialisé en production de :
  - ✓ Fromage fondu.
  - ✓ Crème fraîche.
  - ✓ Crème camembert.
- Fromages frais : où l'on produit :
  - ✓ Tartinet aux fines herbes et à l'ail.
  - ✓ Tartinet à la crème d'olives.
  - ✓ Délice d'Algérie.
  - ✓ Fromage frais.
  - ✓ Cheddar.
- Fromage à pâtes pressées.

❖ **Remarque :**

- Un contrôle physico-chimique et bactériologique s'effectue à différentes étapes de fabrication. Le contrôle qualitatif est assuré par le laboratoire de l'entreprise et d'autres tel que l'institut Pasteur, laboratoires régional de Tizi-Ouzou.
- Une fois le produit fini, des tests scientifiques impératifs vérifiant que le fromage est bien élaboré selon des règles précises et qu'il répond aux normes de composition et de qualité hygiénique.

Devant la compétitivité sans cesse croissante et de plus en plus « dure » demandée aux industries, qu'elles soient mécaniques, de transformation de produit ou de grande consommation, les industriels doivent garder leur outil de production performant et fiable. Dans ce domaine, l'automatisation tient une place très importante; il est difficile de concevoir un système de production sans avoir recours aux différentes technologies et composants que forment les systèmes automatisés de production (*SAP*).

Pour cela, en 2007, l'atelier fromage de fonte de la sarl Pâturage d'Algérie s'est équipé d'une nouvelle installation automatisée pilotée par un automate SIEMENS.

C'est dans cet atelier que nous avons élaboré ce travail, qui consiste à améliorer l'installation destinée à la fabrication du fromage UHT (Ultra Haute Température) par :

- La gestion de la vitesse de la pompe d'alimentation de 5 conditionneuses de fromage en portion.
- La gestion des vannes alimentant les trémies,
- Surveillance de niveaux trémies.
- Insertion d'une vanne semi rotative sur le flash pour un meilleur nettoyage.

Notre travail consiste en premier lieux à présenter l'installation appelée UHT puis faire son étude en précisant tous ses composants ainsi que leurs rôles dans l'installation, ensuite décrire son fonctionnement. Nous identifierons les différents problèmes de la station en essayant de trouver les solutions.

Nous passerons à la modélisation du système amélioré avec le GRAFCET. La dernière étape à suivre sera de donner la solution puis la simuler pour savoir si la solution est opérationnelle, et si sa mise en œuvre par l'implémentation du programme de commande élaboré dans l'automate programmable est possible.

Nous terminerons par une conclusion générale.

## 1-Introduction

La chaîne de production étudiée est une chaîne automatique, qui sert à la production du fromage en portion.

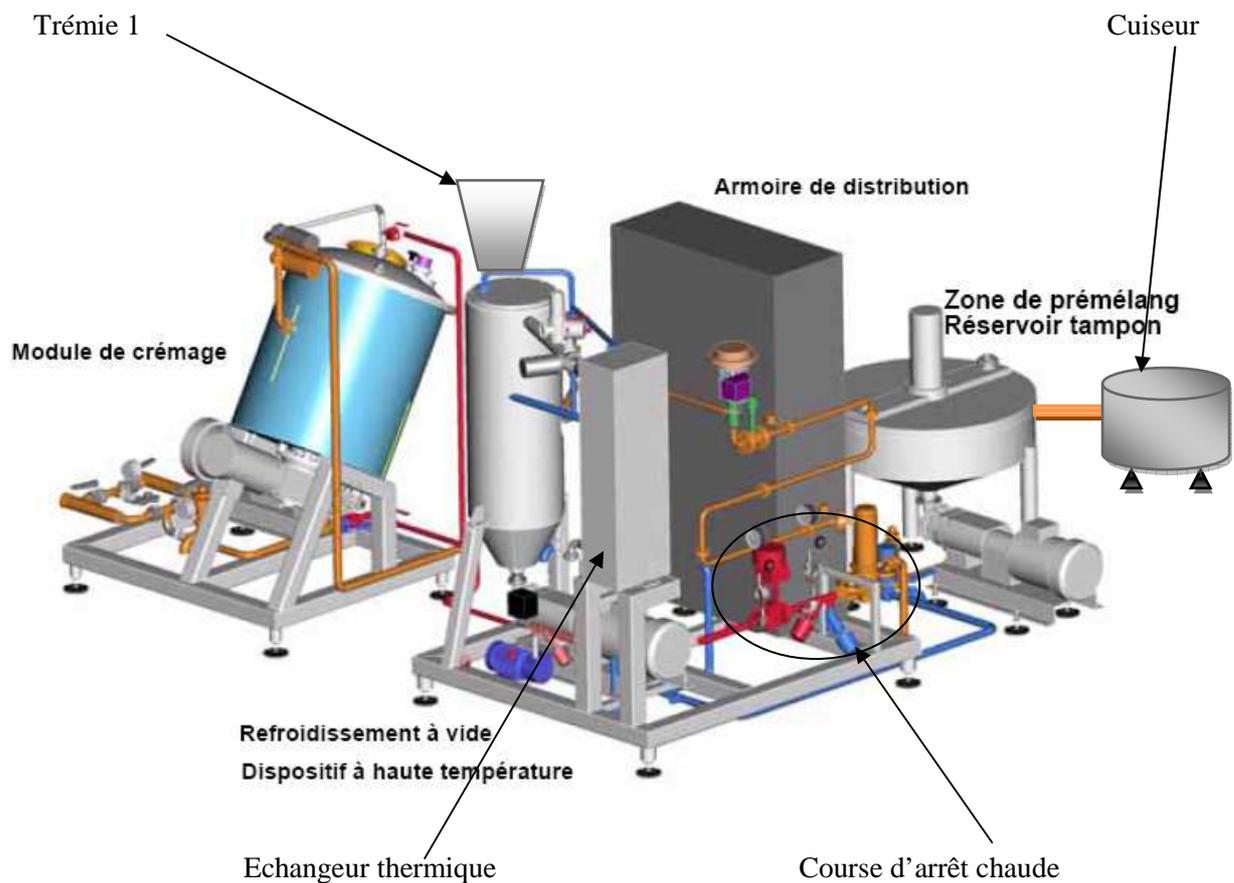
Dans ce chapitre nous allons décrire la ligne de production, définir ses composants, leurs rôles pour en déduire son fonctionnement.

## 2-Présentation de la ligne Ultra haute Température (UHT)

Le système modulaire à haute température Stephan CL1500 est une installation robuste et de grande longévité, destinée à l'industrie alimentaire exclusivement à la stérilisation des fromages fondus.

La ligne UHT se compose essentiellement de (figure I-1):

- Cuiseur (UM/SK 130).
- Réservoir tampon.
- Course d'arrêt chaude (CHAMMBREUR).
- Echangeur thermique.
- Flash (réservoir de détente FK).
- Module de crémage(CR400).
- Trémies.



**Figure I-1** : représentation de la ligne UHT.

### 3- Constituants de la ligne UHT

#### 3-1-Cuiseur

C'est une machine universelle de type UM/SK 130. Elle sert à couper, émulsifier et mélanger les ingrédients de la recette de manière homogène et les chauffer à une température  $T_p=85^\circ\text{C}$ . Le cuiseur est constitué d'une cuve et d'un couvercle verrouillés ensemble à l'aide de deux fermetures à garrot. La cuve est dotée d'une double paroi afin de pouvoir chauffer son contenu, sans contact direct avec la vapeur.

La machine UM/SK130 est équipée des composants suivants :

##### 3-1-1-Composants pneumatiques

Un composant pneumatique est un composant alimenté en air comprimé, il peut être :

- **Un pré actionneur (distributeur):** c'est un constituant de gestion de l'énergie de commande d'un actionneur. Son rôle principal est d'alimenter celui-ci en énergie nécessaire (pneumatique).
- **Un actionneur :** qui est un constituant de puissance qui convertit l'énergie d'entrée (pneumatique) en une énergie de sortie (mécanique) utilisable pour une action définie.

Les composants pneumatiques constituant le cuiseur sont :

➤ **Vanne à clapet à siège incliné**

C'est une vanne commandée permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique, la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. Elle est de 2/2voies GEMU554 de type tout ou rien, utilisée sous haute température.

Pour fonctionner, la vanne doit bénéficier d'une pression supérieure à 0 bars. Cette pression va permettre au piston ou membrane de se mouvoir.

Le cuiseur contient, essentiellement, cinq vannes à clapet :

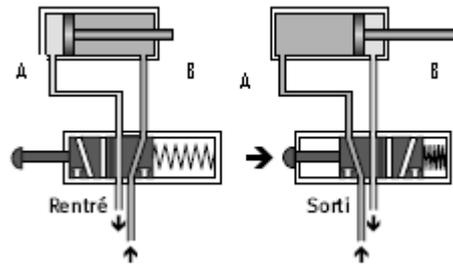
- ✓ Une d'admission et l'autre d'alimentation en eau.
- ✓ Une d'admission et l'autre d'alimentation en vapeur.
- ✓ Une permettant l'aspiration du vide.

➤ **Vérins pneumatiques**

Les vérins sont des actionneurs linéaires qui permettent de déplacer de façon linéaire divers mécanismes.

○ **Commande d'un vérin double effet**

Lorsque la pression est appliquée à l'orifice A du vérin (orifice B connecté à l'atmosphère), le piston se déplacera vers la droite (il sera alors en extension). Lorsque la pression est appliquée à l'orifice B du vérin (orifice A connecté à l'atmosphère), le piston reviendra à la position de repos il sera alors en contraction (figure I-2).



**Figure I-2 :** commande d'un vérin double effet.

Dans le cas de UM/SK130 ; il existe un seul vérin double effet utilisé pour la vidange du produit.

### 3-1-2-Composants électriques

#### ➤ Moteur principal

C'est un moteur asynchrone triphasé (figure I-3) à un seul sens de rotation. Il est constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif et d'un rotor (induit) soit en court-circuit, soit bobiné aboutissant à des bagues dans lesquelles le courant est créé par induction. Ce moteur a la particularité de fonctionner grâce à un champ tournant. Il est de type (200 L-4/2), d'une puissance  $P=29/33$  KW et d'une vitesse de rotation  $n=1500/3000$ tr/min.

Le schéma de commande et celui de puissance sont représentés sur les figures( I-4-1,I-4-2).



