

**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou
Faculté de Génie Electrique et Informatique
Département Automatique**



MEMOIRE

De fin d'études
en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état
en **Automatique**

Thème

Développement d'une solution programmable

Et de supervision à base d'un API S7-300

de la station de conditionnement du lait

Proposé et dirigé par :

Mr M.CHARIF

Mr A.MANI

DJAMILA

Présenté par :

Melle MAHMOUDI NASSIMA

Melle AHMED OUAMER

Promotion 2007- 2008

Remerciements

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr CHARIF Moussa, pour son aide et ses conseils durant l'élaboration de ce projet.

Nous remercions également notre co-promoteur Mr MANI Ali et Mr MIMOUN « Chef de département de la maintenance » et monsieur TAHIR « Directeur du personnel » qui nous ont orienté et facilité notre intégration dans le domaine industriel et qui nous ont accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience.

Nous remercions également monsieur NAIT LAZIZ « Ingénieur en électrotechnique » au sien de la laiterie PATURAGE.

Nous sommes aussi reconnaissant à tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite.

Nous remercions également les membres de jury qui feront l'honneur de juger notre travail, d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent à nos familles et surtout nos parents qui sont la source de cette réussite et qui nous ont soutenu et encourager pour aller au bout de ce travail.

Nos derniers remerciements s'adresse à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre I : description et fonctionnement de la station de conditionnement du lait	
Introduction.....	03
I-1 Organisation générale interne de l'entreprise.....	03
I-2 Présentation de la station de conditionnement du lait.....	04
I-2-1 Présentation de la machine de conditionnement du lait.....	06
I-2-2 Caractéristiques de la machine.....	06
I-2-3 Description des parties externes de la machine.....	07
I-2-3-1 Pupitre de commande.....	07
I-2-3-2 Bac tampon et vérins d'injections.....	08
a) Bac tampon.....	08
b) Vérin d'injection.....	08
I-2-3-3 Conformateur.....	09
I-2-3-4 Presse verticale.....	10
I-2-3-5 Presse horizontale.....	10
I-2-3-6 L'armoire électrique.....	10
I-2-4 Description des parties internes de la machine.....	11
I-2-4-1 Partie mécanique.....	11
▪ Arbre à cames.....	11
a) Came de presse horizontale.....	13
b) Came de déroulement du film.....	13
c) Renvoi d'angle de prédérroulement.....	13
d) Cames de presse verticale.....	13
e) Ensemble de cames de rupteurs (programmeur à cames).....	13
❖ Embrayage- frein dérouleur gainé.....	13
❖ Soudure horizontale.....	13
❖ Première soudure.....	14
❖ Soudure verticale.....	14
❖ Fin de cycle.....	14
❖ Fonction presses fermées.....	14
I-2-4-2 Partie actionneurs électriques.....	14
a) Moteur asynchrone triphasé.....	14
b) Embrayage dérouleur gainé.....	14
c) Frein dérouleur gainé.....	15
d) Embrayage prédérroulement.....	15
I-2-4-3 Partie actionneurs pneumatiques.....	15
a) Vérin simple effet.....	15
b) Distributeur.....	15
I-2-4-4 Partie actionneurs hydrauliques.....	15
a) Électrovanne.....	15
b) Pompe hydraulique.....	16
I-2-4-5 Capteurs.....	16
▪ Capteur de position (rupteur).....	17
❖ Définition des capteurs de la machine.....	18

I-3	Fonctionnement de la station de conditionnement du lait	18
I-3-1	Procédure de remplissage des réservoirs.....	18
I-3-2	Fonctionnement de la machine.....	19
▪	Formation de la gaine.....	19
I-4	Position du problème	21
	Conclusion.....	21

Chapitre II- Modélisation de la station de conditionnement du lait

Introduction	22
II-1 Structure d'un système automatisé de production.....	22
II-1-1 Partie opérative PO.....	23
a) Les préactionneurs.....	23
b) Les actionneurs.....	23
c) Les capteurs.....	23
II-1-2 Partie commande PC.....	23
II-1-3 Partie relation PR.....	23
II-2 Description de la nouvelle solution de commande de la station à automatiser	23
II-2-1 Modifications apportées à la station de conditionnement du lait.....	25
a) Capteurs de niveau	25
❖ Principe de fonctionnement.....	25
b) Capteur de température.....	25
c) Détecteur de débit à palette	26
❖ Principe de mesure	26
❖ Caractéristiques.....	26
d) Régulateur de pression (clapet sélecteur à manomètre).....	26
II-2-2 Modifications apportées au niveau des machines de conditionnement du lait.....	26
II-3 Introduction à l'outil de modélisation Grafcet	27
II-3-1 Définition	27
❖ Avantage du Grafcet	27
II-3-2 Eléments de base du Grafcet	28
II-3-2-1 Les étapes.....	28
▪ Etape initiale.....	28
II-3-2-2 Les actions	28
II-3-2-3 Les liaisons	28
II-3-2-4 Les transitions.....	29
II-4 Niveau du Grafcet	29
II-5 Modélisation de la station de conditionnement du lait par grafcet niveau II.....	29
II-5-1 Alimentation et vidange des réservoirs.....	29
II-5-2 Fonctionnement de la machine de conditionnement du lait.....	29
II-5-3 Mode de marche et d'arrêt de la station	29
II-5-4 Vidange du réservoir du retour du lait	29
♦ Les macro étapes.....	31
II-6 Liste des entrées / sorties de la station	39
II-6-1 Les entrées.....	39
a) Boutons poussoirs et interrupteurs.....	39
b) Capteurs.....	40
c) Contacteurs associés au électrovannes.....	41
II-6-2 Les sorties.....	41
Conclusion.....	43

Chapitre III : Description de l'automate S7-300 et outil de programmation STEP7

Introduction aux automates programmable industriels.....	44
III-1 Définition des APIs.....	44
III-2 Choix d'un automate.....	45
III-3 Etude de l'automate S7-300.....	45
III-3-1 Présentation de l'automate S7-300.....	45
III-3-1-1 Module d'alimentation (PS).....	46
III-3-1-2 L'unité centrale (CPU).....	46
III-3-1-3 Coupleur (IM).....	47
III-3-1-4 Module d'entrées	47
III-3-1-5 Module de sorties.....	47
III-3-1-6 Module de fonction (FM).....	47
III-3-1-7 Module de communication (CP).....	47
III-3-1-8 Châssis d'extension.....	47
III-3-1-9 Console de programmation.....	48
III-4 Logiciel de programmation STEP –7.....	48
III-4-1 Création du programme utilisateur.....	48
III-4-2 Configuration matérielle du S7-300.....	49
III-4-3 Structure de notre programme.....	51
III-4-3-1 Type de programme utilisé.....	51
III-4-3-2 Blocs utilisés dans notre programme.....	51
• Bloc d'organisation de traitement de programme cyclique OB1.....	51
• Les fonctions FC.....	51
III-5 Exemple d'une partie de notre programme.....	53
III-5-1 La fonction FC1.....	53
III-5-2 La fonction FC8.....	56
a) Basculement entre l'embrayage et le frein de déroulement.....	56
b) Maintient de l'embrayage général.....	58
III-6 Création de la table de mnémoniques.....	59
III-7 Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM.....	60
❖ Exemple de simulation de notre programme.....	61
Conclusion.....	63

Chapitre IV : Supervision de la station de conditionnement du lait

Introduction.....	64
IV-1 Constitution d'un système de supervision	64
IV-1-1 Le module de visualisation	64
IV-1-2 Le module d'archivage	64
IV-1-3 Le module de traitement	65
IV-1-4 Le module de communication	65
IV-2 Définition du logiciel de supervision WinCC.....	66

IV-3 Applications disponibles sous WinCC.....	66
IV-3-1 Graphic designer	66
IV-3-2 Tag logging	66
IV-3-3 Alarm logging.....	66
IV-3-4 Global script runtime	66
IV-3-5 Report designer	67
IV-3-6 User administrator	67
IV-4 Applications de WinCC.....	67
IV -4-1 Supervision de la station de conditionnement du lait.....	67
IV-4-1-1 Procédure de programmation.....	67
a) Création d'un projet WinCC.....	67
b) Création des paramètres au processus	68
c) Création des vues.....	68
d) Activation du projet.....	69
Conclusion.....	73
Conclusion générale.....	74
Bibliographie	
Annexe A	
Annexe B	

Liste des figures

Figure I-1	Schéma synoptique de la station de conditionnement du lait.....	05
Figure I-2	Schéma synoptique de la conditionneuse de lait.....	06
Figure I-3	Conditionneuse de lait.....	07
Figure I-4	Positionnement du pupitre dans un système automatisé.....	07
Figure I-5	Bac tampon.....	08
Figure I-6	Vérin d'injection.....	09
Figure I-7	Conformateur.....	09
Figure I-8	Presses horizontale et verticale.....	10
Figure I-9	Armoire électrique.....	11
Figure I-10	La came.....	11
Figure I-11	Emplacement de l'arbre à came dans la machine.....	12
Figure I-12	Arbre à came.....	12
Figure I-13	Electrovanne 2/2 normalement fermée.....	16
Figure I-14	Emplacement des capteurs.....	17
Figure I-15	Capteurs de position.....	17
Figure I-16	Déroulement du film.....	20
Figure II-1	Structure d'un système automatisé de production.....	22
Figure II-2	Schéma synoptique de la nouvelle solution de la station de conditionnement du lait.....	24
Figure II-3	Capteur à lame vibrante et sa disposition dans le réservoir.....	25
Figure II-4	Détecteur de débit.....	26
Figure II-5	La symbolisation du grafcet.....	28
Figure II-6	grafcet alimentation et vidange des réservoirs.....	30
Figure II-7	grafcet fonctionnement de la machine de conditionnement du lait.....	36
Figure II-8	grafcet mode de marche et arrêt de la station.....	37
Figure II-9	grafcet vidange du réservoir de retour du lait.....	39
Figure III-1	L'opposition de l'automate dans un SAP.....	44
Figure III-2	Structure d'un API S7-300.....	46
Figure III-3	Montage des modules sur le châssis.....	48
Figure III-4	Programmation avec le logiciel STEP_7.....	49
Figure III-5	Configuration matérielle de la station.....	50
Figure III-6	Structure du programme de la station de conditionnement du lait.....	51
Figure III-7	Arborescence du programme.....	52
Figure III-8	Le bloc FC1 (appel dans OB1).....	53
Figure III-9	La fonction FC4 (exemple démarrage pompe P1).....	55
Figure III-10	Fonction FC8 (basculement entre l'embrayage et le frein).....	58
Figure III-11	Fonction FC8 (maintient de l'embrayage générale).....	59
Figure III-12	Partie de la table des mnémoniques.....	59
Figure III-13	Fenêtre du S7_PLCSIM.....	60
Figure III-14	Simulation du bloc FC4 (démarrage de la pompe P1).....	62
Figure IV-1	Constituant d'un système de supervision.....	65
Figure IV-2	Configuration des paramètres de la station de conditionnement du lait.....	68
Figure IV-3	Création des vues « Pro1 ».....	69
Figure IV-4	Vue d'accueil.....	69
Figure IV-5	Vue alimentation station.....	70
Figure IV-6	Vue machines.....	71
Figure IV-7	Vue fonctions machines.....	72
Figure IV-8	Vue nettoyage station.....	72

Introduction générale

La technologie moderne a permis le développement des sciences tout en imposant l'exploration de domaines théoriques de plus en plus complexes. Parmi ces sciences en pleine expansion et intégrant rapidement l'apport des technologies modernes, on compte l'automatique.

L'automatisation dont l'histoire est déjà assez longue redevient ces dernières années le centre de préoccupation d'un bon nombre d'entreprises à cause de son évolution vers l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexe, permettant l'exécution et le contrôle des tâches techniques par des machines fonctionnant sans intervention humaine, ou à l'aide d'une intervention réduite. Elle permet de réduire considérablement le temps de travail et par conséquent augmenter le niveau de vie et le pouvoir d'achat du citoyen.

La part que prennent les automates programmables dans l'industrie et de plus en plus importante. Cependant les personnes qui ont effectivement accès à un automate pour mettre en œuvre leurs connaissances et réaliser un projet complet sont rares. Elles relèvent principalement des entreprises spécialisées dans ce domaine.

L'automatisation exerce une influence décisive sur le développement des entreprises industrielles notamment dans le secteur des agro- alimentaires.

Les industries alimentaires constituent une industrie de transformation de produits, il y est essentiel de maîtriser chaque étape de cette transformation, afin d'être certain d'apporter, au meilleur coût, le résultat attendu, en assurant la constance de cette production.

Objectif du mémoire

L'objectif de notre travail est de commander par automate programmable une station industrielle de conditionnement du lait au sein de la laiterie de **Drâa Ben Khedda**. Cette commande consiste à :

- Remplacer le programmeur à cames des six machines de conditionnement du lait qui souffre de panne à répétition.
- Améliorer les conditions de travail de la station tout en intégrant les différents instruments technologiques modernes.

En vue des contraintes qui influent négativement la production de l'entreprise, l'implantation d'un automate programmable industriel est indispensable. Ceci peut conduire à une meilleure organisation de la laiterie sur le plan de la production et de l'optimisation de la productivité.

A cet effet, le contenu de ce mémoire s'organisera comme suit :

- Le premier chapitre est consacré à la description de la station de conditionnement du lait.
- Dans le second chapitre, nous présenterons la nouvelle solution apportée à la station, nous décrirons l'outil de modélisation GRAFCET ainsi que le développement du modèle de conduite de la station existante.
- Dans le troisième chapitre, nous introduirons l'automate programmable S7-300 qui fera l'objet de l'automate sélectionné de conduite de la station, nous d'écrirons le langage de programmation STEP 7, et en dernier lieu, une validation de la solution programmable développée qui sera effectué par le biais du logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM.
- Dans le quatrième chapitre, nous présenterons le développement de la solution de supervision de la station de conditionnement du lait.
- Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Introduction

Créé en 1969, l'Office National du lait et des produits laitiers (ONALAIT), s'est vu attribué la mission de mettre en œuvre une politique laitière nationale et par laquelle il couvrira les besoins de la population de ce produit de première nécessité qu'est le lait. En 1981, L'ONALAIT s'est éclaté en trois offices régionaux dont les noms sont les suivants :

- L'Office régional de l'Est (ORELAIT).
- L'Office régional du Centre (ORLAC) : il couvre le territoire des wilayas du centre (Alger, Tizi Ouzou)
- L'Office régional de l'Ouest (OROLAIT).

L'unité de **Drâa Ben Khedda** fut créée en 1971. C'est une laiterie fromagerie réalisée dans le cadre du plan spécial du développement de la wilaya de Tizi Ouzou. Elle offre une gamme de produits variés constituée de lait pasteurisé de consommation, lait fermenté, crème fraîche et surtout une variété de fromage à pâte mole type camembert, tel que le Tassili, la Cigogne.....

Initialement, la laiterie fromagerie de **Drâa Ben Khedda** est prévue pour transformer 50 000 Litres de lait par jour (L/J). Elle a augmenté ses capacités de production pour atteindre plus de 350 000 L/J, tout en augmentant le système de travail continu en trois équipes.

En Octobre 1997, un groupement des trois Offices (ORELAIT, ORLAC, OROLAIT) donne naissance à un groupement industriel de production laitière avec abréviation **Giplait** qui a sous sa tutelle les dix-huit (18) filiales nationales dont la laiterie de **Drâa Ben Khedda** [1].

I-1 Organisation générale interne de l'entreprise

La laiterie de **Drâa Ben Khedda** est organisée en cinq Départements. Ces derniers se présentent comme suit :

- Département d'administration générale ;
- Département finance et comptabilité ;
- Département d'approvisionnement ;
- Département de vente ;
- Département de production ;
- Service maintenance générale [1].

Notre travail s'est effectué au sein du département de maintenance qui est chargé de la maintenance et de l'entretien des équipements de la laiterie. Il veille sur le bon fonctionnement pour éviter les pannes qui amputent ou paralysent la production et la distribution.