**Figure I-3 :** moteur asynchrone.

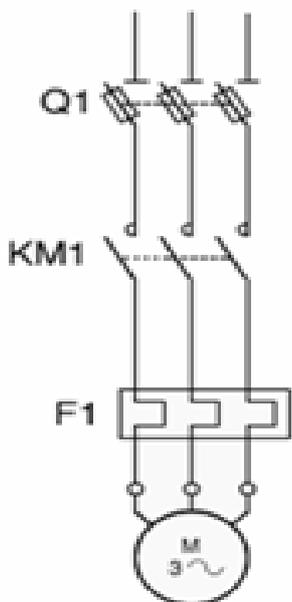


Figure I-4-1 : circuit de puissance

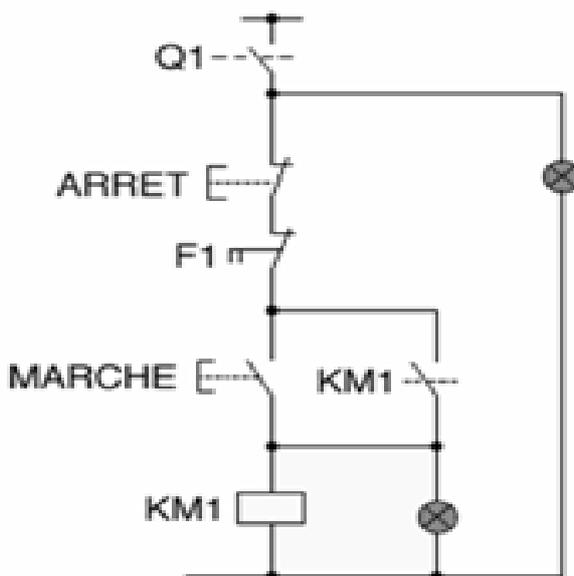


figure I-4-2 : circuit de commande

Ce moteur assure le mélange du produit dans la cuve du cuiseur.

➤ **Motoréducteur**

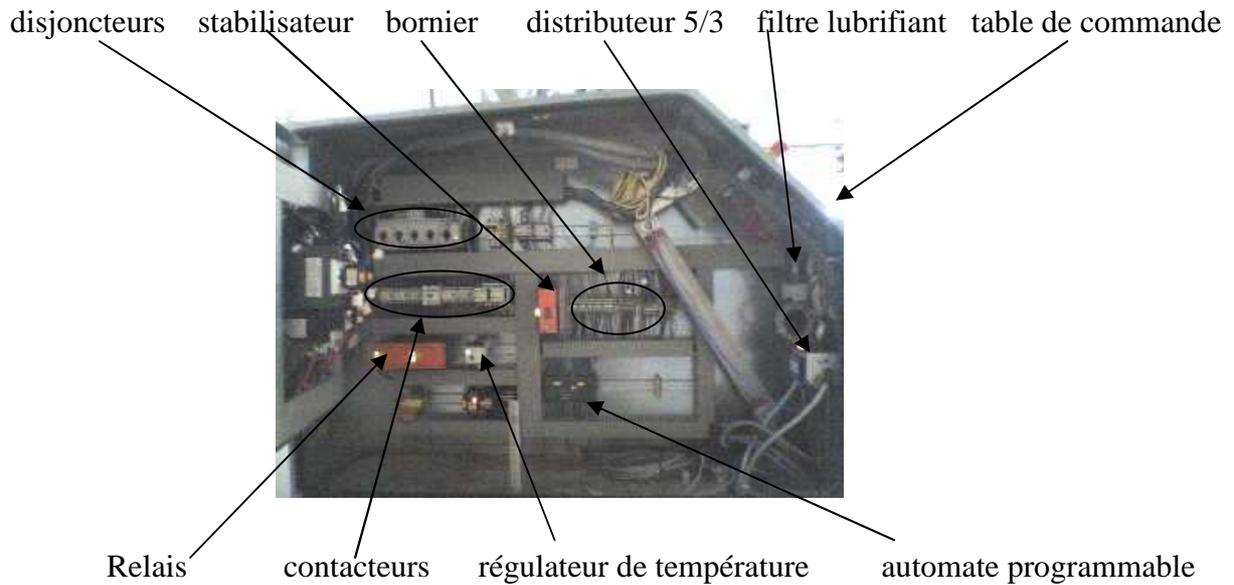
Il est d'une vitesse de rotation constante  $n=29\text{tr/min}$  et d'une puissance  $P=1.1\text{KW}$  à un seul sens de rotation. Son rôle est de faire tourner le bras racleur qui sert à contribuer à la bonne révolution du produit et à racler le produit collant au couvercle et à la cuve.

➤ **une pompe à vide**

C'est un outil permettant d'extraire l'air ou tout autre gaz contenu dans une enceinte close, afin d'en diminuer la pression. L'anneau liquide se tourne excentriquement dans l'espace de travail. La roue transmet la puissance du moteur par l'anneau liquide tournant au gaz à pomper. Cela crée un effet décompression à impulsions réduites. Cette pompe a pour rôle l'aspiration du vide contenu dans le cuiseur.

➤ **armoire de commande**

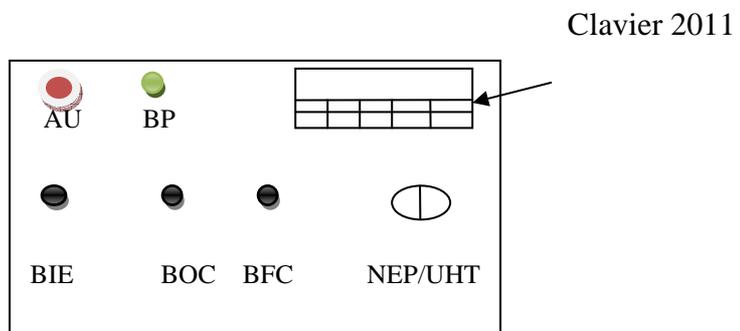
La partie instrumentation est rassemblée dans l'armoire de commande (figure I-4)



**Figure I-4** : l'armoire de commande.

Cette armoire de commande est composée essentiellement de :

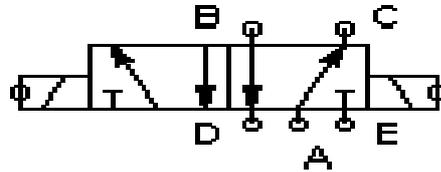
- Une table de commande (figure I-5) qui est constitué de :
  - ✓ Un bouton d'arrêt d'urgence (AU).
  - ✓ Un bouton de démarrage (BP).
  - ✓ Un clavier à effleurement 2011.
  - ✓ Un bouton poussoir d'injection d'eau(BIE).
  - ✓ Un bouton poussoir pour l'ouverture du couvercle(BOC) et un autre pour sa fermeture(BFC).
  - ✓ Un bouton commutatif (UHT/NEP).



**Figure I-5** : table de commande.

- Un terminal de distributeur 5/3 :

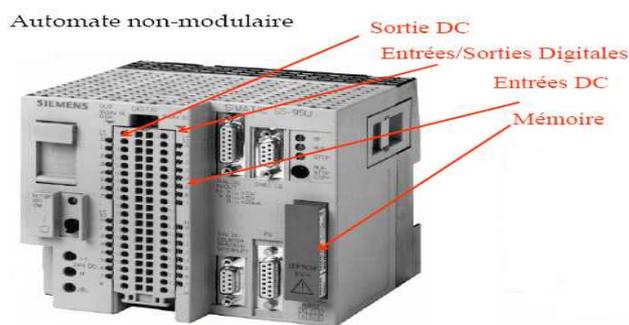
Le distributeur est un organe de communication de la technologie pneumatique. Il laisse propager ou non un signal pneumatique (figure I-6).



**Figure I-6** : distributeur pneumatique 5/3.

- Un automate programmable compact de type LOGO DC 12/24V :

L'automate programmable est un appareil électronique, comporte une mémoire programmable par un utilisateur à l'aide d'un langage adapté (Figure I-7).



**Figure I-7** : automate programmable compact.

- Un filtre lubrifiant : avant d'utiliser l'air, il faut le filtrer, l'assécher, le graisser et réguler sa pression. Ainsi avant chaque SAP (système automatisé de production), on place une unité de conditionnement FRL appelé aussi « tête de ligne » qui fournit l'énergie pneumatique au système. Cette unité est constituée d'un filtre, d'un mano-régulateur et d'un lubrificateur.

**Filtre (F)** : Sert à filtrer les poussières et assécher l'air.

**Mano-régulateur(R)** : Sert à régler la pression d'air.

**Manomètre** : Il indique la pression de l'air de service dans les différents organes pneumatiques.

**Lubrificateur(L)** :c'est un pulvérisateur d'huile qui sert à éviter la corrosion et à améliorer le glissement des organes pneumatiques de l'équipement

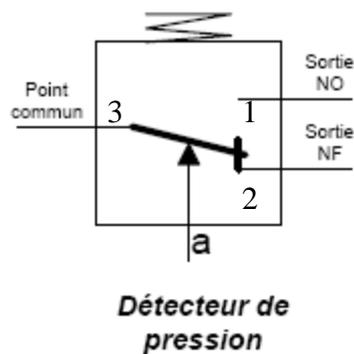
### 3-2- Bac tampon

Son support, son réservoir et son couvercle sont fabriqués en acier fin. Il sert de réservoir intermédiaire pour le traitement continu du produit prévenant de la machine UM/SK 130 STEFHAN vers le dispositif à haute température.

#### 3-2-1-Composants électriques

##### ➤ Un pressostat de type DWR

C'est un appareil de précision qui est réglé et ajusté à une pression précise. Il est constitué de trois contacteurs (figure I-8).



**Figure I-8:** plan de connexion d'un pressostat.

Quand la pression augmente ; le contact 3-1 s'ouvre et le contact 3-2 se ferme et dans le cas contraire, les contacteurs commutent.

Pour assurer la sécurité du bac tampon ; un pressostat réglé à une pression d'admission de 10 bar max est monté dans la tuyauterie.

##### ➤ Un motoréducteur (211-MO 101)

Il a un seul sens de rotation utilisé pour le mélange du produit.

➤ **Une pompe volumétrique** (211-PU 201)

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement fermé à l'intérieur où se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté.

Son fonctionnement est basé sur le principe suivant :

- Exécution d'un mouvement cylindrique.
- Pendant son fonctionnement ; un volume de produit pénètre dans un compartiment puis refoulé. Ce mouvement permet le déplacement du produit entre l'orifice d'aspiration et celui du refoulement.

Dans la ligne UHT ; cette pompe est utilisée pour l'envoi du produit dans le dispositif de chauffage à haute température.

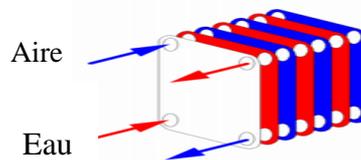
### 3-3-Echangeur thermique

C'est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides.

L'échangeur thermique utilisé dans la ligne UHT est à plaques de type SIGMA 26 NBR .1M2 (figure I-9) et de surface  $2m^2$ . Il a les caractéristiques données dans le tableau I-1.

	min	max
Pression (bar)	0	6
Température (°c)	5	140

**Tableau I-1 :** les caractéristiques de l'échangeur thermique.



**Figure I-9 :** un schéma d'un échangeur à plaque.

### 3-3-1-Composants pneumatiques

#### ➤ Une vanne papillon

Les vannes papillons sont des vannes de régulation, à action mécanique, d'un mouvement semi-rotatif par un clapet excentré. Celui-ci peut être orienté de telle sorte que le fluide tend à ouvrir la vanne ou à la fermer, pour satisfaire les conditions d'écoulements. Elles sont de type tout ou rien utilisées pour le nettoyage.

### 3-3-2-Composants électrique

#### ➤ Une vanne motorisée

C'est des vannes contrôlables à distance par l'intermédiaire d'un automate. Le moteur utilise l'énergie électrique pour son circuit de puissance. Les vannes motorisées électriques standard ont un fonctionnement « tout ou rien ». Cette vanne est utilisée pour l'aspiration du vide contenu dans le flash.