I-2 Présentation de la station de conditionnement du lait

La station de conditionnement du lait peut être structurée en deux niveaux hiérarchisés comme il est indiqué sur la figure I-1. Les différents éléments de chaque niveau se présentent comme suit:

Le premier niveau est constitué de :

- deux réservoirs reliés chacun à un réseau de tuyauteries et à des vannes manuelles dont celles de deux voies (V1; V2; V6; V7; V8) et celles de trois voies (V3 ; V4 ; V5) ; ainsi que deux vannes ajustables (V9 ; V10) qui permettent de régler la pression émise par les pompes P2 et P3.
- deux indicateurs de température du lait.
- deux moteurs agitateurs assurant l'homogénéisation de la température du lait et permettant une bonne répartition de la matière grasse du lait.
- trois pompes dont l'une est destinée à remplir les réservoirs (P1: placée au niveau de la production), et les deux autres pompes permettent la distribution du lait frais vers les machines afin de le conditionner (P2 et P3 placées en aval des réservoirs). L'une de ces pompes sert à alimenter une chaîne composée de quatre machines, et l'autre permet l'alimentation de l'autre chaîne comportant deux machines de conditionnement du lait.

Le deuxième niveau de la station est composé d'un ensemble de six machines de conditionnement du lait, en plus de trois vannes manuelles à trois voies (V11; V12 ; V13) dont chacune d'elles permet de remplir deux bacs. On trouve également une ligne de retour du lait vers un petit réservoir relié d'une pompe (P4) et d'une vanne de vidange (V14). (Voir schéma de la figure I-1).

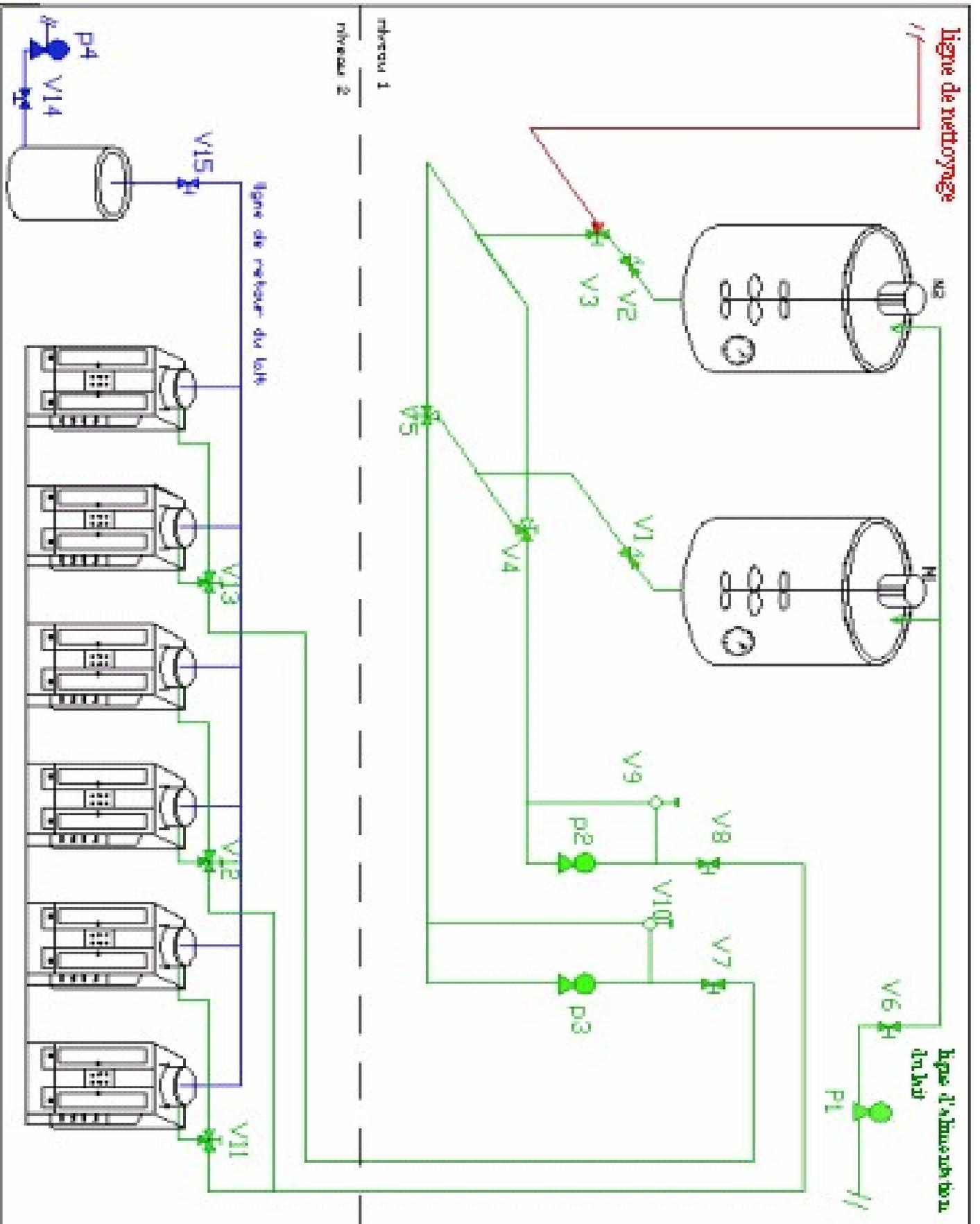


Figure I-1- Schéma synoptique de la station de conditionnement du lait

Afin de bien comprendre le cycle de conditionnement du lait de la station, nous commençons en premier lieu par décrire et par définir les différents constituants de la machine de conditionnement du lait. Par la suite, nous relaterons le fonctionnement de la station.

I-2-1 Présentation de la machine de conditionnement du lait

La machine **PREPAC IS.6 MC** est destinée au conditionnement des liquides, tel que : le lait, les sirops,...elle réalise plusieurs opérations afin de produire des sachets de un litre (1L) de lait. Une description externe et interne de la machine sera présentée par la suite : Une image synoptique de la machine est donnée ci contre :

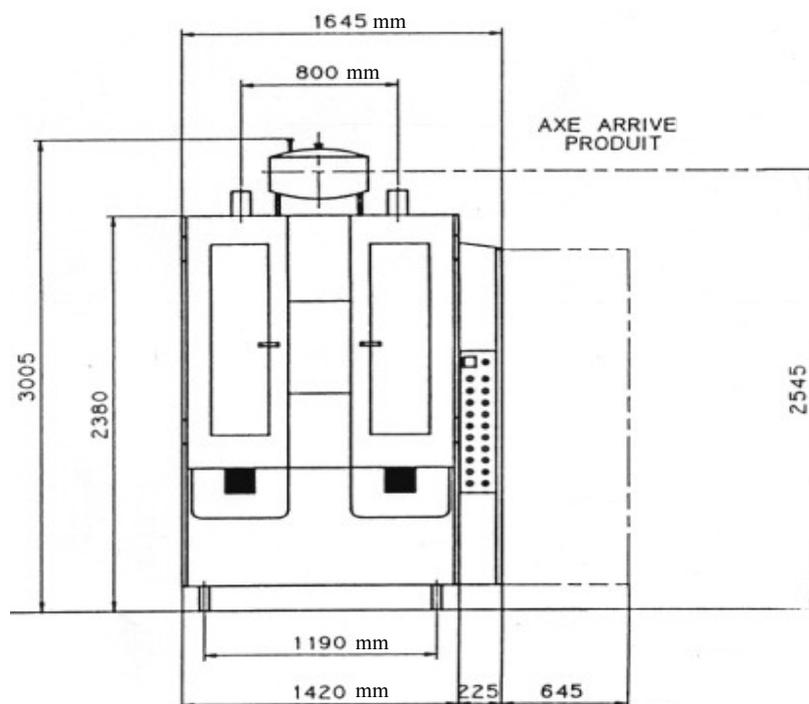


Figure I-2 Schéma synoptique de la conditionneuse de lait.

I-2-2 Caractéristiques de la machine

- machine à deux têtes de remplissage synchronisées ;
- forme et remplit 83 sachets de 1L à la minute ;
- carrosserie de la machine en acier inoxydable ;
- remplissage en continu pour une meilleure précision du dosage ;
- système de sécurité sur presses horizontales ;
- les deux soudures horizontales et verticales se déroulant en même temps afin de permettre une rapidité de la production [1].

I-2-3 Description des parties externes de la machine

Pour mieux comprendre le fonctionnement de la conditionneuse, une étude du rôle de chacune de ses parties est indispensable.

Une photo réelle de la partie externe de la machine est donnée ci-contre :

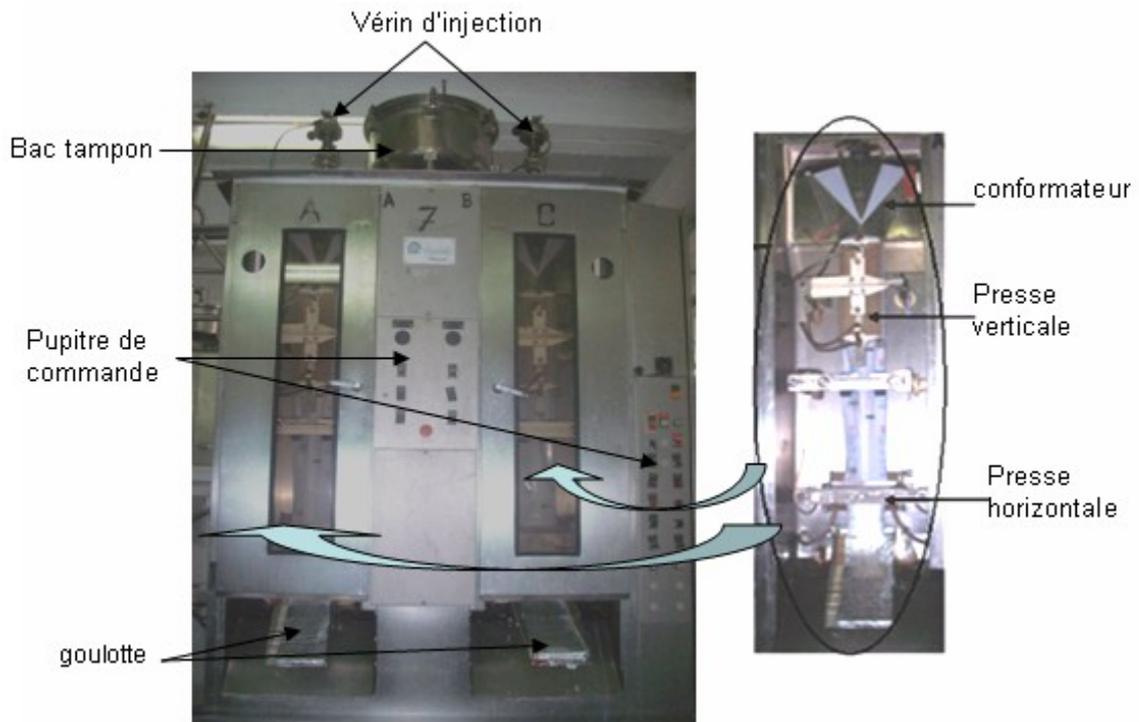


Figure I-3 Conditionneuse de lait

I-2-3-1 Pupitre de commande

Le pupitre de commande regroupe les différentes commandes nécessaires pour le bon fonctionnement de la machine tels que les boutons marche/arrêt, arrêt d'urgence ainsi que les lampes de signalisations, il est subdivisé en deux panneaux : le panneau central et le panneau de commande.

Pendant le fonctionnement, un dialogue s'établit entre la partie pupitre et la partie commande [4].



Figure I-4 Positionnement du pupitre dans un système automatisé.

I-2-3-2 Bac tampon et vérins d'injections

a) Bac tampon

Le Bac tampon est un petit réservoir de capacité de cinquante litres (50L). Il est équipé :

- d'une vanne d'alimentation manuelle qui assure l'arrivée du lait du réservoir principale ;
- d'un flotteur qui permet de bloquer la conduite d'alimentation une fois le bac est plein ;
- d'un doigt de verrouillage du flotteur qui intervient lors du nettoyage et ceci en enfonçant ce doigt jusqu'à faire pénétrer l'épingle dans le perçage le plus bas ;
- de deux conduites munies chacune d'un vérin d'injection de lait vers les deux têtes A et B ;
- d'une conduite de retour du lait du bac tampon vers un petit réservoir qui sert de trop plein ;

Une photo réelle du bac tampon est donnée ci-contre

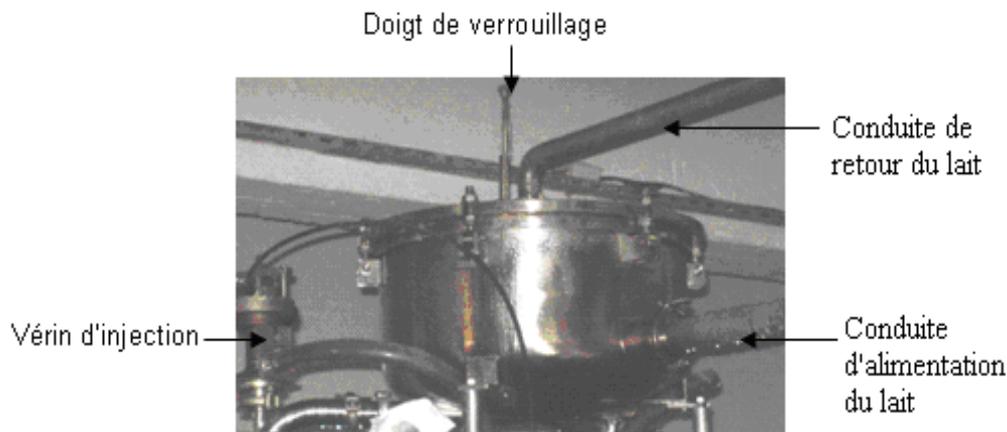


Figure I-5 Bac tampon.

b) Vérin d'injection

Le vérin de commande du clapet d'injection comporte quatre jeux de deux vis à tête hexagonale que l'on peut régler pour obtenir un volume sommaire par exemple : 1L ,1/2L.... Le jeu de vis le plus court sert à obtenir le volume le plus grand [1].

Une image ainsi qu'une photo réelle du vérin d'injection sont données ci-contre :

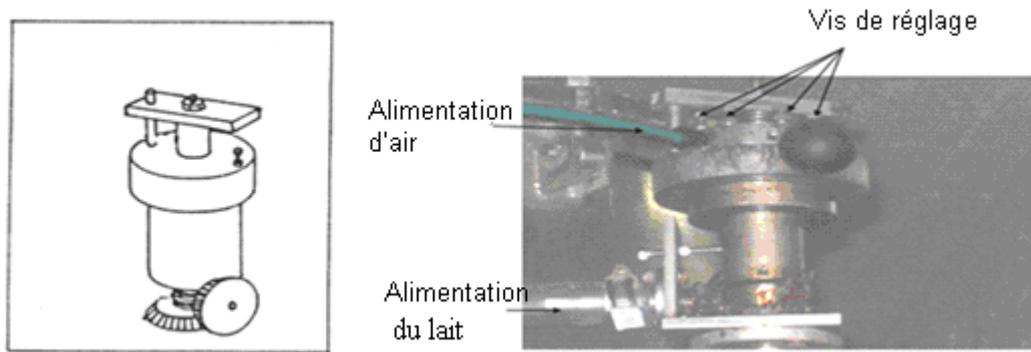


Figure I-6 Vérin d'injection.

La machine comporte deux têtes A et B de remplissage synchronisé. Elle se termine par une goulotte d'évacuation des sachets. La voie A qui est identique à la voie B est constituée essentiellement de :

I-2-3-3 Conformateur

Le conformateur sert à plier le film et à former une gaine. Il est muni d'un levier de guide film qui assure le centrage du film lors du fonctionnement comme il est indiqué sur la figure suivante [1].

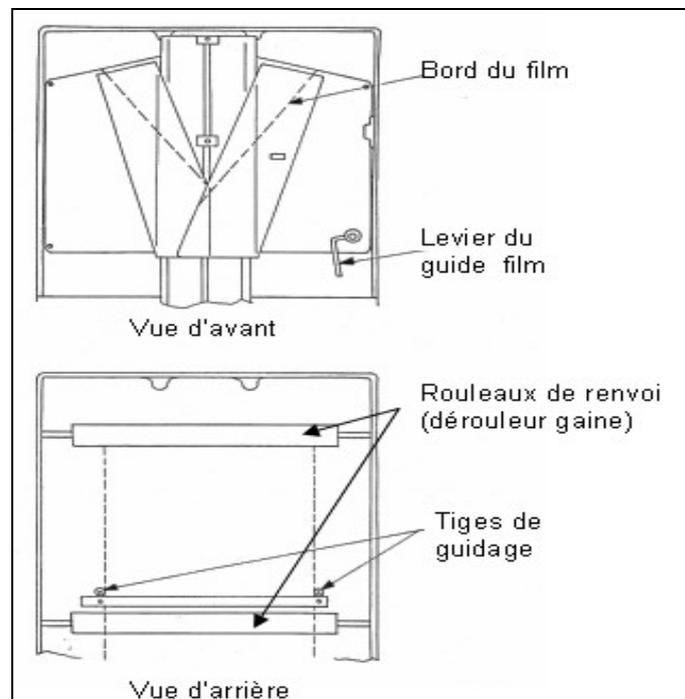


Figure I-7 Conformateur.