**Figure I-10** : vanne motorisée électrique.

#### ➤ Une pompe à vide (315-PU 501)

Elle est utilisée pour l'aspiration du vide contenu dans le réservoir de détente.

### 3-4- Réservoir de détente (flash)

Il est doté d'une double paroi afin de pouvoir refroidir son contenu sans contact direct avec l'air. Il est caractérisé par une pression (température) minimale et maximale (tableau I-2).

	min	Max
Pression (bar)	-1	0.8
Température (°c)	-10	117

**Tableau I-2** : les caractéristiques du réservoir de détente.

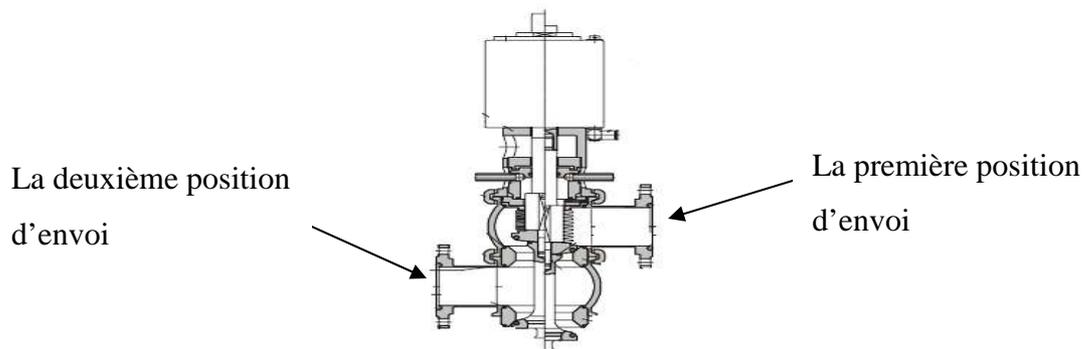
### 3-4-1-Composants pneumatiques

➤ **Des vannes papillons**

De type tout ou rien, utilisées pour le nettoyage.

➤ **Une vanne à deux sièges**

C'est une vanne qui peut prendre deux positions, elle est conductrice dans un sens et par une commande elle change de sens (figure I-11



**Figure I-11** : une coupe longitudinale d'une vanne à deux sièges.

Cette vanne laisse passer le produit dans le flash si la température désirée est atteinte (140°C), sinon elle change de position pour faire le retour du produit et son évacuation vers un chariot.

### 3-4-2-Composants électriques

➤ **Une pompe volumétrique**

Elle sert à évacuer le produit vers le module de crémage.

## 3-5-Module de crémage

La forme particulière lisse de la cuve, permet de racler le produit proprement au niveau des parois de la cuve. A des fins d'inspection ; le réservoir est doté d'une ouverture de surveillance. Via l'ailette de crémage avec le racleur dans le CR 400, le crémage du produit est réalisé selon le niveau de remplissage. Le racleur empêche que le produit colle aux parois de la cuve.

### ***3-5-1-Composants pneumatiques***

➤ **Une vanne papillon**

Elle est de type tout ou rien, utilisée pour le nettoyage.

➤ **Un pressostat**

Il est utilisé pour la sécurité du module de crémage.

### ***3-5-2- Composants électriques***

➤ **Un motoréducteur (316-MO 102)**

Il est de type KAF 77DV 132 S4 TF .Il entraine la pompe d'évacuation.

➤ **Une pompe volumétrique (316-PU101)**

Elle est utilisée pour évacuer le produit du CR 400 vers les conditionneuses.

## **3-6- Course d'arrêt chaude**

La stérilisation du fromage se fait dans la course d'arrêt chaude.

### ***3-6-1-Composants pneumatiques***

➤ **Vanne modulante**

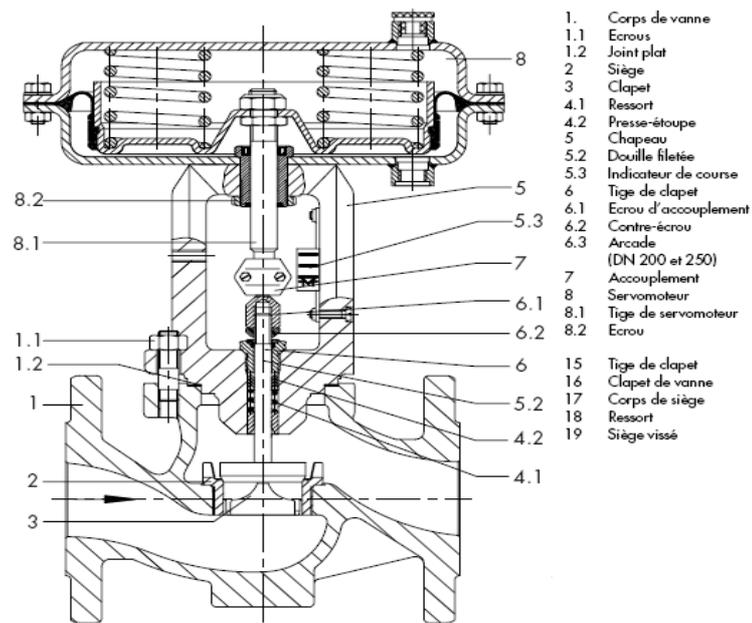
C'est une vanne de régulation, à mouvement linéaire, composée d'un servomoteur pneumatique et d'un corps avec clapet.

Le servomoteur pneumatique comprend deux coupelles de membranes, il permet le montage intégré d'un positionneur pneumatique sur les vannes de réglage. La pression de commande produit sur la membrane une force qui est compensée par celle des ressorts du servomoteur.

La plage de pression de commande est définie par le nombre et la précontrainte des ressorts en fonction de la course nominale. La course est proportionnelle à la pression de commande.

La course chaude contient deux vannes de régulation :

- ✓ Une a un servomoteur de type 3277, utilisée pour la régulation de la vapeur.
- ✓ L'autre a un servomoteur de type 4763 équipé d'un positionneur utilisée pour la régulation de la température.



**Figure I-12** : une coupe longitudinale d'une vanne modulante.

### ➤ Deux vannes papillons

Utilisées pour le lavage.

### 3-6-2- Composants électriques

La partie instrumentation est rassemblée dans l'armoire de commande qui est constituée de :

- Une table de commande qui contient :
  - ✓ Un bouton d'arrêt d'urgence.
  - ✓ Un bouton de démarrage.
  - ✓ Un bouton d'alimentation.
  - ✓ Pupitre tactile OP177B (figure I-13) : c'est un terminal de dialogue qui a pour fonction principale :
    - La visualisation des données issues de l'automate.
    - La modification des paramètres de l'automate.



**Figure I-13** : pupitre tactile OP177B.

- Un bloc de distributeur 5/3.
- Un automate programmable modulaire de type S7 300.
- Des relais thermiques pour la protection des moteurs contre la surcharge.
- Un stabilisateur de tension.
- Des disjoncteurs.
- Des contacteurs.
- Des transformateurs.
- Des variateurs de fréquences : utilisés pour varier les vitesses des moteurs.

### 3-7-Les trémies

Elles représentent l'espace réservé pour le stockage du fromage avant de l'envoyer vers les conditionneuses, qui assurent le moulage et l'emballage du fromage en portion.

Chaque trémie est équipée d'un capteur de niveau de type photo-électriques à réflexion, et d'un détecteur de métal pour le bouclage de la NEP (Nettoyage En Place).

### 3-8-Les capteurs

Un capteur est un élément d'un appareil de mesure auquel est directement appliquée une grandeur à mesurer et dont le signal de sortie n'est pas directement utilisable comme signal d'entrée dans la boucle de mesure ou de régulation. La ligne UHT comporte les capteurs suivants :

---

➤ **Des sondes de température Pt 100**

Elles sont des sondes à résistance de platine ( $R_0=100 \Omega$  à  $0^\circ\text{C}$ ) munie d'une enveloppe de protection que l'on insère dans la conduite, à la sortie de l'injecteur. Ces sondes sont utilisées pour réaliser les boucles d'asservissement de la température de stérilisation.

➤ **Des sondes de niveau**

La sonde Multi cap DC 16 est, principalement, utilisée pour la détection de niveau dans le liquide. La sonde forme, avec la paroi du réservoir, un condensateur : si la sonde est dans l'air, on mesure une capacité initiale faible. Dès que le produit recouvre la sonde, cette capacité devient plus importante avec en parallèle la résistance du produit.

Ces sondes détectent le niveau de remplissage du réservoir tampon.

➤ **Capteur de proximité inductif**

Il détecte, sans contact, tous les objets de matériaux conducteurs.

Depuis sa face active, le détecteur de proximité inductif génère des champs électromagnétiques alternants. L'approche d'un matériau conducteur provoque une modification de ces champs magnétiques, et le capteur délivre alors un signal.

Dans cette station ; on en retrouve trois qui ont pour rôle de détecter :

- Le verrouillage du couvercle.
- La rotation du bras racleur.
- Le freinage de l'ailette de transport.

### **3-9-Les transmetteurs**

Un transmetteur est un appareil de mesure dont l'entrée est issue d'un capteur et la sortie est un signal conforme à un standard analogique « 0.2-1 bar ou 4-20 mA » ou numérique directement utilisable dans une boucle de mesure.

La ligne UHT comporte les transmetteurs suivants :

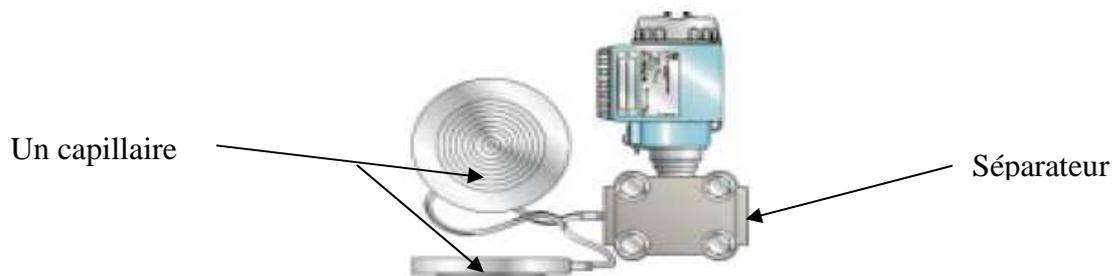
➤ **Transmetteur différentiel**

Il permet la mesure de niveau par la mesure de la pression hydrostatique, indépendamment de la pression statique du réservoir. Il est équipé d'un séparateur à membrane (figure I-14)

### Principe de fonctionnement

La pression déplace la membrane séparatrice et un liquide transmet la pression sur un pont résistif. La modification de la tension de sortie du pont, fonction de la pression, est mesurée et exploitée.