○ Remarque

Avant que la gaine ne soit formée, le film doit être stérilisé par des tubes ultra violets situés à l'extrémité supérieure des deux voies (au dessus des conformateurs).

I-2-3-4 Presse verticale

La presse verticale permet de faire la soudure verticale de la gaine au moyen d'une résistance plate.

I-2-3-5 Presse horizontale

La presse horizontale, par contre, permet de faire la soudure horizontale de la gaine avec coupure (résistance ronde).

L'image synoptique suivante englobe les deux presses :

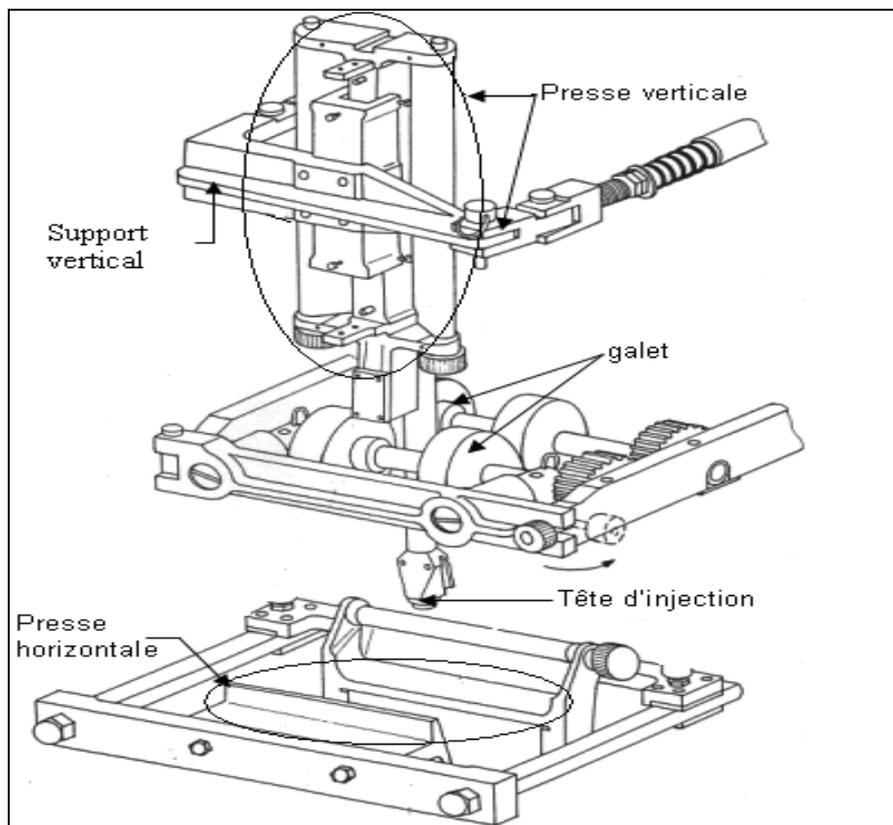


Figure I-8 Presses horizontale et verticale.

I-2-3-6 L'armoire électrique

Située du côté droit de la machine, l'armoire électrique gère le déroulement ordonné des opérations à réaliser à partir des informations reçues en provenance des capteurs. Elle comporte plusieurs éléments dont on citera les relais, les fusibles, les contacteurs, les transformateurs...

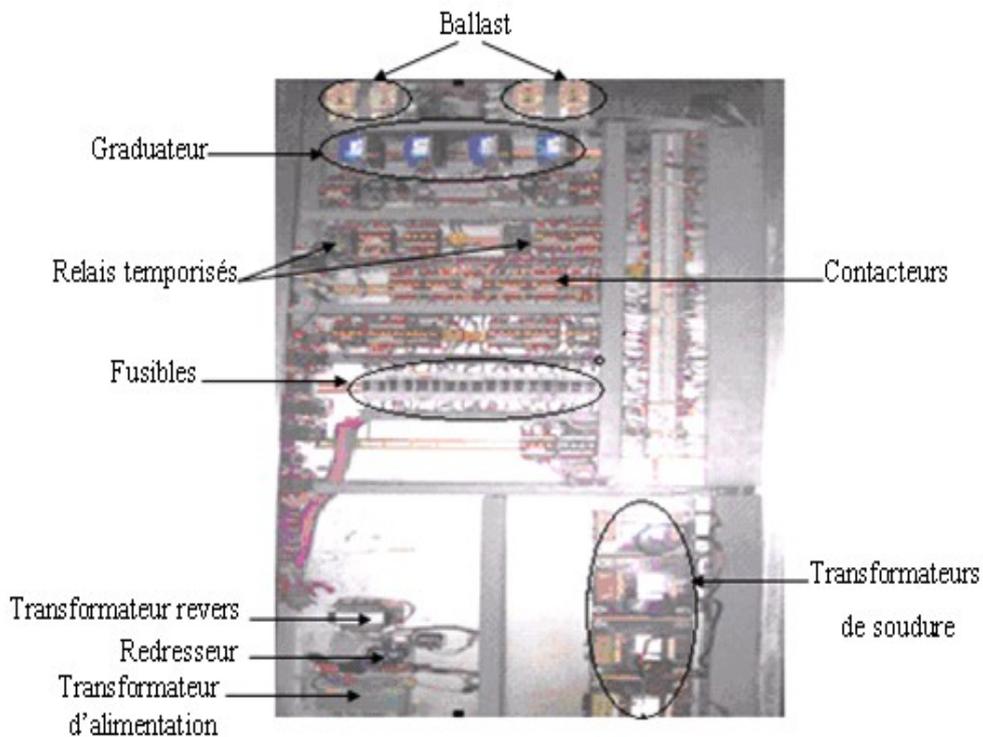


Figure 1-9 Armoire électrique.

I-2-4 Description des parties internes de la machine

La description interne de la machine est subdivisée en cinq parties :

I-2-4-1 Partie mécanique

Elle se compose d'un :

- **Arbre à cames**

La came est un élément de mécanisme servant à induire un mouvement rectiligne, ou un pivotement alternatif dans un deuxième élément dit suiveur. Les cames servent à actionner séquentiellement des commutateurs dans des appareils électriques et sur nombre d'autres équipements. Dans la figure I.10, lorsque la came tourne, le piston monte tout doucement puis descend d'un coup. Cela est dû à la forme de la came sur l'axe de rotation. On peut mettre plusieurs cames légèrement décalées ; l'axe est alors nommé arbre à cames [5].

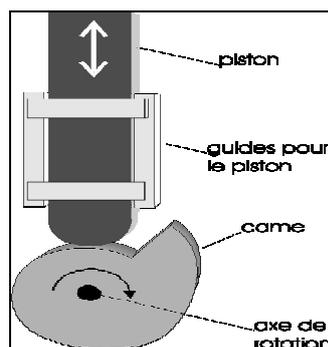


Figure I-10 La came

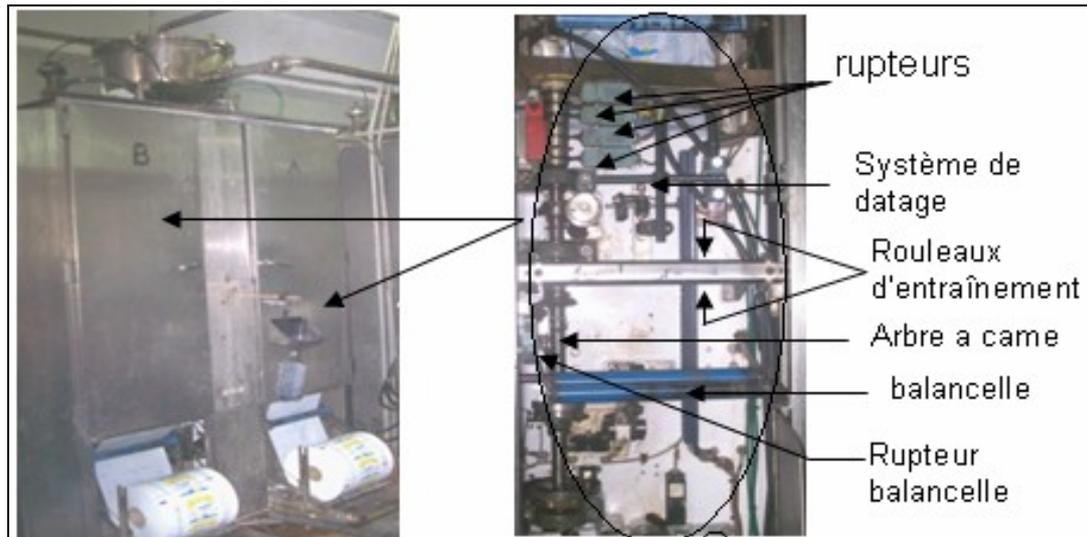


Figure 1-11 Emplacement de l'arbre à cames dans la machine.

Une image synoptique détaillée de l'arbre à cames de la machine est donnée ci-dessous.

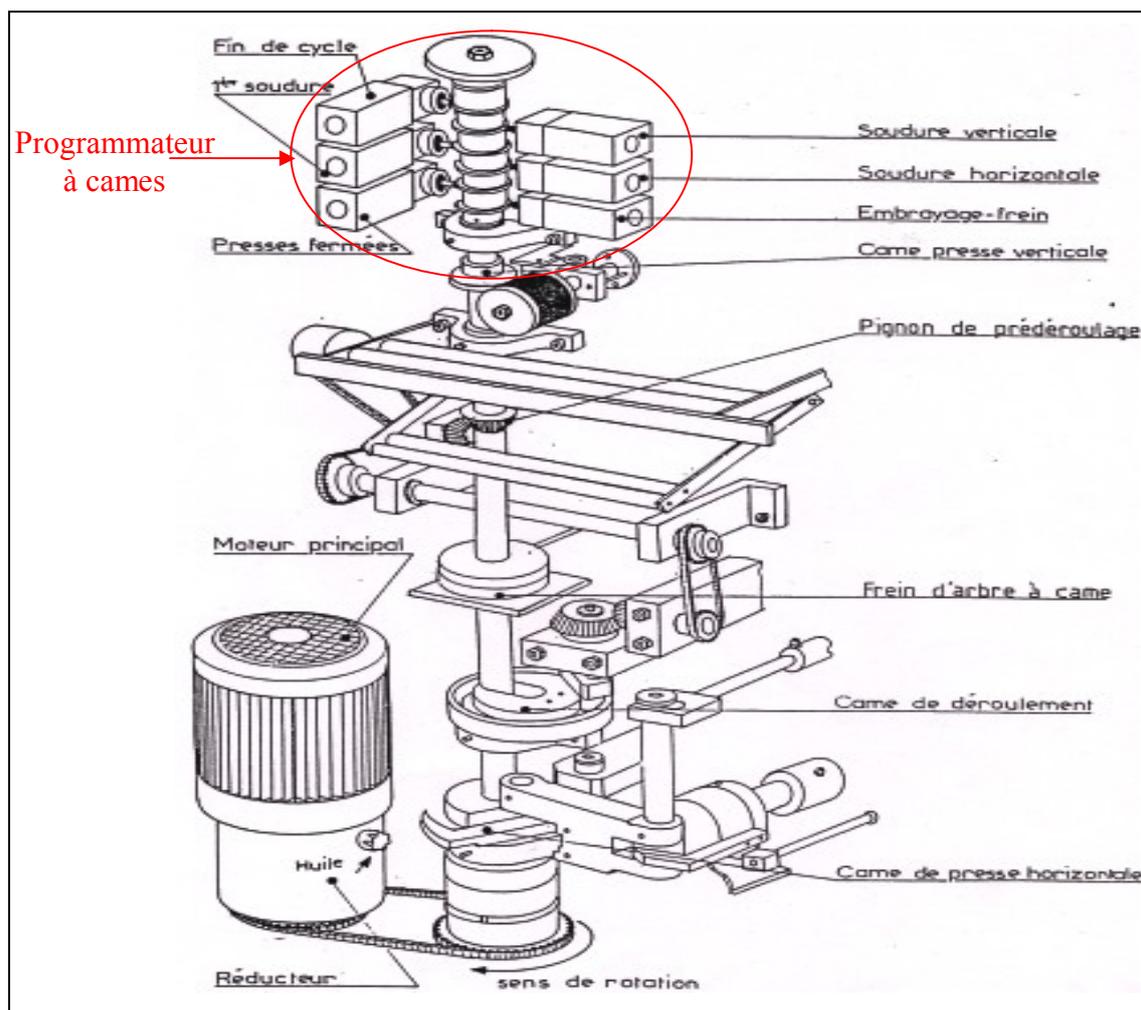


Figure I-12 Arbre à cames

a) Came de presse horizontale

La came de presse horizontale assure l'ouverture et la fermeture de la presse horizontale. La fermeture commence quand l'angle de rotation fait un angle de 20° et atteint la position maximale de fermeture à 110° jusqu'à une inclinaison de 280° . L'ouverture maximale est de 350° [1].

b) Came de déroulement du film

Elle actionne l'embrayage de déroulement. A la position 0° de l'arbre, l'entraînement est à sa vitesse avancée maximum, s'arrêtant et repartant en sens inverse à 90° . La rotation en sens inverse s'arrête et la rotation vers l'avant reprend à 270° .

c) Renvoi d'angle de prédérroulement

Sur l'arbre à cames est indexé un pignon conique de renvoie d'angle qui assure la commande en rotation de rouleaux d'entraînements par l'intermédiaire d'un embrayage. Ce dernier est commandé lorsque le levier de balancelle monte.

d) Came de presse verticale

Au moyen d'un bras balancier, la came de presse verticale actionne l'ouverture et la fermeture de la presse verticale.

e) Ensemble de cames de rupteurs (programmeur à cames)

Cet ensemble situé à l'extrémité supérieure de l'arbre à cames comprend six cames dont chacune contrôle un rupteur qui lui-même commande une fonction de la machine.

Ces opérations consistent dans :

❖ Embrayage- frein dérouleur gaine

Le rupteur contrôle l'embrayage- frein électromagnétique du dérouleur gaine. Quand l'angle de rotation de la came est de 0° , le frein est désengagé, l'embrayage est enclenché actionnant ainsi les galets de déroulement. A un angle de 95° le galet du rupteur quitte la came renversant l'ordre des opérations, c'est-à-dire que le frein est enclenché et que l'embrayage est désengagé, stoppant ainsi les galets de déroulement. A un angle de 290° , la came enclenche de nouveau les galets du rupteur, et les galets du déroulement se remettent en fonctionnement.

❖ Soudure horizontale

Ce rupteur est commandé par une came. Cette dernière, réglable, permet un ajustement du temps de soudure. Les deux pièces de la came doivent être disposées et réglées de façon à

commander le galet du rupteur à environ 95° et le relâcher à 175° , donnant un temps de soudure de 80° environ.

❖ **Première soudure**

Ce rupteur travaille en conjonction avec un relais temporisé pour donner une impulsion de soudure très longue au démarrage de la machine. Cette came commande le galet du rupteur à environ 45° et le relâche à 105° .

❖ **Soudure verticale**

La came de commande de la soudure verticale est identique à la came de commande de la soudure horizontale.

❖ **Fin de cycle**

Ce rupteur assure l'arrêt de la machine avec presses ouvertes, c'est-à-dire que l'axe de cames avoisine la division 0° .

❖ **Fonction presses fermées**

En conjonction avec le bouton de commande « presses fermées » sur le panneau avant de la machine, ce rupteur garde les presses fermées permettant ainsi certains réglages. La came actionne le galet de ce rupteur à 175° et le relâche à environ 245° .

I-2-4-2 Partie actionneurs électriques

a) Moteur asynchrone triphasé

Le moteur utilisé dans la machine est de type triphasé asynchrone à rotor court-circuité qui est le plus utilisé dans les équipements automatiques. Il transforme l'énergie électrique en énergie mécanique et transmet le mouvement vers les deux arbres à cames des deux voies A et B par l'intermédiaire du réducteur et de chaînes d'entraînement des deux arbres.