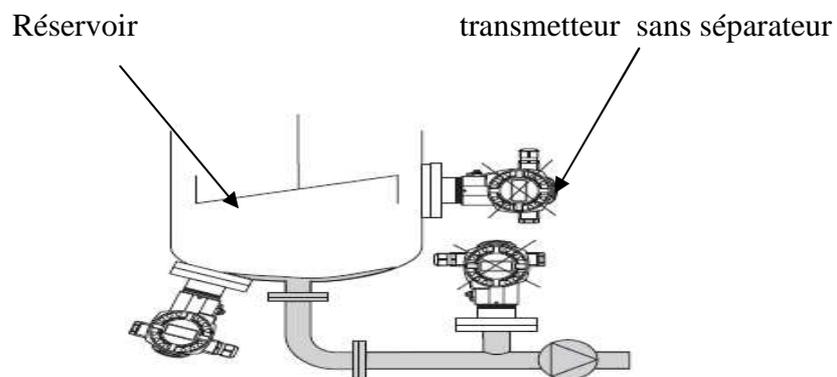
Ce transmetteur est utilisé pour la mesure de niveau du module de refroidissement.



**Figure I-14** : un transmetteur différentiel avec séparateur et capillaires.

### ➤ Transmetteur sans séparateur

C'est un transmetteur de pression utilisé en mesure de pression ou de niveau du crèmeur (figure I-15).



**Figure I-15** : montage du transmetteur sans séparateur sur un réservoir.

## 4- Fonctionnement de la ligne UHT

### 4-1-Cycle de production

- ✚ Les matières premières sont introduites manuellement dans la cuve du cuiseur.
- ✚ Une fois le couvercle fermé et verrouillé ; l'eau et la vapeur, sélectionnés par l'afficheur de commande, sont ajoutées via des conduites comportant des soupapes d'admission et des soupapes d'alimentation. On déclenche le moteur principal et le bras racleur pour mélanger et chauffer le produit jusqu'à une température  $T_p=85^\circ\text{C}$ .
- ✚ Le réservoir tampon reçoit le produit provenant du cuiseur à travers la vanne de vidange. Ce produit sera transporté via la pompe 211-PU201 dans l'injecteur UHT où la vapeur est aussi introduite.
- ✚ la quantité de cette vapeur est régulée en fonction de la boucle d'asservissement « sonde de température PT 100(313-TT101)-commande par programme enregistré-vanne de régulation modulante (313-VC401) ».
- ✚ La stérilisation a lieu dans la course d'arrêt chaude à une température  $T_p=140^\circ\text{C}$ , où la pression est maintenue constante par l'intermédiaire de la boucle d'asservissement « transmetteur de pression 313-PT103-CPU-vanne modulante 313-VC101 ».
- ✚ Afin de garantir que seuls des produits, parfaitement stérilisés, accèdent au niveau de traitement supérieur ; une boucle d'asservissement de température est réalisée : tant que la température capturée par la sonde 313-TT103 est plus faible que celle présélectionnée, le produit est transporté dans un réservoir de réception par la position « RETOUR ».
- ✚ Le produit stérilisé sera transmis dans le réservoir de détente via la vanne à deux sièges 313-VA101 où il se refroidit à  $85^\circ\text{C}$  et ce grâce à la détente de pression, qui est mesurée par le capteur 315-PT501.
- ✚ La saumure qui s'est évaporé lors de la détente se condense dans l'échangeur de chaleur à plaque et est purgée par l'intermédiaire de la pompe à vide.
- ✚ Le niveau de remplissage dans le réservoir est contrôlé par l'intermédiaire de la mesure de pression différentielle 315-PT101.
- ✚ La pompe d'évacuation 315-PU101 transporte le produit dans le module CR 400 où le crémage est effectué selon le niveau de remplissage contrôlé via la mesure de pression 316-PT101 et le régime désiré.

La pompe de transport 316-PU101 évacue le produit dans un module de filtrage à deux tronçons où il sera filtré et transporté vers les trémies puis les conditionneuses qui assurent le moulage et l’emballage du fromage en portion.

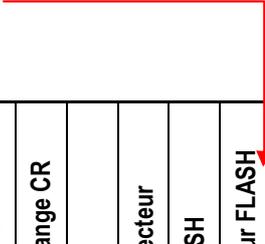
### 4-2 Cycle de nettoyage

Le nettoyage, la désinfection et la stérilisation d’une machine font partie des tâches quotidiennes de base à réaliser dans l’industrie alimentaire.

Le cycle de nettoyage est constitué de plusieurs étapes :

**1<sup>ère</sup> étape :** Elle correspond au pré nettoyage avec de l’eau à une température comprise entre 50 et 65°C pour l’élimination grossière des saletés. Elle est constituée des pas suivant (tableau I-3).

La vanne ajoutée



Numéro de pas	Temps de pas(s)		Vitesse master pompe (tr/min)	Vitesse pompe sortie FLASH (tr/min)	Vitesse mélangeur CR (tr/min)	Vitesse pompe CR (tr/min)	Température sortie injecteur UHT (°C)	211MO101 Mélangeur cuve tampon	211PU201 Master pompe	313VC401 Vapeur UHT	313VA101 Recyclage vanne	315VA501 Aération	315PU501 Vice	315PU101 Pompe sortie FLASH	316MO102 Mélangeur CR	316MO101 Pompe de vidange CR	NEP Chauffage	313VA901 CIP UHT-injecteur	315VA901 NEP FLASH	315VA902 NEP Condenseur FLASH	315VA903 NEP FLASH2	316VA901 NEP Tête aspersion CR	NEP Vidange résiduelle	Arrêt Programme
1	5	0			100							X												
2	10	60	50	40	50	60	X	X	X	X				X	X	X	X							
3	180	100	50	50	60	60	X	X	X	X				X	X	X								

Tableau I-3 : les pas de pré nettoyage de la ligne UHT.

**2<sup>ème</sup> étape :** Nettoyage avec une solution de la soude chauffée à une température comprise entre 60 et 80° C, pour l'élimination des saletés à base d'albumine. Les pas de cette étape sont représentés sur le tableau I-4.

Numéro de pas	Temps de pas(s)		Vitesse pompe (tr/min)				Température sortie injecteur UHT (°C)	Composants																
	Temps de pas(s)	Vitesse master pompe (tr/min)	Vitesse pompe sortie FLASH (tr/min)	Vitesse mélangeur CR (tr/min)	Vitesse pompe CR (tr/min)	211MO101 Mélangeur cuve tampon		211PU201 Master pompe	313VC401 Vapeur UHT	313VA101 Recyclage vanne	315VA501 Aération	315PU501 Vide	315PU101 Pompe sortie FLASH	316MO102 Mélangeur CR	316MO101 Pompe de vidange CR	NEP Chauffage	313VA901 CIP UHT-Injecteur	315VA901 NEP FLASH	315VA902 NEP Condenseur FLASH	315VA903 NEP FLASH2	316VA901 NEP Tête aspersion CR	NEP Vidange résiduelle	Arrêt Programme	
1	5	0			100																			
2	10	60	50	40	50	85	X	X	X	X					X	X	X							
3	180	100	50	50	50	85	X	X	X	X					X	X	X							
4	180	100	50	50	50		X	X		X					X	X	X		X					
5	90	100	50	50	50		X	X							X	X	X			X				
6	90	100	50	50	50		X	X							X	X	X		X					
7	60	100	40	50	50	85	X	X	X	X					X	X	X	X						
8	180	100	40	50	50		X	X							X	X	X		X					
9	180	100	50	50	50		X	X							X	X	X					X		
10	2																							X
11	160	100	50		100			X		X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tableau I-4 : les pas de la phase soude.

**3<sup>ème</sup> étape :** Elle correspond au rinçage à l'eau chaude en vue d'éliminer la solution nettoyante et les restes de saleté (tableau I-5).

Numéro de pas	Temps de pas(s)		Vitesse master pompe (tr/min)		Vitesse pompe sortie FLASH (tr/min)		Vitesse mélangeur CR (tr/min)		Vitesse pompe CR (tr/min)		Température sortie injecteur UHT (°C)	211MO101 Mélangeur cuve tampon	211PU201 Master pompe	313VC401 Vapeur UHT	313VA101 Recyclage vanne	315VA501 Aération	315PU501 Vide	315PU101 Pompe sortie FLASH	316MO102 Mélangeur CR	316MO101 Pompe de vidange CR	NEP Chauffage	313VA901 CIP UHT-Injecteur	315VA901 NEP FLASH	315VA902 NEP Condenseur FLASH	315VA903 NEP FLASH2	316VA901 NEP Tête aspersion CR	NEP Vidange résiduelle	Arrêt Programme	
	1	5	0			0																							
2	10	60	50	40	50	60	X	X	X	X							X	X	X	X	X								
3	60	100	50	50	60	60	X	X	X	X								X	X	X									
4	60	100	50	50	50		X	X		X								X	X	X		X							
5	30	100	50	50	50		X	X										X	X	X			X						
6	30	100	50	50	50		X	X										X	X	X			X		X				
7	60	100	40	50	50	0	X	X										X	X	X				X					
8	60	100	40	50	50		X	X										X	X	X				X					
9	2				50																								X
10	90	100	50		100							X			X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

**Tableau I-5 :** les pas de rinçage soude.

**4<sup>ème</sup> étape :** Dans cette étape, on utilise une solution acide afin d'éliminer les dépôts minéraux (incrustation, tartre, résidu lactique). Elle transforme les sels non solubles en un produit soluble qui se laisse éliminer facilement. Les différents pas sont résumés dans le tableau I-6 .

Numéro de pas	Temps de pas(s)						Température sortie injecteur UHT (°C)	211MO101 Mélangeur cuve tampon	211PU201 Master pompe	313VC401 Vapeur UHT	313VA101 Recyclage vanne	315VA501 Aération	315PU501 Vide	315PU101 Pompe sortie FLASH	316MO102 Mélangeur CR	316MO101 Pompe de vidange CR	NEP Chauffage	313VA901 CIP UHT-Injecteur	315VA901 NEP FLASH	315VA902 NEP Condenseur FLASH	315VA903 NEP FLASH2	316VA901 NEP Tête aspersion CR	NEP Vidange résiduelle	Arrêt Programme
	1	5	0			100																		
2	10	60	50	40	50	85	X	X	X	X				X	X	X	X							
3	180	100	50	50	50	85	X	X	X	X				X	X	X								
4	180	100	50	50	50		X	X		X				X	X	X		X						
5	90	100	50	50	50		X	X						X	X	X			X					
6	90	100	50	50	50		X	X						X	X	X			X		X			
7	60	100	40	50	50	85	X	X	X	X				X	X	X	X							
8	180	100	40	50	50		X	X						X	X	X				X				
9	180	100	50	50	50		X	X						X	X	X						X		
10	2																						X	
11	160	100	50		100			X			X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Tableau I-6 : les pas de la phase acide.



**6-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons décrit les principaux éléments constituant l'installation et le cycle de fonctionnement de la ligne UHT ce qui nous a permis d'identifier ses insuffisances auxquelles nous apporterons des améliorations. Pour cela, il faut procéder par la modélisation du système ce qui est l'objectif du chapitre suivant.

## 1-Introduction

Tout système automatisé fait appel à une représentation formelle qu'on appelle modèle. Il existe plusieurs modèles pour structurer un système de production donné. Parmi les modèles les plus utilisés ; le GRAFCET.

L'objectif de ce chapitre est de présenter l'outil de modélisation GRAFCET ainsi que ses étapes et de donner un modèle à la ligne UHT.