○ **Remarque**

Le schéma de puissance et de commande du moteur de la machine est donné dans l'annexe A.

b) Embrayage dérouleur gaine

L'embrayage dérouleur gaine est un type d'embrayage électromagnétique situé à l'intérieur au centre en liaison avec l'axe des galets d'entraînement du film. Après amorçage, il entraîne le dérouleur gaine [1].

c) Frein dérouleur gaine

C'est un type de frein électromagnétique situé sur le même assemblage que l'embrayage du dérouleur gaine. Il se met en service après un arrêt du déroulement du film et garde l'axe des galets d'entraînement bloqué [1].

d) Embrayage préderoulement

L'embrayage préderoulement est un type d'embrayage électromagnétique situé sur le même assemblage que les rouleaux d'entraînement du film. Sa fonction consiste dans le contrôle du mouvement de serrage et de relâchement des rouleaux [1].

I-2-4-3 Partie actionneurs pneumatiques

La partie actionneurs pneumatiques est composée d'un :

a) Vérin simple effet

Un vérin simple effet est un vérin qui ne comporte qu'une seule prise de pression, l'aller du piston et de la tige du vérin qui est obtenue par action de l'air comprimé sur la face accessible du piston. Le retour est obtenu par action d'un ressort. Nous disposons dans notre machine de deux vérins d'injection à simple effet [2].

b) Distributeur

Le distributeur assure le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique...) et le vérin. Il comporte un coulisseau qui ferme ou ouvre les orifices par où circule l'air sous pression.

Dans notre machine, nous disposons de deux distributeurs 3/2 à action électrique pour la commande des vérins d'injections.

- **Distributeur 3/2** : trois orifices (pression, utilisateur, échappement) et deux positions destinées à alimenter un vérin à simple effet.

I-2-4-4 Partie actionneurs hydrauliques

Cette partie est constituée :

a) d'une électrovanne :

L'électrovanne est constituée d'une bobine électromagnétique et d'un robinet. Elle ne sert ni à commander un distributeur ni à alimenter un vérin ou un moteur. Elle a pour

fonction principale de contrôler la circulation d'un fluide. Dans notre cas, il s'agit de l'eau (utilisée pour le système de refroidissement des presses) [2].

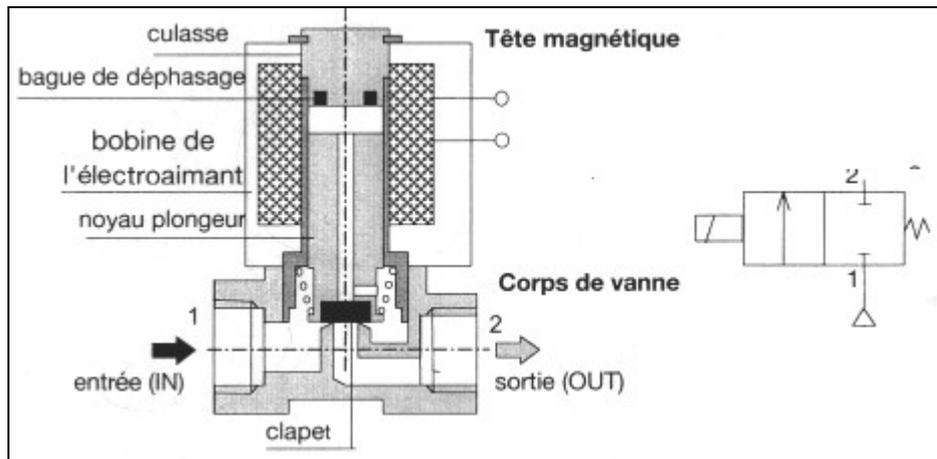


Figure 1-13 Electrovanne 2/2 normalement fermée

b) d'une pompe hydraulique

La pompe est un dispositif destinée à aspirer puis refouler des fluides. Nous disposons, dans notre station, de quatre pompes centrifuges, car elles s'accouplent directement avec le moteur asynchrone [3].

I-2-4-5 Capteurs

Les capteurs sont des dispositifs qui transforment l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. Ce sont des éléments de base pour l'acquisition des données. Les signaux prélevés par des capteurs sont de trois natures différentes :

- Signal logique ou binaire ;
- Signal numérique (valeur discrète) ;
- Signal analogique (dans ce cas, il faut adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique) [4].

Dans notre machine, ils existent des capteurs de position délivrant un signal tout ou rien. On y trouve des fins de course et des capteurs de sécurité.

Une vue synoptique de l'emplacement de tous les capteurs est donnée dans la figure ci-dessous.

❖ Définition des capteurs de la machine

SUVA/SUVB : rupteur des tubes ultra violets, coupe l'alimentation des tubes ultra violet quand les portes arrières A ou B sont ouvertes.

ASA/ASB : rupteur d'annulation de sécurité sur presse horizontale (A / B) 3 mm avant la fermeture des presses.

CTA/CTB : rupteur de 1^{er} temps de soudure, commandé par sa came.

CFA/CFB : rupteur de fin de cycle.

SA/SB : rupteur de sécurité sur presse horizontale, commandé pendant la fermeture des presses. (Tête A / B).

FFA/FFB : rupteur de fin du film, tige en acier inoxydable, une fois actionnée permettant l'arrêt de la machine.

ARA/ARB : rupteur sécurité portes arrières A / B, en cas d'ouverture des portes, il coupe l'alimentation générale de 24VAC.

CPA/CPB : ce rupteur qui est commandé par sa came permet de maintenir les mâchoires de soudure en position fermée au moment de la soudure.

CVA/CVB : rupteur de soudure verticale (tête A ou B).

CHA/CHB : rupteur de soudure horizontale (A/B).

CDA/CDB : rupteur de déroulement de film, il permet la commande de l'embrayage- frein.

SBA/SBB : rupteur sécurité balancelle.

AVA/AVB : rupteur de sécurité sur les portes avant (A / B), à l'ouverture coupure d'alimentation.

SCA/SCB: Rupteur de sécurité moteur tête A/B.

RBA/RBB : rupteur embrayage préderoulage tête A/B.

I-3 Fonctionnement de la station de conditionnement du lait

I-3-1 Procédure de remplissage des réservoirs

Avant la mise en marche de la station de conditionnement du lait, une équipe d'employeurs est chargée de contrôler la fermeture des vannes V1 et V2 et d'ouvrir la vanne de remplissage V6. Elle doit s'assurer aussi que le lait est bien présent au niveau de la production, et de contrôler la température qui doit être entre 4°C et 8°C. À cet effet :

- elle actionne la pompe P1 qui permet de remplir les 2 réservoirs de la station.
- met en marche les moteurs agitateurs MT1 et MT2 lorsque le lait atteint un certain niveau dans les réservoirs.

- Ouvrir les vannes V1 et V2 et enclenchement des pompes P2 et P3 afin de remplir les bacs tampon (les autres vannes étant ouvertes) ;
- Alimenter les six machines de conditionnement du lait (à partir de l'armoire centrale).

I-3-2 Fonctionnement de la machine

Avant de démarrer la machine, il est indispensable de vérifier certains points nécessaires pour le bon déroulement du cycle de travail; il faut donc s'assurer que:

- le courant arrive sur la machine ;
- le téflon sur les mâchoires de soudures est bien en place ;
- la vanne d'arrivée du lait est bien ouverte ;
- la vanne d'arrivée d'eau est ouverte ;
- les portes sont bien fermées ;
- le film est bien en place.

Après avoir vérifié ces contraintes, on accède au démarrage de la machine de la façon suivante :

- Enclencher l'interrupteur général (le voyant général doit s'allumer). Cet interrupteur permet l'alimentation des différents organes de la partie électrique (fusible, contacteur, relais ...) et la mise en marche des ventilateurs.
- Enclencher l'interrupteur moteur.
- Enclencher l'interrupteur auto (amorçage de l'embrayage général).

A ce stade, le moteur tourne entraînant de ce fait l'embrayage principal par l'intermédiaire du réducteur et des chaînes d'entraînement des deux arbres. L'arbre à cames tourne et c'est ainsi que les différents mouvements mécaniques sont actionnés (Mouvement des presses horizontale et verticale).

- Enclencher l'interrupteur de déroulement.
- Enclencher l'interrupteur "soudure verticale".
- Enclencher l'interrupteur "soudure horizontale"

A cet effet, toutes les conditions sont maintenant réunies pour la formation de la gaine.

• Formation de la gaine

A ce moment, le cycle de la machine commence ; le film descend mais il faut l'aider en le tirant vers le bas car il n'y a pas de liquide à conditionner lui permettant de descendre.

Le passage du film sur les différents rouleaux est indiqué sur la figure ci-dessous. Ce film doit être tiré jusqu'au galets de déroulement.

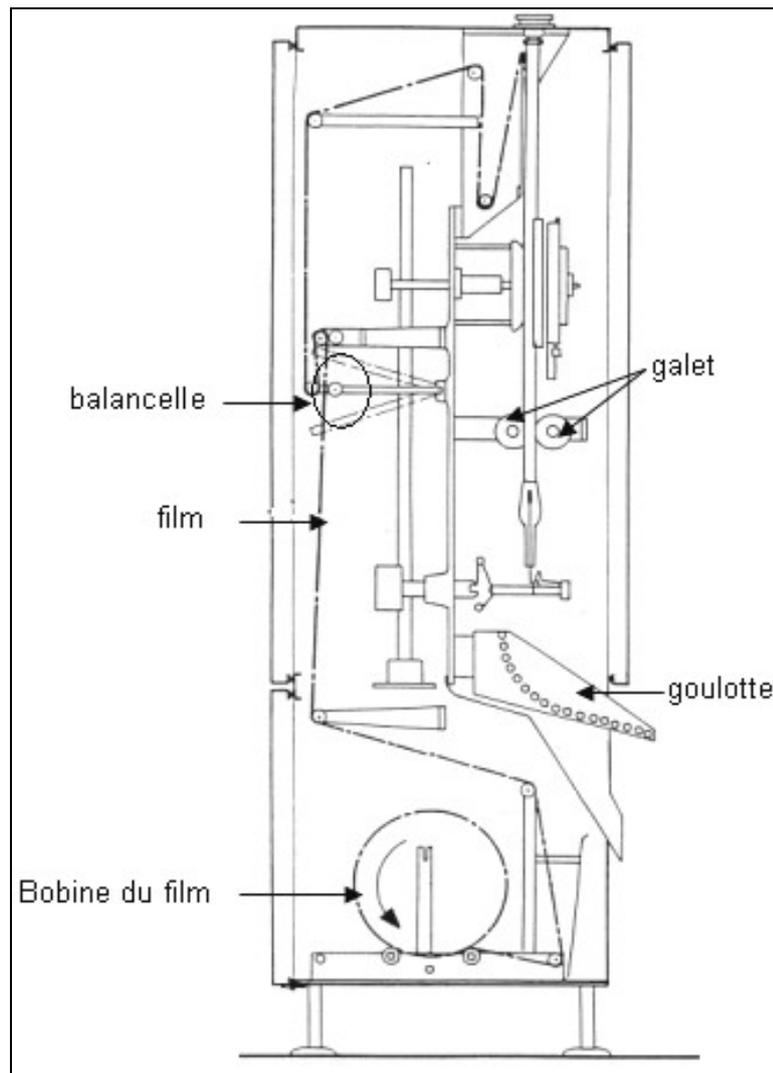


Figure 1-16 Déroulement du film

- Actionner l'interrupteur "injection ". La production peut commencer : la machine va maintenant produire des sachets remplis du lait.

- **Remarque**

Le cycle décrivant le déroulement des différentes actions et tâches de la machine assuré par le séquenceur « programmeur à came » est donné dans l'annexe A.

I-4 Position du problème

Lors du déroulement du cycle de production de la station de conditionnement du lait, nous avons soulevé des lacunes qui influent négativement sur le bon fonctionnement de cette station. Ces lacunes consistent dans:

- la perte du temps lors du fonctionnement de la station (déplacement effectué par l'opérateur lors de l'ouverture des vannes ensuite la mise en marche des pompes , le contrôle de la température du lait ...).
- le contrôle des niveaux dans les réservoirs afin d'éviter les débordements de ces derniers lors de leurs remplissages (absence de capteurs de niveaux).
- La commande des différentes tâches de la machine de conditionnement du lait est faite à base d'un programmeur à cames (ensemble de cames de rupteurs) qui gère l'ordonnancement du cycle de la machine. Cette technique est l'une des anciennes commandes programmées des automatismes industriels qui utilisent un arbre tournant pour actionner les différentes cames qu'elles mêmes actionnent les contacteurs commandant directement les actions à obtenir. Ces contacteurs tombent fréquemment en panne et paralysent la production de la station de conditionnement du lait.

Conclusion

Au terme de l'étude et la description de la station de conditionnement du lait, et vu les problèmes que présente le type de fonctionnement actuel de cette station, on a subjugué que l'automatisation de cette dernière est un lien primordial et nécessaire afin d'améliorer les conditions de travail et d'augmenter la quantité du produit de cette station.

Pour cela, nous allons adopter dans le second chapitre la nouvelle solution de commande de la station de conditionnement du lait, nous allons présenter le modèle de conduite de la station par l'outil GRAFCET qui est le plus adapté à l'automatisation des procédés industriels.

Introduction

La complexité croissante des systèmes industriels automatisés impose une définition précise des spécifications fonctionnelles qui régissent le comportement du système et ceci indépendamment de la matérialisation technologique retenue : électrique, mécanique, pneumatique, électronique câblée ou programmée.

Afin de modéliser le système industriel, on utilise un outil simple appelé le GRAFCET. Ce dernier permet de décrire le comportement attendu de l'automatisme de commande face aux informations qu'il reçoit. On impose une démarche rigoureuse, éventuellement hiérarchisée, évitant ainsi les incohérences dans le fonctionnement. A chaque niveau de la description, ce diagramme peut être affiné et corrigé, sans que cela ne remette en cause les parties déjà étudiées.

II-1 Structure d'un système automatisé de production

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

Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliés entre elles. Ces parties nommées:

- Partie opérative (PO).
- Partie commande (PC).
- Partie relation (pupitre de dialogue PR) [8].

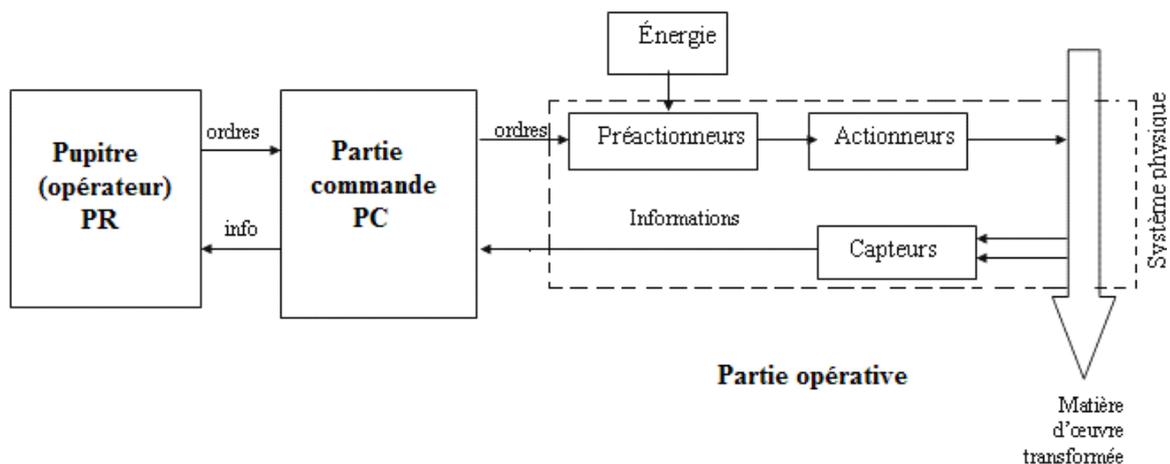


Figure II-1 Structure d'un système automatisé de production

II-1-1 Partie opérative PO

C'est la partie physique à automatiser ; elle opère sur la matière d'œuvre et le produit, comme elle regroupe:

a) Les préactionneurs

Un préactionneur est un composant de gestion de l'énergie d'alimentation des actionneurs. Il reçoit l'information de commande de la partie commande, puis délivre en sortie la puissance nécessaire pour l'actionner. On peut distinguer les préactionneurs pneumatiques (distributeurs) et les préactionneurs électriques (contacteurs) [10].

b) Les actionneurs

Ce sont des éléments qui se chargent de convertir l'énergie afin de l'adapter au besoin de la partie opérative, on peut citer: moteurs, vérins, électroaimant, résistance de chauffage...etc [6].

c) Les capteurs

Le capteur fournit à la partie commande des comptes rendus sur l'état du système .Il convertit les informations physiques de la partie opérative en grandeurs électriques exploitables par la partie commande. Il assume l'ensemble des informations de la chaîne d'acquisition des données (fin de course de vérin, détecteur de position, capteur de température...) [6].

II-1-2 Partie commande PC

Ce secteur de l'automatisme gère le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs situés dans la PO, et les restitue vers cette même PO en direction des préactionneurs [8].

II-1-3 Partie relation PR

Elle comporte le pupitre de dialogue homme-machine, équipé des organes de commande permettant la mise en /hors énergie de l'installation, la sélection des modes marche, de la commande manuelle des actionneurs, du départ des cycles, de l'arrêt d'urgence...ainsi que des signalisations diverses telles que les voyants lumineux, les afficheurs... [6]

II-2 Description de la nouvelle solution de commande de la station à automatiser

La nouvelle solution de commande de la station de conditionnement du lait envisagée pour l'accomplissement de l'automatisation est présentée dans la figure II-2.

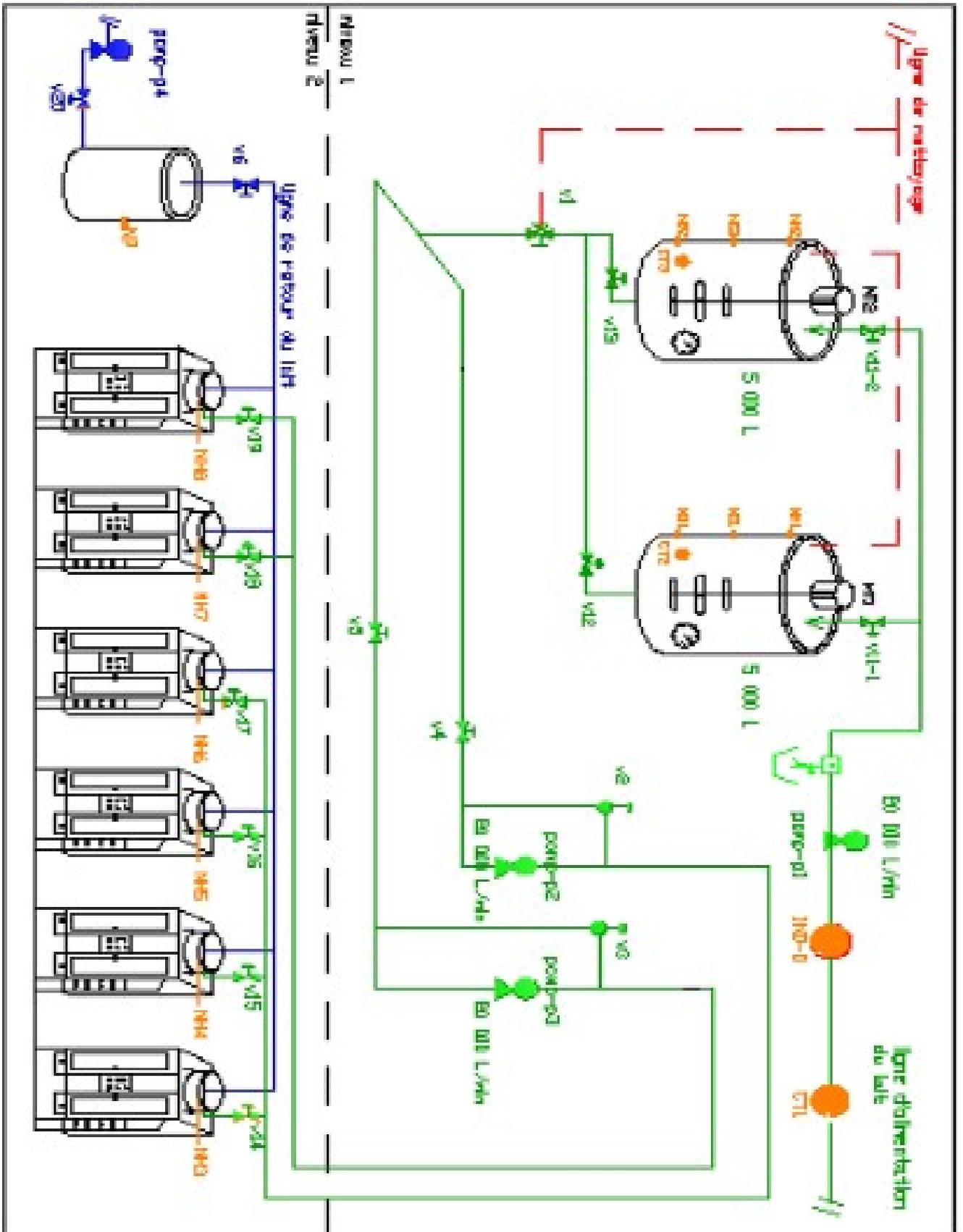


Figure 11-2- Schéma synoptique de la nouvelle solution de la station de conditionnement du lait

II-2-1 Modifications apportées à la station de conditionnement du lait

a) Capteurs de niveau

Les processus réalisés dans les cuves de transformation alimentaires, comme dans notre cas, le lait, sollicitent fortement la technologie installée. La stérilisation et le nettoyage des cuves impliquent des pressions et des températures élevées. Les capteurs de niveaux installés dans les réservoirs, aux bacs tampons et également au niveau du réservoir de vidange doivent répondre aux exigences de la construction hygiénique. Notre choix est basé sur les capteurs à lames vibrantes du fait qu'ils assurent la protection contre le trop plein et la marche à vide des pompes.

❖ Caractéristiques

- Nomenclature : VEGASWING (VEGABAR) 61.
- Lames en acier inoxydable.
- Sans piège à bactérie.
- Résistance à la température de nettoyage jusqu'à 150°C.

❖ Principe de fonctionnement

Le capteur à lames vibrantes est un détecteur de niveau. Lorsque ce liquide augmente dans la cuve et couvre ces lames, les vibrations sont atténuées, la fréquence d'oscillation et l'état de la sortie électrique changent.

Pour le niveau bas du liquide, le phénomène physique du capteur sera inverse ; les lames sont normalement immergées et lorsque le niveau diminue et découvre ces lames, la fréquence change ainsi que l'état de la sortie électrique [6].

La figure suivante illustre ce capteur ainsi que ses différents emplacements dans le réservoir.

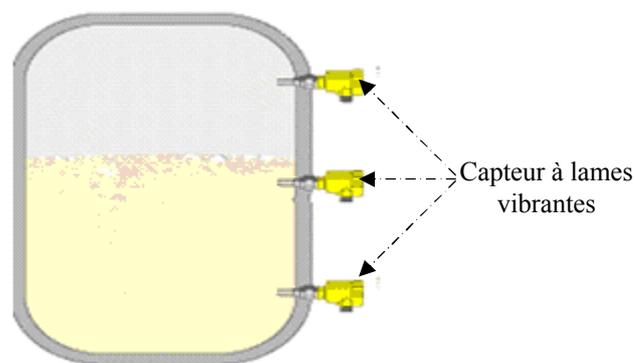


Figure II-3 Capteur à lames vibrantes et sa disposition dans le réservoir

b) capteur de température

Le capteur de température détecte la variation de la chaleur du liquide et transmet un signal analogique qui sera converti dans l'automate programmable. Les capteurs utilisés dans les réservoirs et au niveau de la production sont des capteurs à sonde en acier inoxydable qui s'adaptent parfaitement aux besoins de notre station [6].

c) Détecteur de débit à palette

Le détecteur de débit à palette est un dispositif qui permet de contrôler et d'assurer un débit minimum sur des circuits nécessitant une sécurité maximale, tel que le circuit de refroidissement, lubrification, protection de pompesetc.

Dans notre cas, on a placé ce détecteur au niveau de la pompe d'alimentation des réservoirs (pomp_P1) afin d'éviter la marche à vide de cette dernière en cas d'absence du lait.

❖ Principe de mesure

Le contrôleur de débit suit le principe bien connu du soufflet et de la palette. Le débit provoque le déplacement de la palette qui agit sur un contact sec. La partie électrique est encapsulée et se trouve ainsi séparée complètement du liquide à contrôler [6].

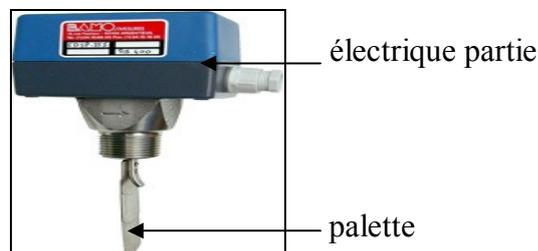


Figure II-4 Détecteur de débit

❖ Caractéristiques

- Désignation : **CDSP25**.
- Matière en inox.
- température de service maximale : 120°C.

d) Régulateur de pression (clapet sélecteur à manomètre)

Régulateur à pressostat, lorsque la pression émise par la pompe dépasse la valeur réglée, le lait circule dans la conduite de retour vers la production.

Remarque

En plus de ces modifications apportées, nous avons remplacé les vannes manuelles par des électrovannes dont on a équipé chacune d'elles d'un contact sec décrivant l'état de ces

derniers, afin de lancer la station automatiquement et de diminuer les efforts fournis par les employeurs.

II-2-2) Modifications apportées au niveau des machines de conditionnement du lait

Au niveau des machines de conditionnement du lait, nous avons proposé deux solutions :

- La première solution consiste à changer complètement l'ensemble des programmeurs à cames (cames et rupteurs) des six machines, qui contrôlent l'ordonnancement des événements de la partie commande par une solution moderne à base d'un automate programmable industriel.

Pour cela, on a pris tous les temps nécessaires d'activation et de désactivation de chaque rupteur et de le convertir en programme. L'intérêt industriel de cette programmation est de faire en sorte que les changements du temps nécessaire pour chaque action se fassent sans avoir recours à démonter l'ensemble du programmeur et de changer la came à la forme voulue.

- La seconde solution consiste à remplacer seulement les rupteurs par des capteurs inductifs vu l'usure répétitive de ces rupteurs qui engendre la diminution de la production.

Notre travail consiste à remplacer tout le programmeur (c'est-à-dire la première solution).

II-3 Introduction à l'outil de modélisation GRAFCET

Le mot GRAFCET est l'acronyme de **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande d'**E**tapes_ **T**ransitions, en anglais « séquentiel function chart ou SFC »

II-3-1 Définition

Dans la littérature spécialisée, le grafcet est défini comme étant un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, devant un cahier de charges, les différents comportements et l'évolution d'un système séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et constitue un outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser. [11, 12, 13, 14,15].

❖ **Avantages du grafcet**

- ✓ Indépendant de la matérialisation technologique.
- ✓ Traduire de façon cohérente le cahier de charges.
- ✓ Bien adapté aux systèmes automatisés.

II-3-2 Éléments de base du grafcet.

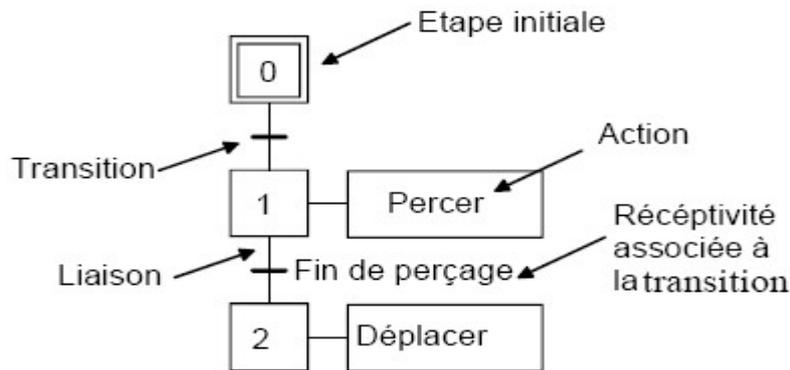


Figure II-5 La symbolisation du grafcet.

II-3-2-1 Les étapes

Une étape représente une situation stable de la partie commande. Elle est soit active soit inactive. On peut associer à chaque étape i une variable x_i image de son activité.

$X_i = 1$ lorsque i est active.

$X_i = 0$ lorsque i est inactive.

❖ **Etape initiale**

Elle est étape active au début du fonctionnement, elle se présente par un double carré.

II-3-2-2 Les actions

L'action est associée à l'étape, elle peut être externe (sortie de l'automate pour commander le processus) ou interne (temporisation, comptage...).

Une étape peut à titre d'exemple n'avoir aucune action si elle correspond à une attente d'un évènement.

II-3-2-3 Les liaisons

La liaison est un arc orienté indique les voies d'évolution de la situation du grafcet

II-3-2-4 Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes successives. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité.

II-4 Niveau du grafcet

Pour aborder de façon progressive l'étude d'un automatisme, l'analyse grafcet est divisée en deux niveaux : grafcet niveau I et grafcet niveau II. Le premier s'attarde à la spécification fonctionnelle qui permet de représenter la séquence de fonctionnement souhaitée. Le second correspond aux spécifications technologiques qui prennent en compte la technologie des capteurs et des actionneurs.

II-5 Modélisation de la station de conditionnement du lait par grafcet niveau II

Notre choix se porte sur le niveau II puisqu'il utilise exclusivement des adresses et des symboles valides et chaque action ou condition doit être applicable à la programmation de l'automate.

Nous avons subdivisé notre modélisation en quatre phases :

II-5-1 Alimentation et vidange des réservoirs

Dans cette phase, nous avons modélisé les instructions de démarrage ainsi que le remplissage des deux réservoirs de la station. Ce modèle est d'une structure complexe avec des séquences simultanées, des aiguillages, des macro étapes (M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9) et des grafcet de tâches (T1, T2, T3). voir figure II-6

II-5-2 Fonctionnement de la machine de conditionnement du lait

Dans cette phase nous avons modélisé le fonctionnement de la machine, nous avons aussi utilisé des séquences simultanées et des aiguillages. Voir figure II-7.

II-5-3 Mode de marche et d'arrêt de la station

Pour un arrêt sécurisé de la station, il y a assez d'instructions à suivre (arrêt des pompes, arrêt des moteurs agitateurs, arrêt moteur machine, arrêt de l'embrayage général machine). Dans cette phase, la structure du modèle développé pour l'arrêt de la station comprend des aiguillages ainsi que des grafcet de tâches (T4, T5, T6, T7). voir figure II-8.