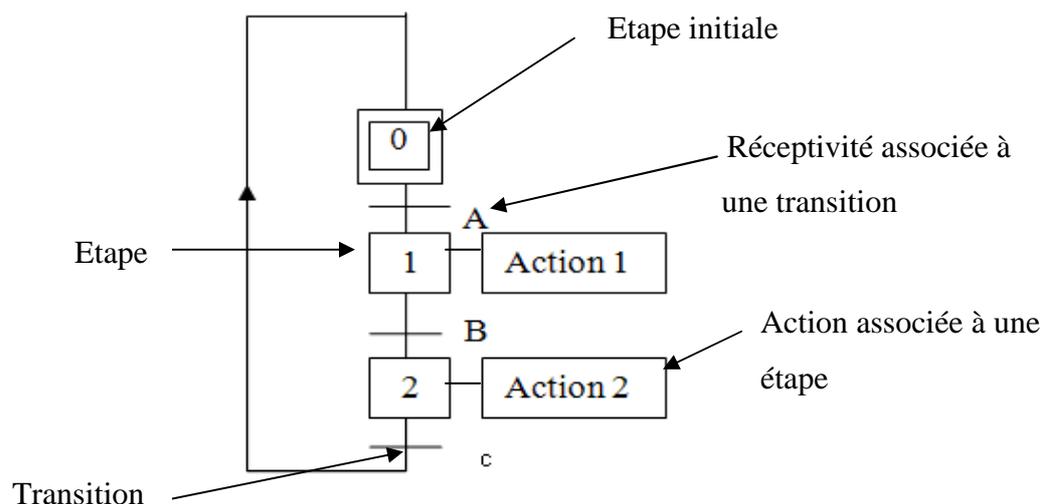
## 2-Définition du GRAFCET

Acronyme de Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition, le GRAFCET est un outil graphique dont le but est la description du comportement de la partie commande d'un système, suivant un cahier des charges .Il décrit les relations entre la partie commande et la partie opérative d'un système automatisé.

### 2-1-Eléments de base

La description du fonctionnement d'un automatisme logique peut être représentée graphiquement par un ensemble (figure II-1) :

- d'ETAPES auxquelles sont associées des ACTIONS.
- de TRANSITIONS auxquelles sont associées des RECEPTIVITEES.
- de LIAISONS (ou ARCS) orientées.



**Figure II-1** : éléments de base d'un grafcet.

- **Etape**

L'étape correspond à une situation élémentaire ayant un comportement stable du système considéré. Elle se représente par un carré repéré par une variable alphanumérique placée au centre du carré.

- **Transition**

La transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. Elle permet, lors de son franchissement, l'évolution du système. A chaque transition est associée au moins une réceptivité qui est la condition déterminant la possibilité de l'évolution du système. C'est une fonction combinatoire d'information booléenne ou numérique.

- **Liaisons**

Les liaisons indiquent l'évolution du grafcet. Celles qui se font du haut vers le bas ne comportent pas de flèche. Dans les autres cas, on utilise les flèches pour préciser l'évolution du grafcet en risque de confusion.

❖ Une macro-étape est une représentation d'une succession d'étapes et de transitions. Dans un grafcet une macro-étape est unique, on ne pourra l'appeler qu'une seule fois. Il peut y avoir plusieurs macro-étapes dans un grafcet.

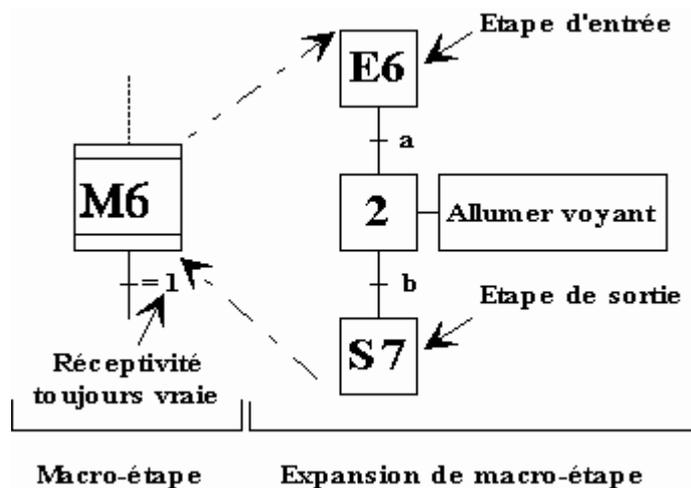


Figure II-2 : structure d'une macro-étape.

Un exemple d'une macro-étape de notre modèle est illustré dans l'annexe A.

## 2-2-Les niveaux de représentation

Le GRAFCET utilise deux niveaux de représentation :

- a) **niveau I** : Appelé aussi grafcet fonctionnel .A ce niveau, il n'est pris en compte que la partie fonctionnelle du système et fait abstraction de toute réalisation technologique.
- b) **niveau II** : Utilisé pour compléter les spécifications fonctionnelles à base de la technologie employée, en indiquant comment les actions sont réalisées à base des actionneurs et des capteurs.

**Remarque** : Dans notre travail, nous avons utilisé le grafcet niveau II vue la complexité du système étudié et le nombre important des capteurs et des actionneurs.

## 3-Amélioration de la ligne UHT

Pour remédier à tous les problèmes que la ligne UHT rencontre; nous avons opté à :

- Remplacer les capteurs de niveau des trémies par des capteurs de proximité à ultrason (figure I-16).



**Figure I-16** : capteur de proximité à ultrason.

Le capteur de proximité à ultrason est utilisé en cas de très grandes fréquences ( $f > 70\text{KHZ}$ ). Il détecte des objets, des matériaux, des formes, avec la précision et la fiabilité absolues. Le potentiel d'application est presque illimité. Il identifie des objets avec un éventail de propriétés d'une distance de 2.5 cm aux 10m. Les conditions extérieures sont non pertinentes aussi bien - elles peuvent être rugueuses ou lisses, propres ou sales, humides ou sèches. Ce qui justifie le choix de ce capteur pour indiquer le niveau haut de la trémie dans la ligne UHT. Il fonctionne d'une manière à ce qu'une fois le niveau haut détecté ; la vanne correspondante se ferme et la vitesse de la pompe d'envoi diminue.

- Gérer la vitesse de la pompe d'envoi selon le nombre de niveaux hauts détectés.
- Pour un nettoyage meilleur et efficace, nous avons ajouté des pompes centrifuges des vannes papillon et une vanne de type semi rotatif sur le flash pour la distribution de la solution nettoyante sur toute sa surface.

Le choix d'ajouter une vanne papillon sur le flash a été pris dans le but d'avoir la même répartition de la solution nettoyante sur toute la surface du flash (mêmes vannes sur les deux conduites qui vont vers le flash) et c'est aussi pour une raison économique : c'est une vanne que l'entreprise possède déjà.

Pour les pompes ; le choix a été pris pour assurer un débit d'envoi important , c'est aussi pour éviter à l'entreprise d'acheter trois autres pompes plus puissantes, puisque les trois pompes ajoutées se trouvent à l'entreprise.

En amont de chacune des six pompes, nous avons ajouté une vanne de type papillon pour les raisons citées précédemment afin de gérer le fonctionnement des pompes ; si la pompe centrifuge est en pleins fonctionnement la vanne en amont de la pompe volumétrique doit être fermée et la pompe volumétrique à l'arrêt et vice versa.

#### 4- Tableau des mnémoniques

Abréviation	Désignation
BP	Bouton poussoir de démarrage de l'armoire de commande.
AUT	Arrêt d'urgence total.
ALT	Alimentation de la ligne UHT.
BPP	Bouton poussoir de voie produit.
BPNEP	Bouton poussoir de voie nettoyage en place.
BNEP	Bouclage nettoyage en place.
CF	Couvercles fermés.
RSN	Réception de la solution nettoyante.
A2.2	Vanne nettoyage en place UHT.
VF1	Vanne de nettoyage 1 du flash est ouverte.
A3.2	Vanne de recyclage.
NHB	Niveau haut du bac tampon.
TP	Température du produit (TP=85°C).
RP	Réception du produit.
A1.0	Mélangeur du bac tampon.

NBF	Niveau bas du réservoir de détente.
NVF	Vanne d'évacuation fermée.
A0.2	Master pompe.
P	Pression de réglage de pressostat.
STR	Stérilisation du produit dans la course d'arrêt chaude.
A2.1	Vanne double siège.
A3.1	Vanne de nettoyage du créneur.
RF	Refroidissement du produit dans le réservoir de détente.
A0.0	Agitateur créneur.
NHC	Niveau haut du créneur.
NBT1	Niveau bas de la trémie 1.
NBT2	Niveau bas de la trémie 2.
NBT3	Niveau bas de la trémie 3.
NBT4	Niveau bas de la trémie 4.
NBT5	Niveau bas de la trémie 5.
A0.6	Pompe d'envoi vers les doseuses.
DVVPE	Déverrouillage du variateur de vitesse de la pompe d'envoi vers les doseuses.
GVR	Gestion de vitesse réalisée.
MTS	Mélangeurs des trémies sélectionnées.
NHT	Niveau haut des trémies.
CS	Moulage et emballage par les conditionneuses.
R	Retour.
A1.4	Vanne de nettoyage.
A1.5	Pompe de nettoyage.

A1.6	Vanne de nettoyage.
A1.7	Vanne de nettoyage.
A0.7	Pompe de nettoyage.
A0.1	Vanne de nettoyage.
A5.0	Vanne de nettoyage.
A5.1	Pompe de nettoyage.
A4.4	Vanne de nettoyage.
VDSF	Vanne double siège est fermée.
A2.4	Vanne de nettoyage en place 1 du flash.
A4.7	Vanne de nettoyage en place 2 du flash.

### 5-Modélisation par GRAFCET

La figure II-4 représente la macro-étape de l'amélioration apportée sur le flash. Tandis que le grafcet de toute la ligne UHT avec ses deux cycles de fonctionnement est représenté sur la figure II-3 .

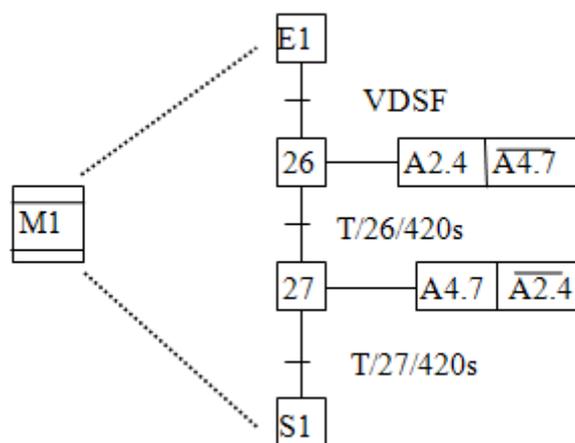


Figure II-4 : l'amélioration apportée sur le flash.

## **6-Conclusion**

Le modèle de grafcet conçu présente toutes les actions qu'exécute la partie opérative et toutes les conditions qui doivent être satisfaites pour qu'une action soit exécutée.

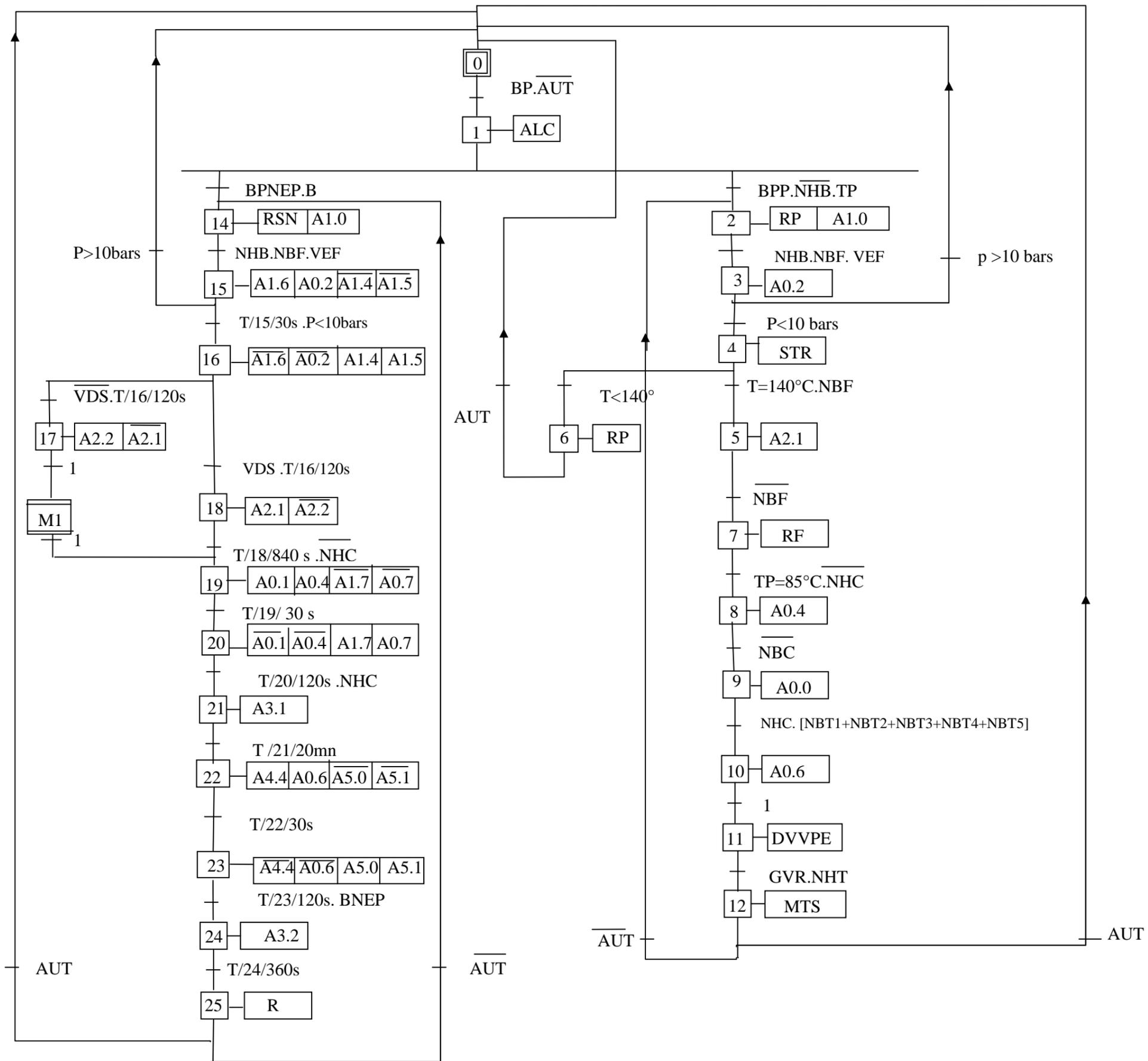


Figure III-3 : grafcet du fonctionnement de la ligne UHT.







## 1-Introduction

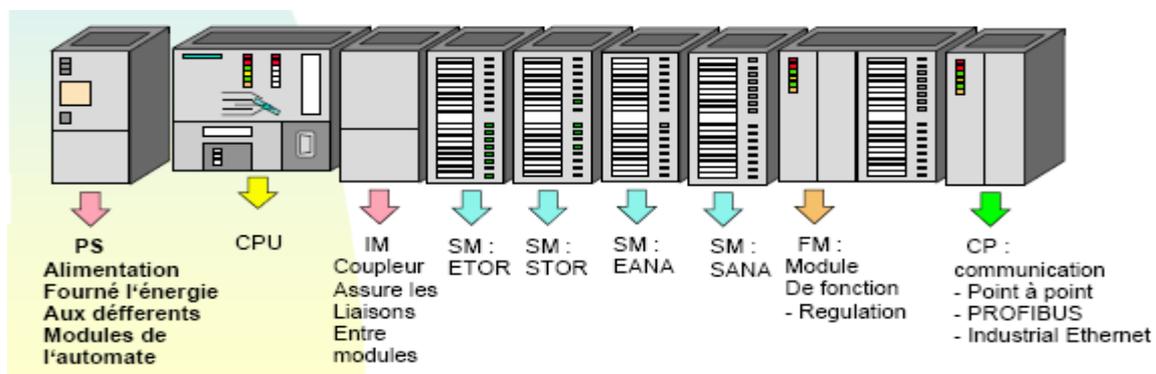
L'évolution de la technologie dans le domaine de l'électronique et de l'informatique a permis aux industriels de passer du stade de la logique câblée, à base de relais dont le principe de commande n'est pas centralisé, aux automates programmables industriels.

## 2-Les automates programmables

L'automate programmable industriel (API) est un système électronique dont la fonction est le traitement de l'information. Il compte une mémoire programmable par un utilisateur à l'aide d'un langage adapté. Dans notre travail ; nous avons utilisé l'automate industriel S7-300.

## 3-L'automate S7-300

Le S7-300 de la famille SIMATIC est un mini automate de conception modulaire, destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme. Il est composé des modules suivants (figure III-1) :



**Figure III-1** : organisation fonctionnelle de l'automate

### ➤ Unité centrale (CPU)

C'est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme utilisateur et commande les sorties.

Elle permet le réglage du comportement au démarrage et le diagnostic de défauts par les LEDs.

### ➤ Module d'alimentation (PS)

Convertit la tension du réseau (220v) en tension de service (24v).

➤ **Modules de signaux (SM)**

Représentent les interfaces d'entrées/sorties :

- **Modules d'entrées TOR**

Il permet d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs qui lui sont associés.

- **Module de sorties TOR**

Ce module permet à l'automate d'agir sur les actionneurs. Il réalise la correspondance entre l'état logique et le signal électrique.

- **Module d'entrées analogiques ANA**

Ces modules convertissent les signaux analogiques issus du processeur en valeurs numériques, par un convertisseur analogique/numérique.

- **Module de sorties analogiques ANA**

Ils assurent la conversion numérique/analogique, et l'intensité (ou la tension) est proportionnelle à la valeur numérique.

➤ **Coupleurs (IM)**

Ils permettent la réalisation des configurations à plusieurs châssis.

➤ **Modules de fonction (FM)**

Ils assurent les fonctions de comptage, de positionnement et de régulation.

➤ **Modules de communication (CP) :** ces modules permettent d'établir les liaisons homme-machines ou machine-machine.

## **4-Programmation avec le SIMATIC STEP7**

Le STEP7 est un logiciel destiné pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC, il offre la possibilité de programmer avec trois langages évolués (CONT, LIST, LOG) assurant la conversion d'un mode à l'autre et une configuration du matériel.

### **4-1-Utilisation de STEP 7**

Afin de bien comprendre l'utilisation de STEP 7, nous avons illustré les différentes étapes de notre projet.

**a- Lancement de SIMATIC Manager et création d'un projet**

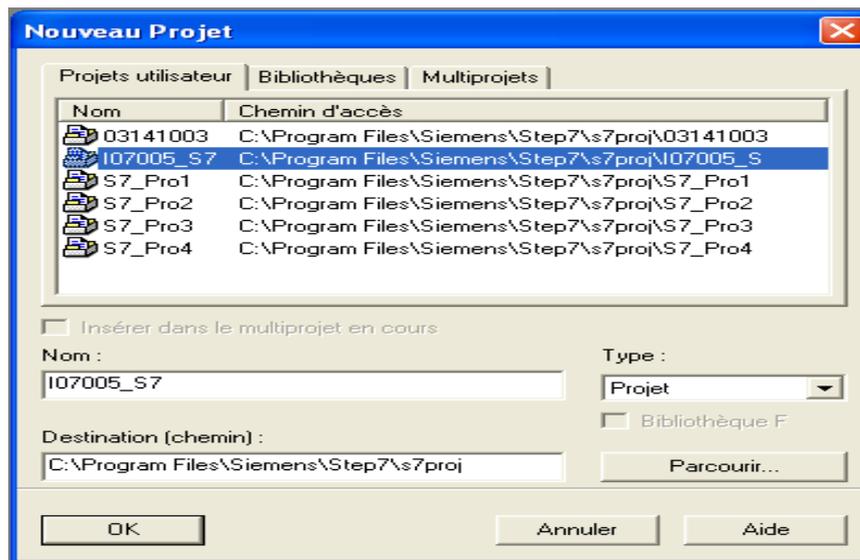
En double cliquant sur l'icône SIMATIC Manager, la fenêtre de création d'un nouveau projet s'ouvre puis, nous aurons à :

- ✓ Sélectionner la CPU315 et l'adresse MPI.

- ✓ Choisir les blocs d'organisation OB et le langage de programmation.
- ✓ Nommer le projet.

**Remarque :** Pour ouvrir un projet déjà existant (qui est notre cas), on procède comme suit :

- ✓ Lancer le SIMATIC Manager.
- ✓ Choisir le projet comme le montre la figure III-2.



**Figure III-2 :** l'ouverture d'un projet.

### b- Configuration du matériel

Après la création du nouveau projet, nous passons à la configuration du matériel qui consiste à choisir :

- ✓ L'unité centrale CPU correspondante.
- ✓ L'alimentation PS.
- ✓ Les modules d'entrée.
- ✓ Les modules de sortie.

Ce choix dépend des caractéristiques de chaque unité (figure III-3).

Le variateur de vitesse rentrant dans notre amélioration

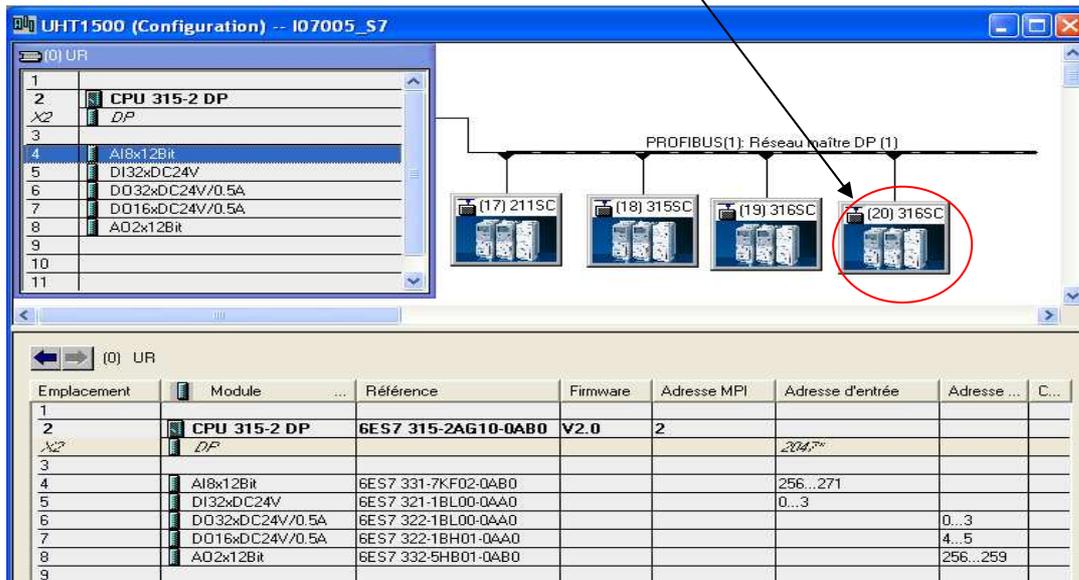


Figure III-3 : configuration du matériel.