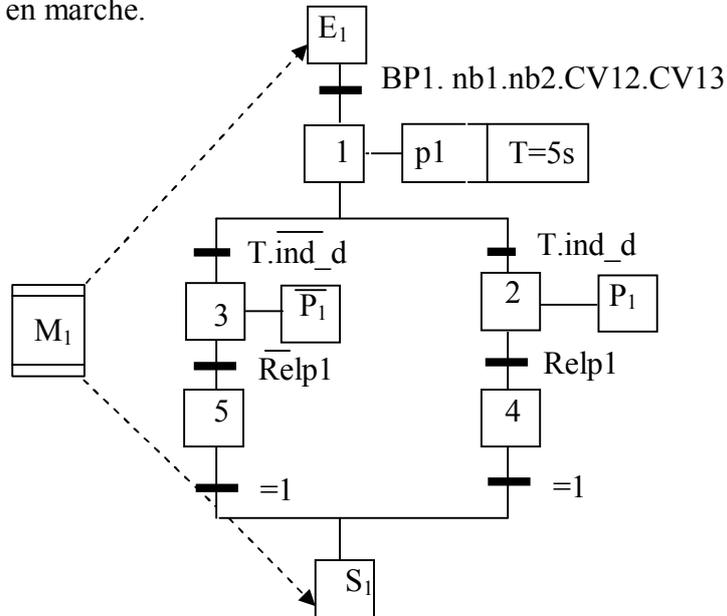
II-5-4 Vidange du réservoir du retour du lait (voir figure II-9)

◆ Les macro étapes

-Macro étape M1 : Marche de la pompe P1

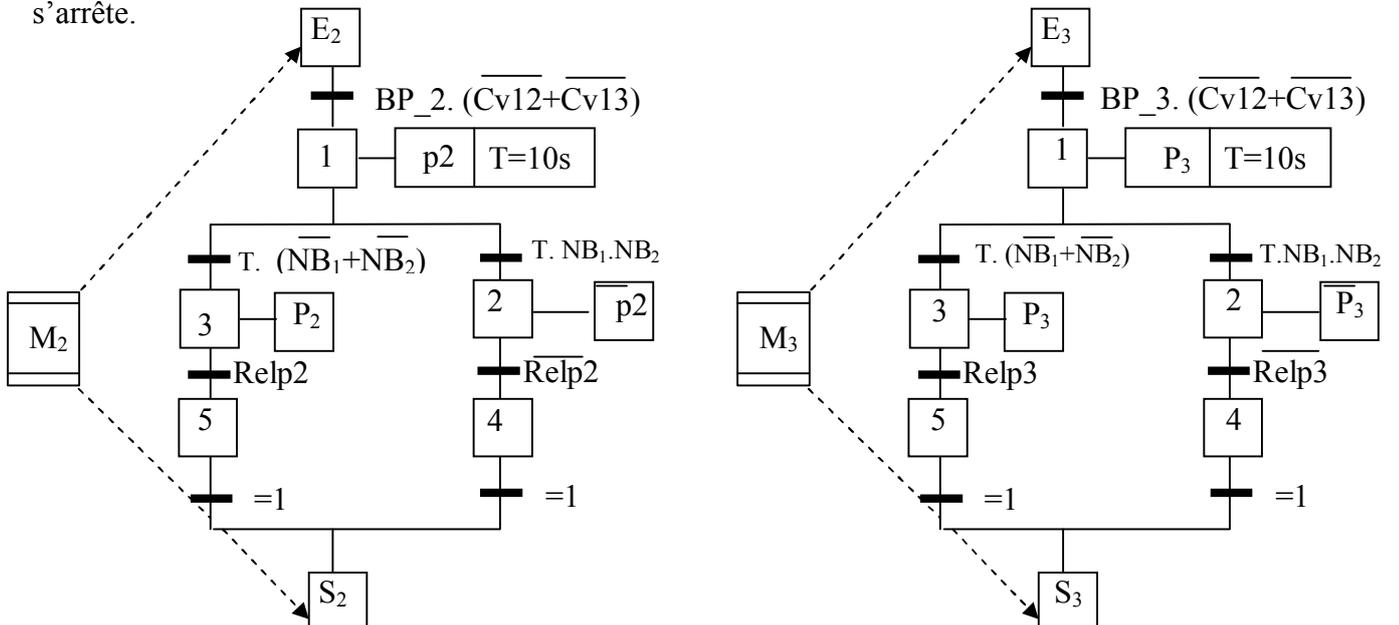
Après la mise en marche de la pompe P1, une temporisation est associée à cette dernière, nous imposons alors deux conditions :

- Si après temporisation pas de détection de débit, la pompe s'arrête.
- Si après temporisation nous avons une détection de débit, la pompe reste toujours en marche.

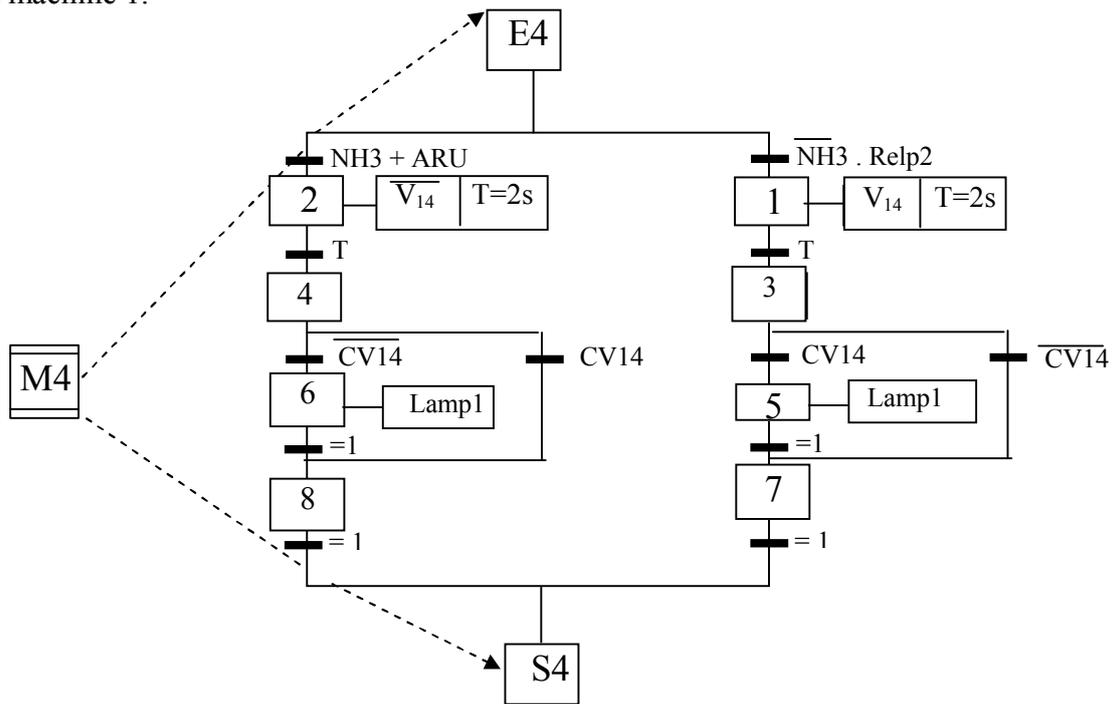


-Macro étape M2 ET M3 : Marche des pompes P2 et P3

La marche de la pompe P2 ou P3 se fait par action sur le bouton poussoir BP_2 ou BP_3, et l'ouverture de l'une des électrovannes V12 ou V13 (contacteur associée fermée). Une temporisation de dix seconde (10s) est associée à la pompe, après l'écoulement de cette dernière si on a la détection des deux niveaux bas dans les deux réservoirs, la pompe s'arrête.



-**Macro étape M4** : Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 1.

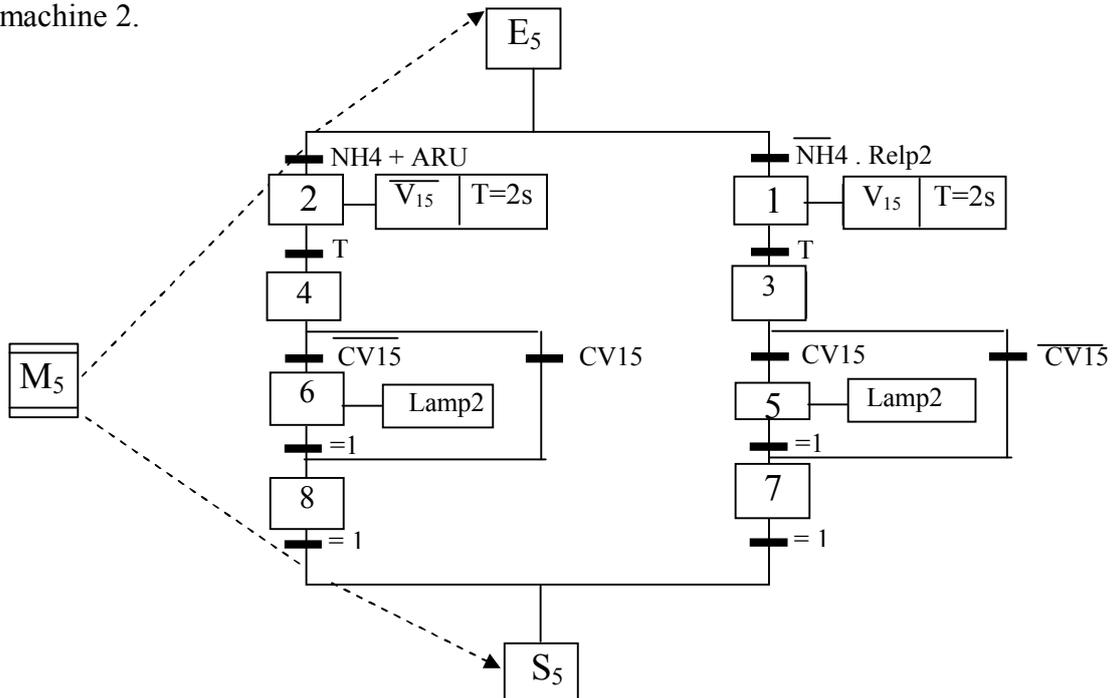


L'ouverture de l'électrovanne V14 est conditionnée par le niveau du lait dans le bac tampon (NH3). Une temporisation est associée à l'ouverture de l'électrovanne V14. Après l'écoulement de cette dernière, si le contact associé CV14 reste ouvert, donc l'électrovanne est fermée, une lampe est allumée indiquant la défaillance.

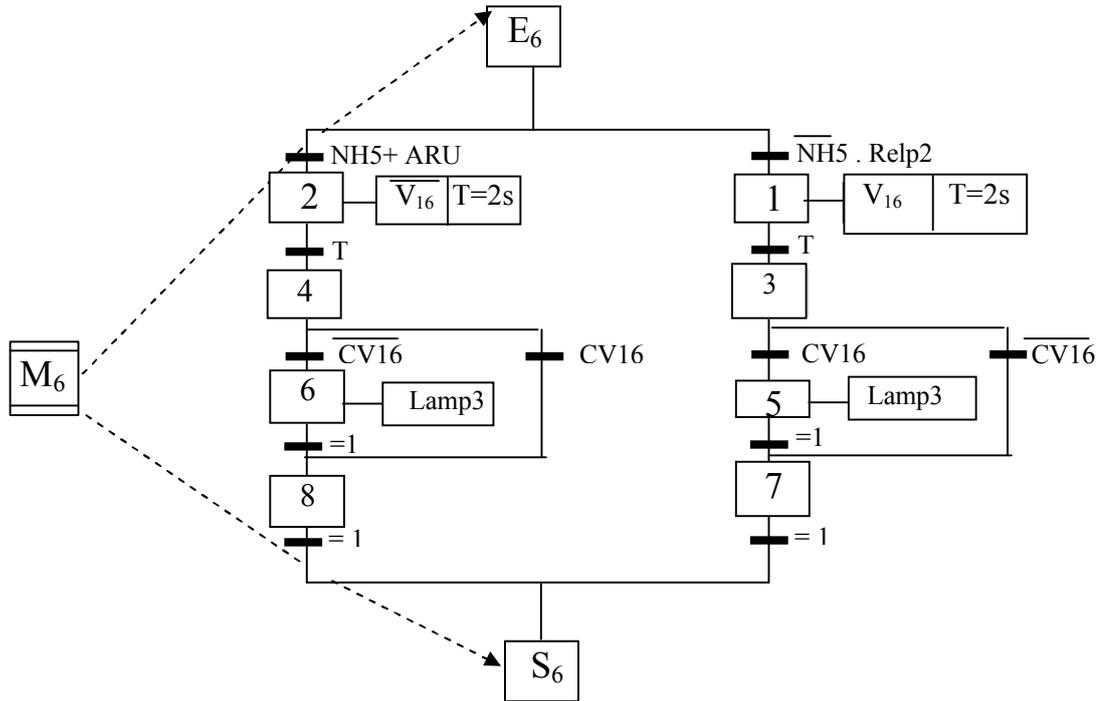
Remarque

Pour ce qui suit, nous allons illustrer les autres macro étapes d'ouverture et de fermeture des électrovannes V15, V16, V17, V18, V19.

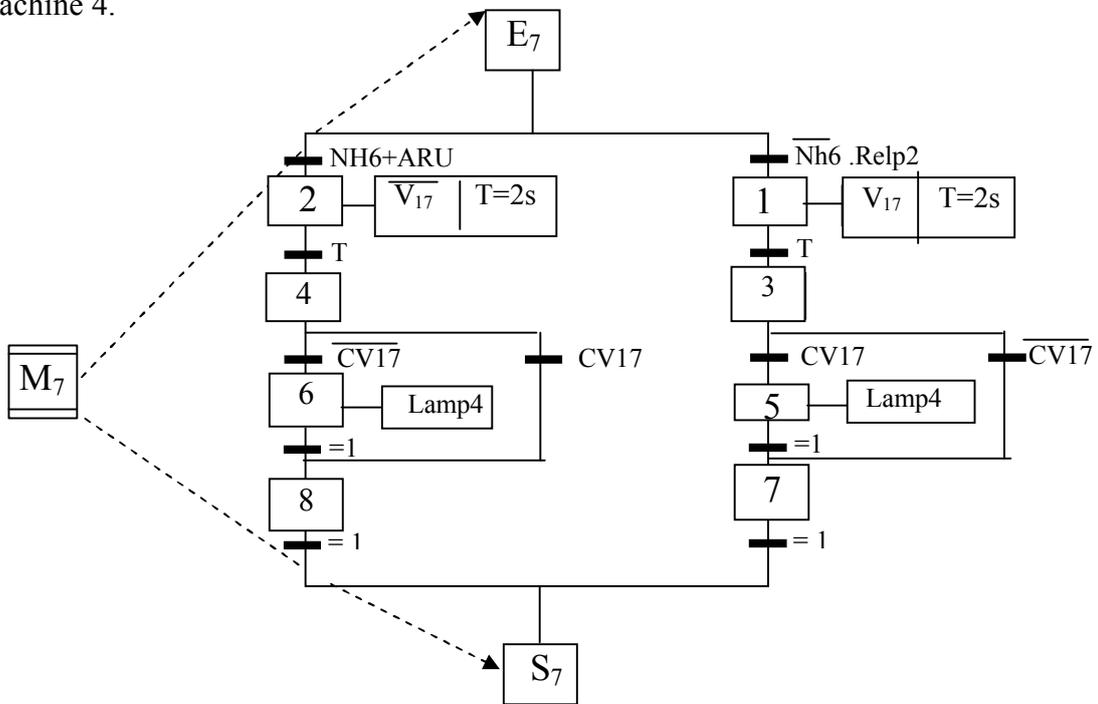
-**Macro étape M5**: Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 2.



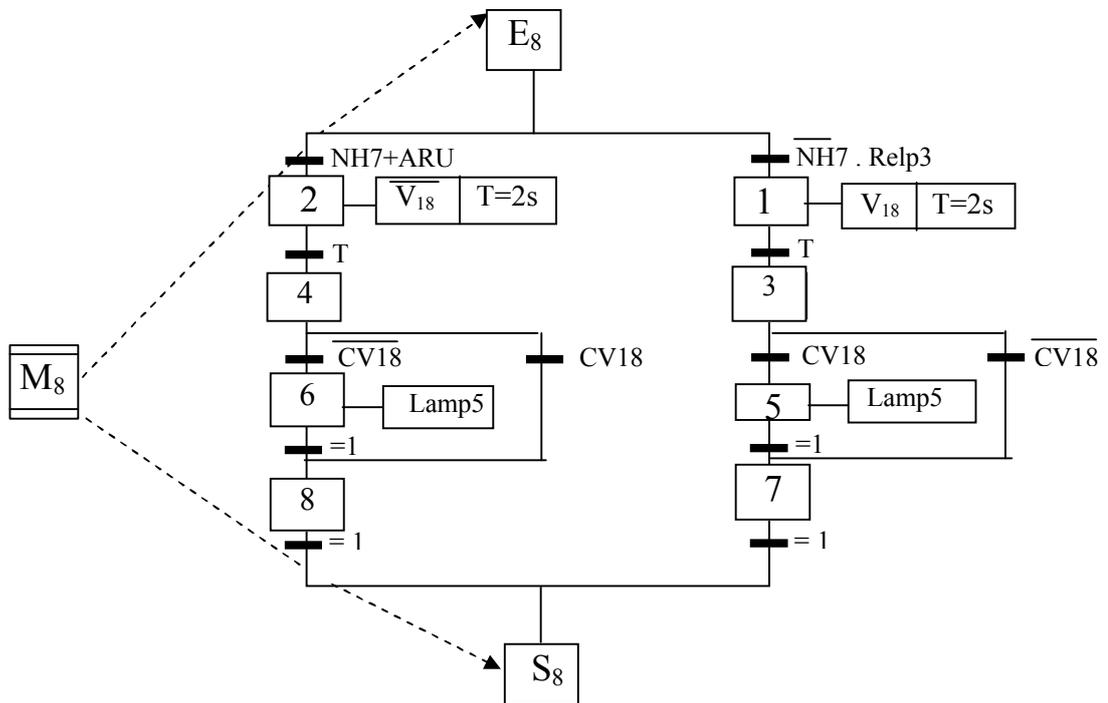
-**Macro étape M6:** Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 3.