### c- Création de la table mnémorique

Une mnémorique est un nom défini par l'utilisateur qui obéit à certaines règles de syntaxes. Ce nom peut remplacer une variable, un type de donnée, un repère de saut ou un bloc dans la programmation. Il est destiné à rendre le programme utilisateur lisible, et à se retrouver facilement dans le cas de grands nombres de variables. La table mnémorique (figure III-4) est une table qui permet d'affecter des mnémoniques à des adresses de données globales qui sont accessibles à partir de tous les blocs de code (FC, FB, OB).

En particulier, il s'agit des mémentos (M), d'entrées (E), sorties(A), de temporisation, compteur, et d'éléments de blocs de données(DB).

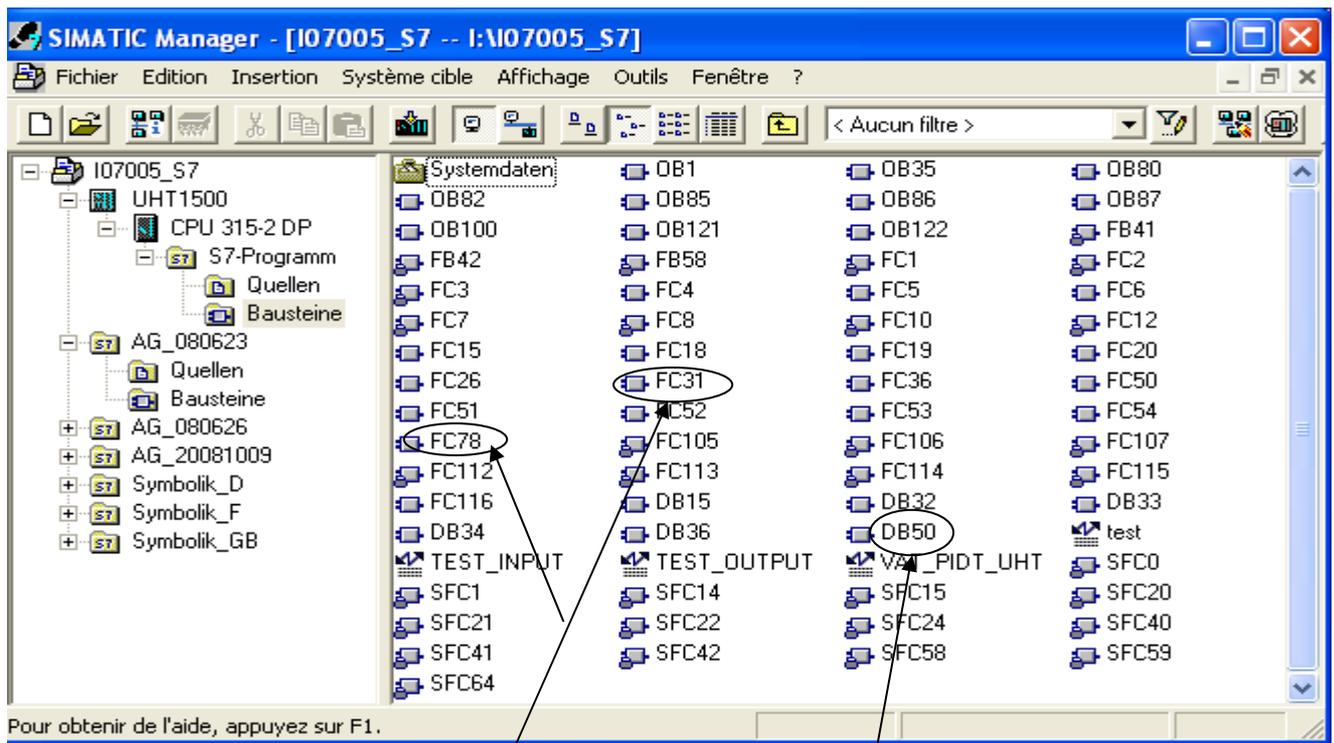
	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de don	Commentaire
1.		1-SEC-STROBE	M 0.7	BOOL	1-Sekunden-Strobe
2.		211GS101	E 3.1	BOOL	Fermeture couvercle cuve Tampon
3.		211LS101	E 3.3	BOOL	Niveau cuve tampon
4.		211MO101	A 1.0	BOOL	Agitateur cuve tampon
5.		211MO101_OC	E 0.7	BOOL	Sur intensité agitateur tampon
6.		211MO201	A 0.3	BOOL	Ventilateur pompe tampon
7.		211MO201_OC	E 0.4	BOOL	Sur intensité ventilateur pompe tampon
8.		211PS102	E 0.2	BOOL	Surpression pompe tampon
9.		211PU201	A 0.2	BOOL	Pompe cuve tampon
10.		211PU201_OC	E 0.1	BOOL	Sur intensité pompe tampon
11.		211VA101	A 2.1	BOOL	Vanne entrée produit UHT
12.		211VA901	A 2.2	BOOL	Vanne NEP UHT
13.		313PT103	PEW 264	WORD	Pression chambreur
14.		313TT103	PEW 256	WORD	Température sortie chambreur

Figure III-4 : table des mnémoniques.

#### d- Création du programme

1. Choisir le type de programmation (programmation linéaire, programmation structurée)
2. Réaliser les réseaux du programme avec différentes instructions dans le bloc d'organisation pour la réalisation des tâches d'automatisation simple. S'il s'agit d'une programmation structurée ; subdiviser le programme en blocs (OB, FC, DB, SFC, FB, SFB) ce qui rend le programme simple et facile.
3. Enregistrer, charger et visualiser le programme.

Les différents blocs utilisés dans notre programme sont illustrés dans la figure III-5.



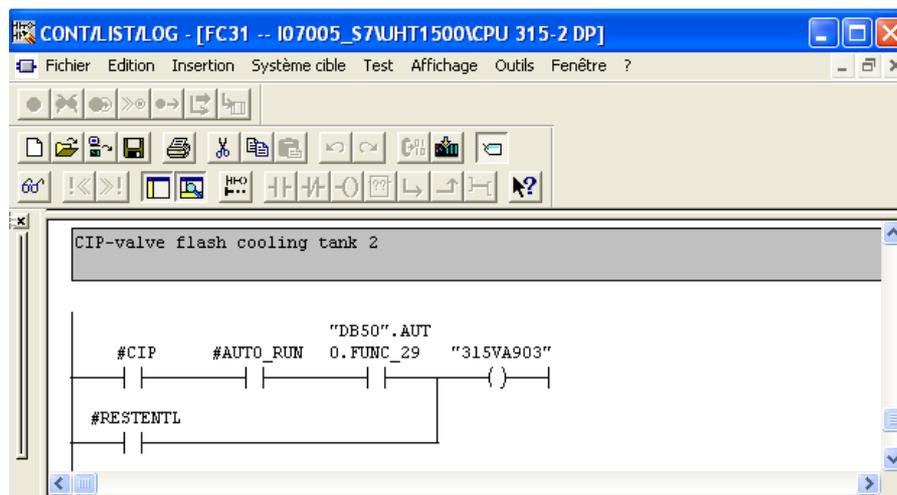
blocs fonctionnels améliorés      bloc d'organisation amélioré

**Figure III-5 :** structure du programme de la ligne UHT.

**e- Quelques exemples de notre programme**

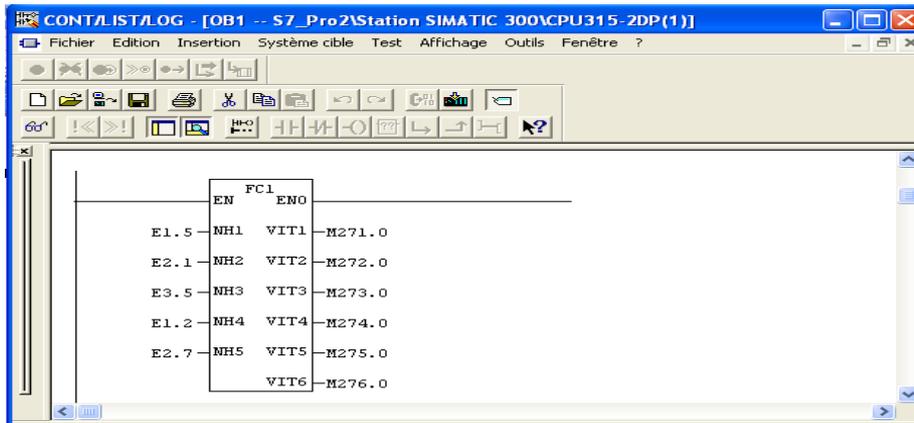
- **Une fonction**

La figure ci-dessous est la programmation de la CIP du flash



**Figure III-6 :** La fonction FC31.

○ **Un bloc d'organisation OB**

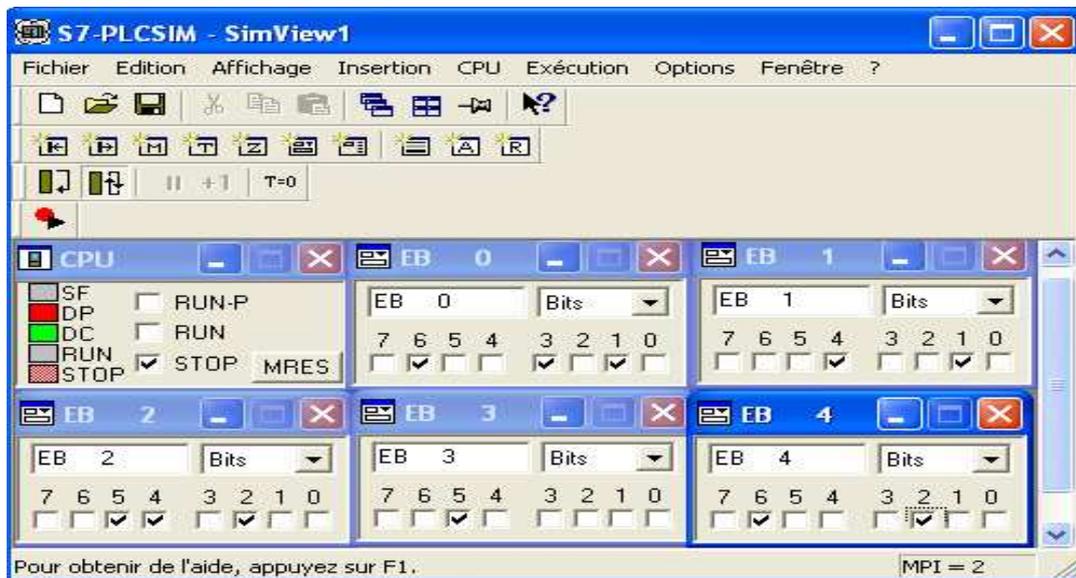


**Figure III-7** : La fonction FC1 (appel dans OB1).

## 5- Simulation du programme

### 5-1-Définition

Le logiciel de simulation, des modules physiques SIMATIC S7-PLCSIM, est une application qui nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API), que nous simulons dans un micro-ordinateur ou dans une console de programmation (figure III-8).