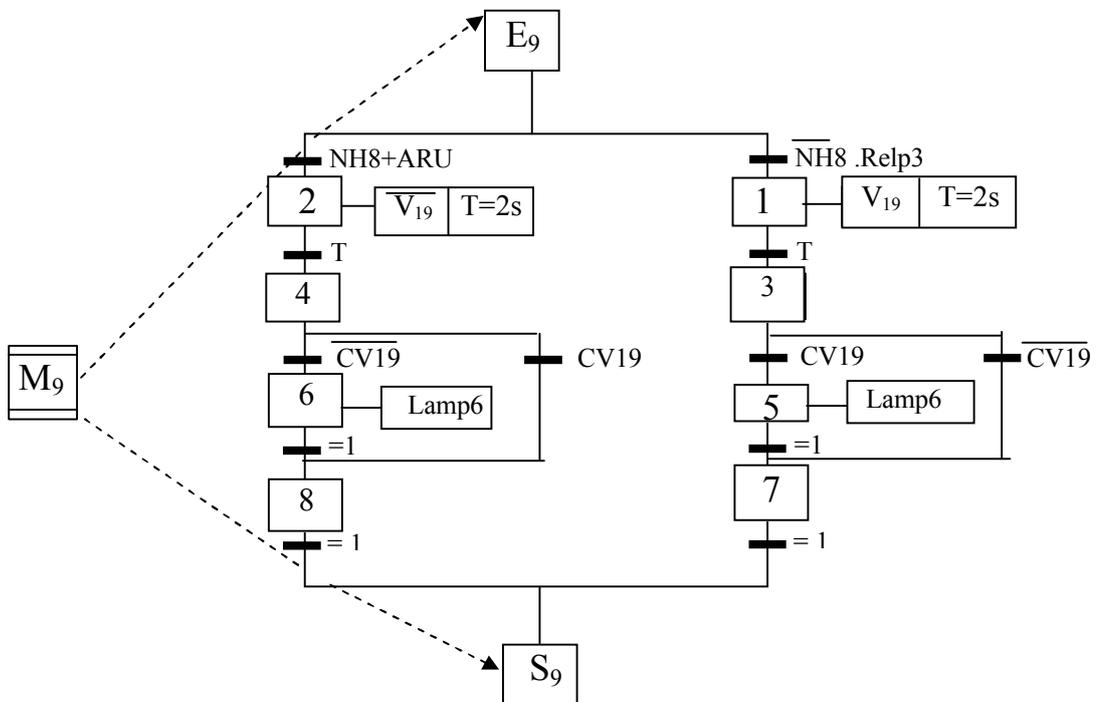
-**Macro étape M7:** Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 4.



-**Macro étape M8:** Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 5.

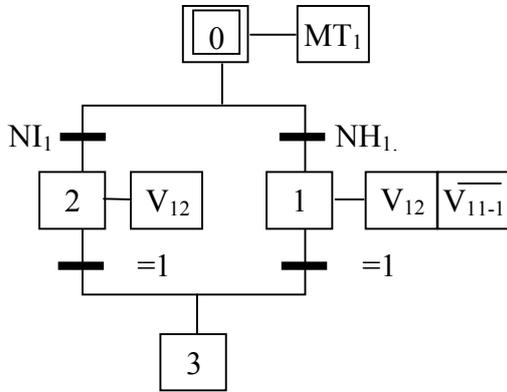


-**Macro étape M9:** Ouverture et fermeture de l'électrovanne d'alimentation du bac tampon de la machine 6.

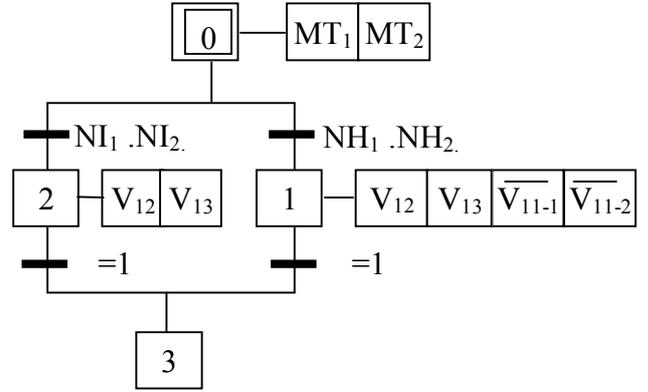


❖ grafcet de taches :

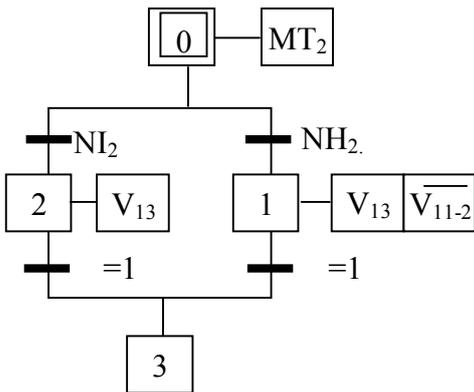
grafcet de tache T1 :



grafcet de tache T2 :



grafcet de tache T3 :



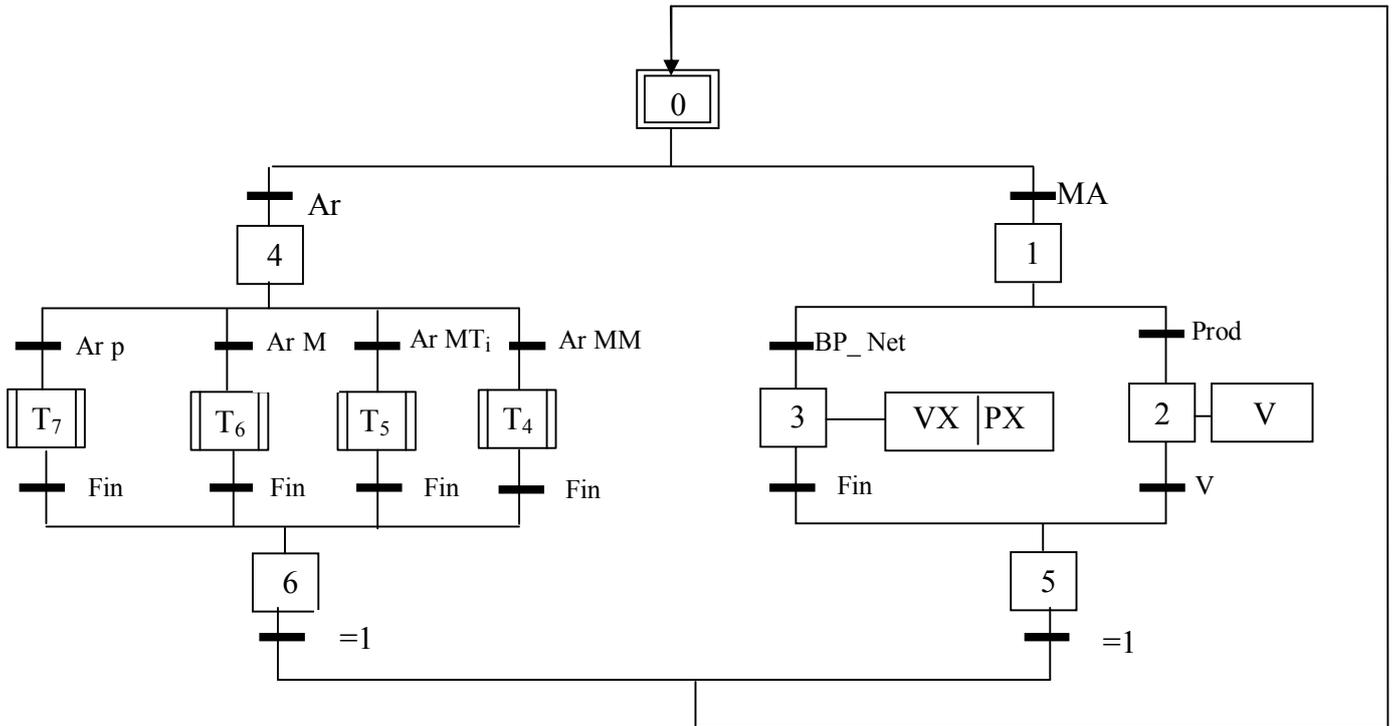


Figure II-8 grafcet mode de marche et d'arrêt de la station

Remarque

MA : Mode marche de la station.

Prod : Production normale.

V : Valide.

VX =v11-1, v11-2, v12, v13, v14, v15, v16, v17, v18, v19, v20.

PX=P1, P2, P3, P4.

Ar : Mode arrêt de la station.

Ar p : Arrêt pompes.

Ar M : Arrêt machine.

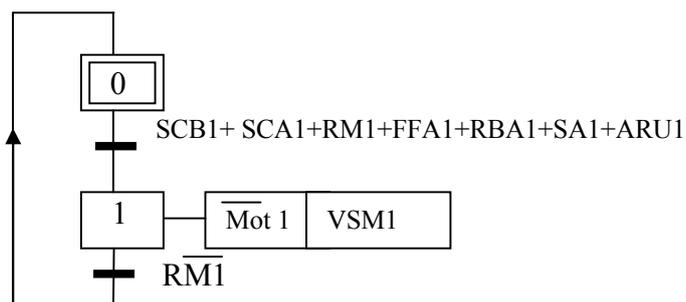
Ar MTi : Arrêt moteurs agitateurs.

Ar MM : Arrêt moteur machine.

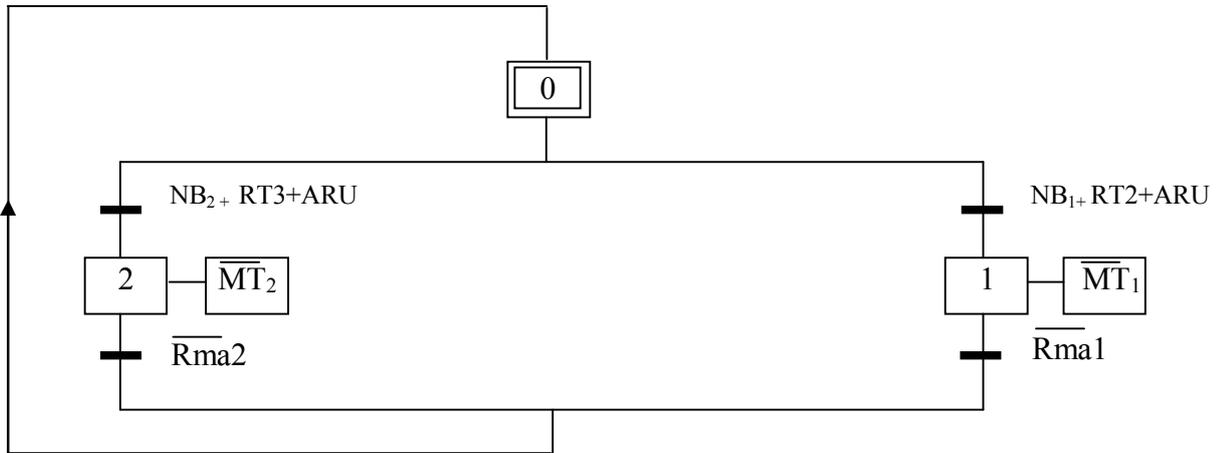
AS : Commande avec sélection

SS : Commande sans sélection.

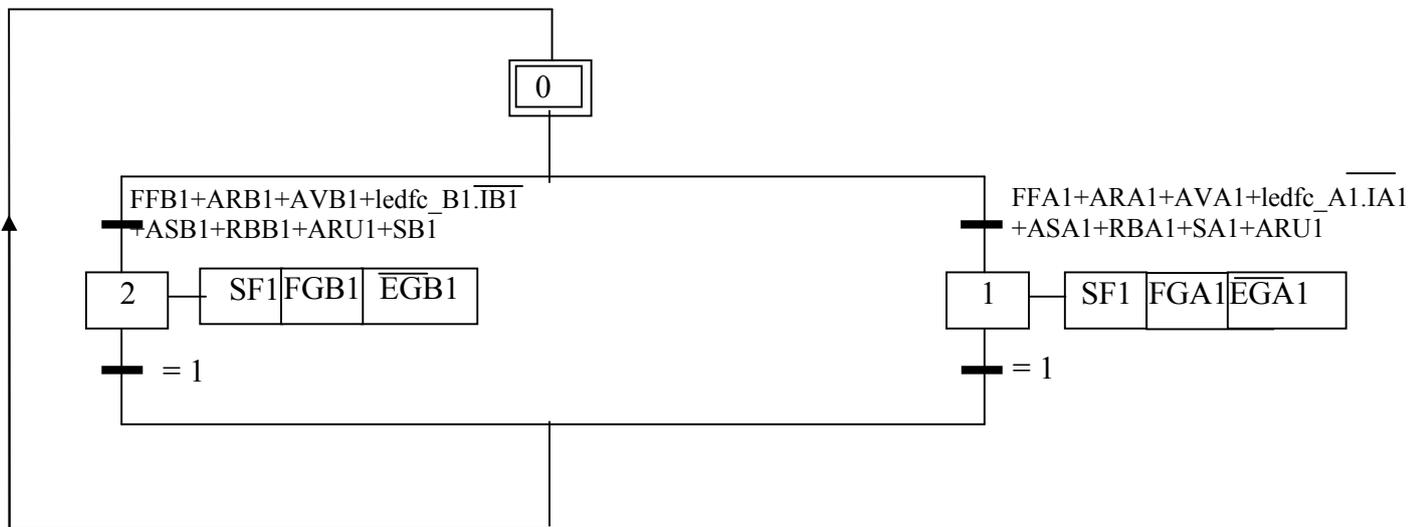
-grafcet de tache M13 : Conditions d'arrêt du moteur de la machine de conditionnement du lait



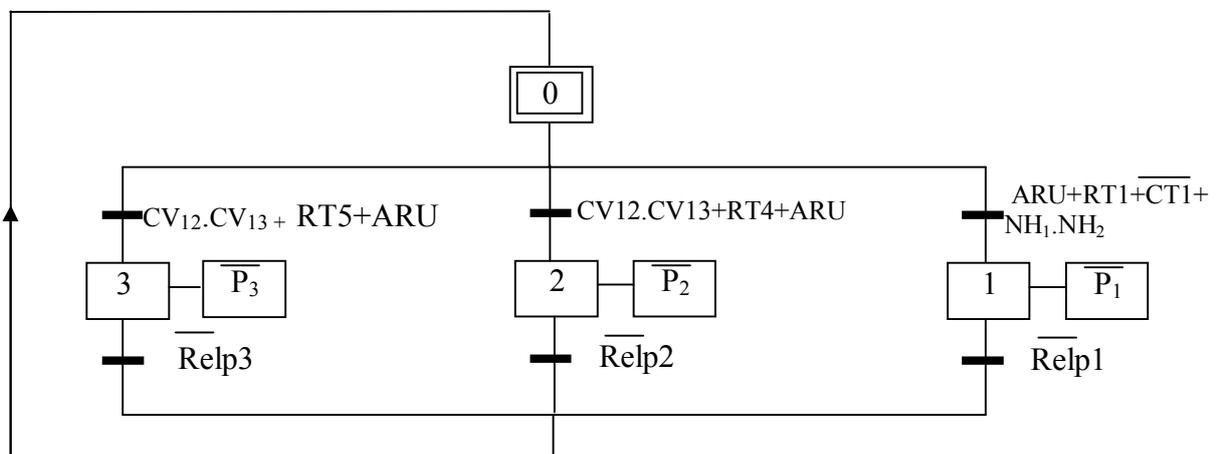
-grafcet de tache T5 : Conditions d'arrêt des moteurs agitateurs



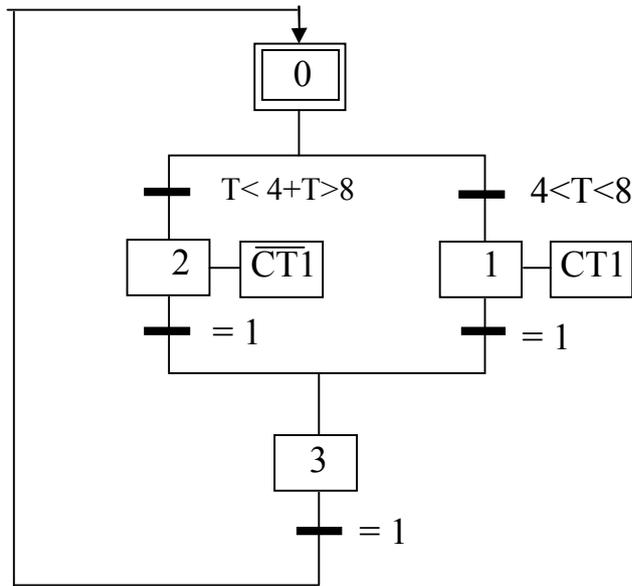
-grafcet de tache T6 : Conditions d'arrêt de la machine



-grafcet de tache T7 : Conditions d'arrêt des pompes



-grafcet de tache : condition de température



-grafcet vidange station

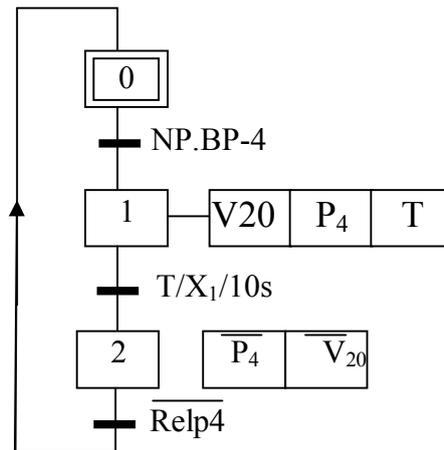


Figure II-9 grafcet vidange du réservoir de retour du lait

II-6 Liste des entrées / sorties de la station

II-6-1 les entrées :

a) **Boutons poussoirs et interrupteurs** : ils consistent dans :

BP-1 : Bouton poussoir de démarrage de la pompe P1.