**Figure III-2** : la fenêtre du simulateur S7-PLCSIM.

### 5-2- Quelques exemples de simulation de notre programme :

Après le chargement du programme dans la CPU, nous passons à la simulation pour le vérifier. La simulation du programme est faite pour tous les blocs. Voici quelques exemples de simulation de notre programme :

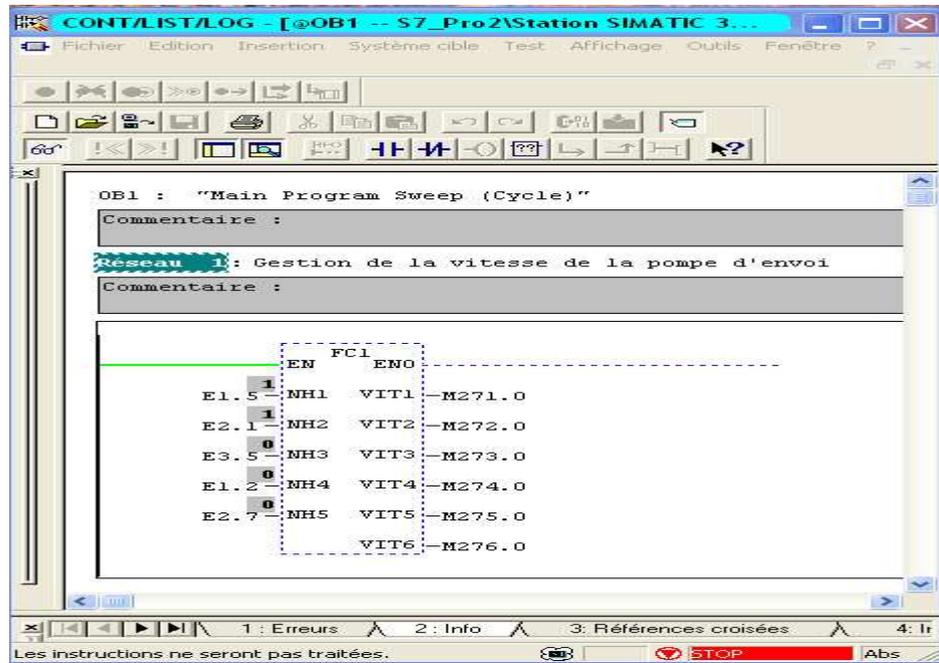


Figure III-9: Simulation de la fonction FC1 (appel dans OB1).

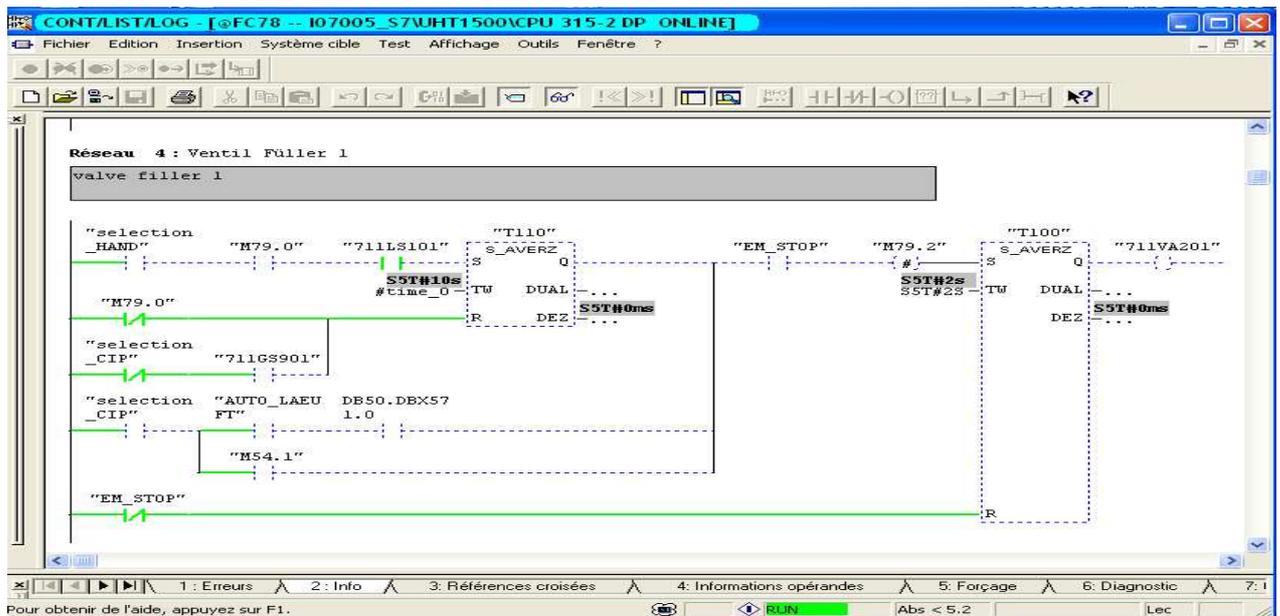


Figure III-10 : Simulation du bloc FC78.

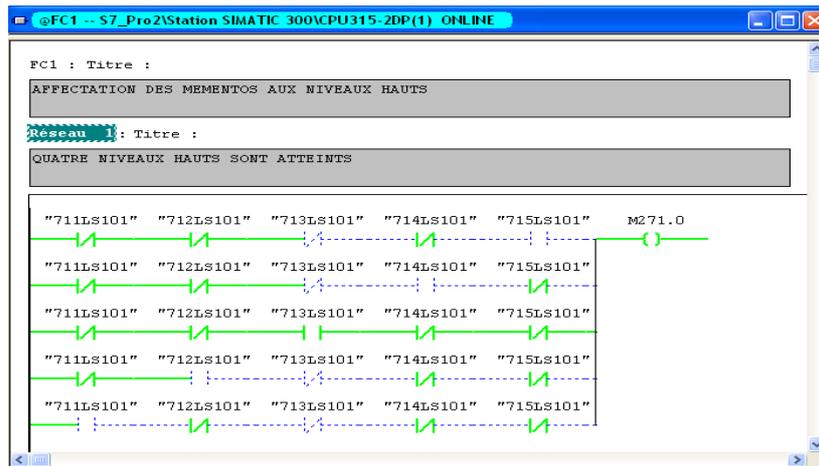


Figure III-11 : Simulation d'un réseau du bloc FC1.

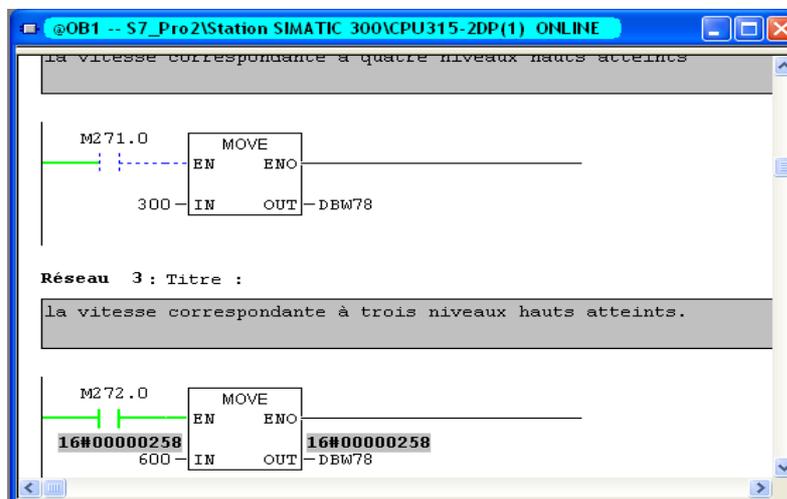


Figure III-12 : Simulation d'un réseau du bloc OB1.

## 6-Conclusion

Ce chapitre nous a permis de présenter les différents modules constituant l'ensemble de l'automate S7-300 et son langage de programmation.

La constitution modulaire, la facilité de la réalisation d'architecture décentralisée et la facilité d'emploi font du STEP 7 la solution économique et conviviale pour les tâches diverses, dans les petites et les moyennes applications.

Le logiciel de programmation STEP 7 constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate programmable S7-300, car ce dernier ne peut gérer ses fonctionnalités sans un programme approprié.

Notre projet de fin d'étude a été réalisé en grande partie au sein de la Sarl Pâturages d'Algérie dans le cadre d'un stage pratique de mise en situation professionnelle de trois mois. Ce stage nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des avantages qu'il présente, la découverte du monde industriel et la mise en application de la théorie acquise lors de notre cursus.

Dans ce mémoire, nous avons étudié la ligne UHT (Ultra Haute Température) à la Sarl pâturages d'Algérie et proposé quelques améliorations. Nous avons procédé pour cela par la compréhension du comportement de la station puis l'identification de ses insuffisances et proposer des solutions. Des solutions qui ont engendrées de résultats économiques très appréciables en termes de temps et qualité de fabrication et nettoyage, réduction du taux de consommation en pièces de rechange et optimisation de l'intervention de la maintenance.

Comme il nous a été d'un grand honneur de conduire ce travail, nous espérons qu'il puisse servir de support aux promotions à venir et un stimulant pour ce rapproché davantage de l'industrie pour aider la résolutions des problèmes rencontrés au quotidien autant d'avantages qu'il a été pour nous.

## Références bibliographie

- [1] Documentation interne de l'usine, « Présentation de la ligne UHT », CD STEPHAN, 2007.
- [2] R. BOURGEOIS, D. COGNIEL, « **Mémotech électrotechnique** », édition Casteilla, 2002.
- [3] Documentation SIEMENS, « **Configuration matérielle dans STEP 7** », édition 01/2004.
- [4] Documentation SIEMENS, « **Programmation avec STEP 7** », édition 01/2004.
- [5] S.BENMMAR, B.BENABI, « **Automatisation d'une chaîne de production de lait à base de l'API S7-300 à S.A.R.L SOUMAMS** », mémoire d'ingénieur, département automatique, 2007.
- [6] R.TAKILT, S.LALLAMI, « **Conception d'une commande programmable pour une chaîne de préparation des portières de réfrigérateurs à base d'un API SIEMENS à L'ENIEM** », mémoire d'ingénieur, département automatique, 2007.
- [7] Site internet : [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [8] Site internet : [www.directindustry.fr](http://www.directindustry.fr)
- [9] Site internet : [www.interapp.net](http://www.interapp.net)