BP-2 : Bouton poussoir de démarrage de la pompe P2.

BP-3 : Bouton poussoir de démarrage de la pompe P3.

BP-4 : Bouton poussoir de démarrage de la pompe P4.

IG1 : Interrupteur général de la machine.

Bp_net : Bouton nettoyage.

IM1 : Interrupteur moteur.

IA1/ IB 1 : Interrupteur auto tête A/B.

ICA1/ ICB1: Interrupteur de déroulement du film tête A/B.

IVA1/ IVB1: Interrupteur soudure verticale tête A/B.

IHA1/ IHB1 : Interrupteur soudure horizontale tête A/B.

IIA1/ IIB1 : Interrupteur d'injection tête A/B.

IFA1/IFB1 : Interrupteur presse fermée tête A/B.

Sel1 : Sélecteur de remplissage du réservoir 1.

Sel2 : Sélecteur de remplissage du réservoir 2.

ARU : Arrêt d'urgence.

ARU1 : Arrêt d'urgence de la machine1.

b) Capteurs

❖ **Capteurs de niveaux, température et débit** : les capteurs concernent :

NB1 : Niveau bas dans le réservoir 1.

NH1 : Niveau haut dans le réservoir 1.

NB2 : Niveau bas dans le réservoir 2.

NH2 : Niveau haut dans le réservoir 2.

NI1 : Niveau intermédiaire dans le réservoir 1.

NI2 : Niveau intermédiaire dans le réservoir 2.

NH3 : Niveau haut dans le bac tampon 1.

NH4 : Niveau haut dans le bac tampon 2.

NH5 : Niveau haut dans le bac tampon 3.

NH6 : Niveau haut dans le bac tampon 4.

NH7 : Niveau haut dans le bac tampon 5.

NH8 : Niveau haut dans le bac tampon 6.

NP : Niveau moyen dans le réservoir de retour du lait.

CT1 : Capteur de température au niveau de la production.

CT2 : Capteur de température du réservoir 1.

CT3 : Capteur de température de réservoir 2.

Ind_d : Indicateur de débit.

○ **Remarque**

CT2 et CT3 sont illustrés dans le programme qui permettent d'afficher les températures des deux réservoirs de la station.

❖ **Capteurs de fin de course de la machine 1.**

Ils consistent dans les rupteurs suivants :

SCA1/ SCB1 : Rupteur de sécurité moteur tête A/B.

ARA1/ ARB1 : Rupteur sécurité porte arrières tête A/B.

AVA1/ AVB1 : Rupteur sécurité porte avant tête A/B.

ASA1/ ASB1 : Rupteur d'annulation sécurité sur presse horizontale tête A/B.

SA1/ SB1 : Rupteur de sécurité sur presse horizontale tête A/B.

SBA1/ SBB1 : Rupteur sécurité balancelle tête A/B.

FFA1/ FFB1 : Rupteur de fin de film tête A/B.

RBA1/RBB1 : Rupteur préderoulement tête A/B.

c) Contacteurs associés aux électrovannes

CV12 : Contact associé à V12.

CV13 : Contact associé à V13.

CV14 : Contact associé à V14.

CV15 : Contact associé à V15.

CV16 : Contact associé à V16.

CV17 : Contact associé à V17.

CV18 : Contact associé à V18.

CV19 : Contact associé à V19.

II-6-2 les sorties : Il s'agit :

❖ **Des électrovannes** : Ces différents types d'électrovannes ont les fonctions suivantes :

V11-1 : Electrovanne remplissage du réservoir 1.

V11-2 : Electrovanne remplissage du réservoir 2.

V12 : Electrovanne de vidange du réservoir 1.

V13 : Electrovanne de vidange du réservoir 2.

V14 : Electrovanne remplissage du bac tampon 1.

V15 : Electrovanne remplissage du bac tampon 2.

V16 : Electrovanne remplissage du bac tampon3.

V17 : Electrovanne remplissage du bac tampon 4.

V18 : Electrovanne remplissage du bac tampon 5.

V19 : Electrovanne remplissage bac tampon 6.

V20 : Electrovanne vidange du réservoir de retour du lait.

VRA1/ VRB1 : Electrovanne de refroidissement des presses tête A/B.

VIA1/VIB1 : Electrovanne d'injection tête A/B.

❖ **Pompes** : Nous avons plusieurs pompes qui consistent dans :

P1 : Pompe d'alimentation des réservoirs.

P2 /P3 : Pompes vidange des réservoirs.

P4 : Pompe vidange de la station.

❖ **Moteurs** : Il s'agit du :

MT1 : Moteur agitateur 1.

MT2 : Moteur agitateur 2.

Mot1 : Moteur machine N°1.

❖ **Ventilateurs** : les ventilateurs sont au nombre de deux :

V1_1 : Ventilateur 1.

V2_1: Ventilateur 2.

Alarmes et voyants : nous avons :

Lampe1 : Défaut d'électrovanne V14.

Lampe 2 : Défaut d'électrovanne V15.

Lampe 3 : Défaut d'électrovanne V16.

Lampe 4 : Défaut d'électrovanne V17.

Lampe 5 : Défaut d'électrovanne V18.

Lampe 6 : Défaut d'électrovanne V19.

Ledn : Lampe nettoyage.

Ledc_A1/ledc_B1 : Lampe cycle machine tête A/B.

Ledfc_A1/ledfc_B1: Lampe fin de cycle tête A/B.

Sf1 : Alarme de sécurité machine.

VG1 : Voyant général.

VSM1 : Voyant défaut moteur.

VM1 : Voyant moteur.

VIVA1/VIVB1 : Voyant soudure verticale tête A/B.

VIHA1/VIHB1 : Voyant soudure horizontale tête A/B.

❖ Autres sorties :

EGA1/ EGB1 : Embrayage général tête A/B.

EA1/ EB 1: Embrayage de déroulement tête A/B.

FA1/ FB1 : Frein de déroulement tête A/B.

TVA1/ TVB1 : Soudure verticale tête A/B.

THA1/ THB1 : Soudure horizontale tête A /B.

EBA1/EBB1 : Embrayage de préderoulement tête A /B.

TSA1/TSB1 : Autorisation de la première soudure tête A/B.

PFA_1/PFB_1 : Presse fermée tête A/B.

FGA1/FGB1 : Frein général tête A/B.

Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons élaboré la nouvelle solution de commande de la station de conditionnement du lait tout en introduisant les changements et les apports effectués à cette station. En tenant compte de la complexité et la difficulté rencontrée lors de l'étude du fonctionnement de cette station, on a élaboré le grafcet qui obéit aux caractéristiques de la station de conditionnement du lait.

Le GRAFCET nous a servit à identifier les fonctions nécessaire au bon fonctionnement de la station, et nous à facilité le passage de la description à la modélisation qui nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du STEP7.

Introduction

Les APIs sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriquées. C'est en 1971 qu'ils firent leurs apparitions en France. Ils sont de plus en plus employés dans toutes les industries, contrairement aux autres solutions qui répondent aux cahiers des charges (les relais électromagnétiques, les systèmes à carte électronique ...). Les APIs ont défié toute concurrence par leurs robustesses aux vibrations mécaniques, à l'électromécanique, à la poussière, à la chaleur, ainsi qu'à leur facilité de programmation et de mise en œuvre [16,17].

III-1 Définition des APIs

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel. Son rôle, dans un système automatisé de production (SAP), est de gérer et d'assurer sa commande. Il se compose de plusieurs parties notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit dans un langage d'application propre à l'automate des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Donc son rôle consiste à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis. La figure suivante montre l'environnement d'un automate programmable dans un SAP.

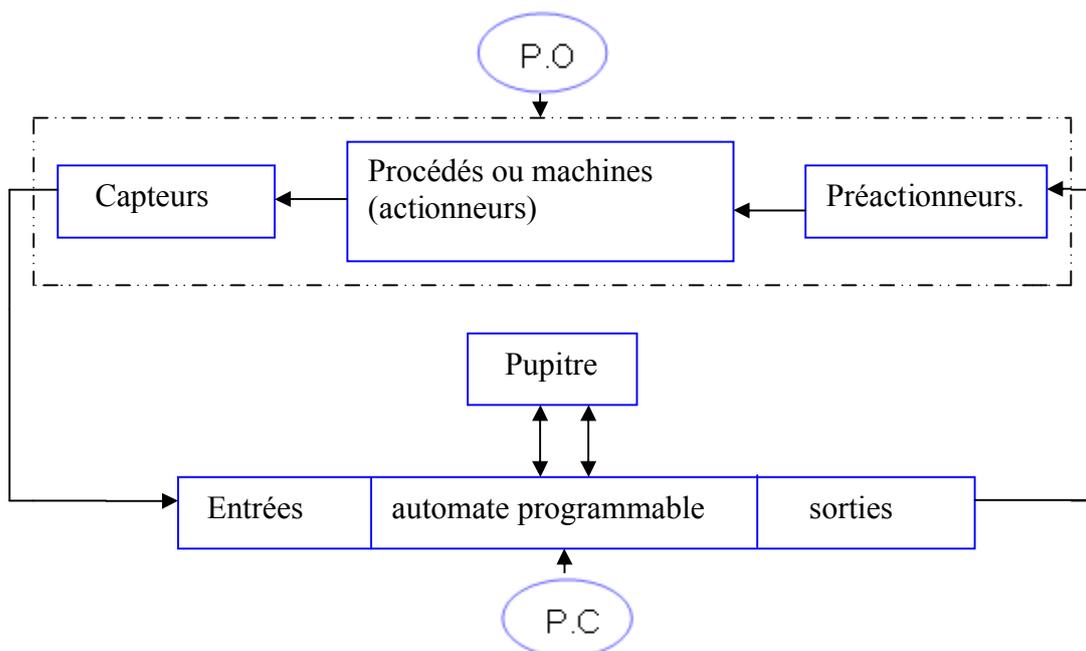


Figure III-1 L'opposition de l'automate dans un SAP.

III-2 Choix d'un automate

Le choix d'un API revient à considérer certains critères importants :

- ❖ La capacité de traitement du processeur.
- ❖ La nature de traitement (temporisation, comptage, etc.).
- ❖ Le nombre et la nature d'entrées /sorties (numériques, logiques, analogiques).
- ❖ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ❖ Les moyens de sauvegarde du programme (disquette, cassettes, etc.).
- ❖ La fiabilité et la robustesse.
- ❖ L'immunité aux parasites (bruit).

Afin d'adapter l'automate, il est primordial de connaître le nombre d'entrées/ sorties.

La station de conditionnement du lait est un automatisme, dont les entrées/sorties sont de nature tout ou rien (TOR) et analogiques.

- ❖ Le nombre d'entrées TOR est de 252.
- ❖ Le nombre d'entrées analogique est de trois (entrées internes de l'automate).
- ❖ Le nombre de sorties TOR est de 258.

L'API S7-200 ne convient pas à ces exigences citées ci-dessus car cet automate compact ne peut gérer que 32 entrées/sorties. Par contre, l'automate S7-300 convient parfaitement car il peut gérer sans extension 64 entrées/sorties et avec extension jusqu'à 1200 entrées/sorties (quatre châssis chacun comporte 8 modules), soit numérique, logique ou bien analogique.

III-3 Etude de l'automate S7-300

III-3-1 Présentation de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est un automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gammes fabriquées par la firme SIEMENS. On peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

La figure III-2 représente une vue d'ensemble d'un API S7-300 avec modules intégrés.

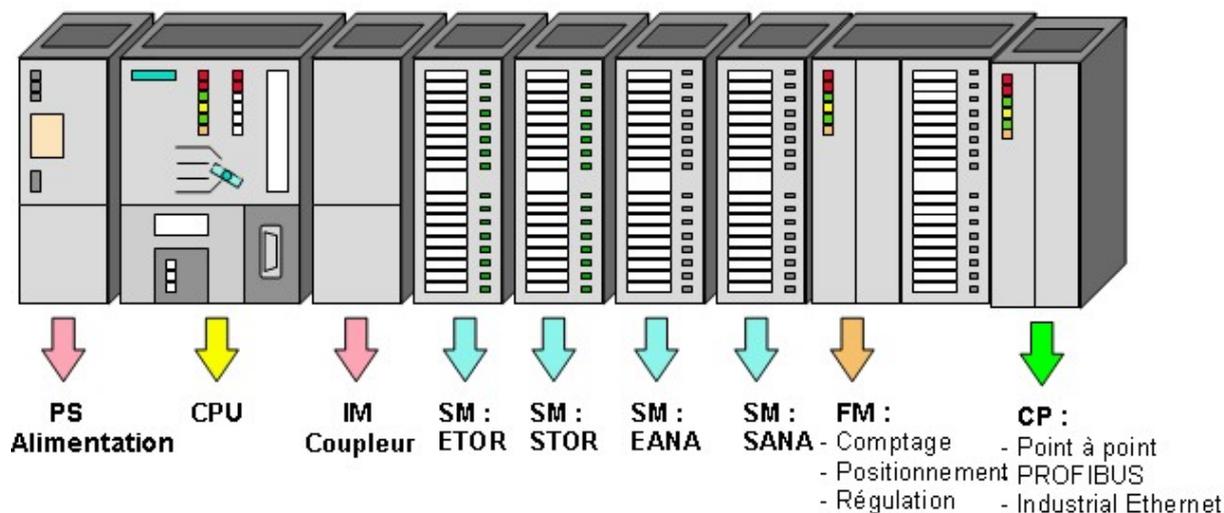


Figure III-2 Structure d'un API S7-300.

III-3-1-1 Module d'alimentation (PS)

Ce module permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement à partir d'une alimentation en 220v alternatif. Il délivre des tensions dont l'automate a besoin (5V, 12V, 24V) en continu.

III-3-1-2 L'unité centrale de traitement (CPU)

La CPU (central processing unit) est le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programmées, elle alimente le bus interne du S7-300 en une tension de 5v. Le S7-300 admet plusieurs types de CPU (312, 314, 315, 315-2DP,...). Ces dernières se différencient par leurs performances, tout en offrant une logique de commande identique.

L'unité choisie pour notre station est une CPU 314, elle possède les caractéristiques suivantes :

- ❖ Mémoire de travail : RAM 24Ko/8k instruction ;
- ❖ Mémoire de chargement intégrée : RAM 40Ko ;
- ❖ Langage de programmation : STEP 7 ;
- ❖ Organisation du programme : linéaire, structurée ;
- ❖ Temps de cycle : 150ms (par défaut) ;
- ❖ Interface MPI ;

III-3-1-3 Coupleur (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre entrées/sorties (périphérique ou autres) et l'unité centrale. Les coupleurs IM 360/IM361 ou IM 365 permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis.

III-3-1-4 Module d'entrée

Il permet à l'automate de recevoir des informations prévenants soit de la part des capteurs (Entrées logiques, analogiques ou numériques) ou bien du pupitre de commande.

III-3-1-5 Module de sortie

Le module de sortie permet de raccorder l'automate avec les différents préactionneurs et actionneurs.

- ❖ Les préactionneurs sont les (contacteurs, distributeurs, relais de puissance.....) ;
- ❖ Les actionneurs (moteurs, vérins, éléments de signalisation,....etc.).

Les sorties peuvent être logiques, analogiques ou bien numériques.

III-3-1-6 Module de fonction (FM)

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

III-3-1-7 Module de communication (CP)

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

III-3-1-8 Châssis d'extension

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Il permet le montage et le raccordement électrique de divers modules de l'automate.

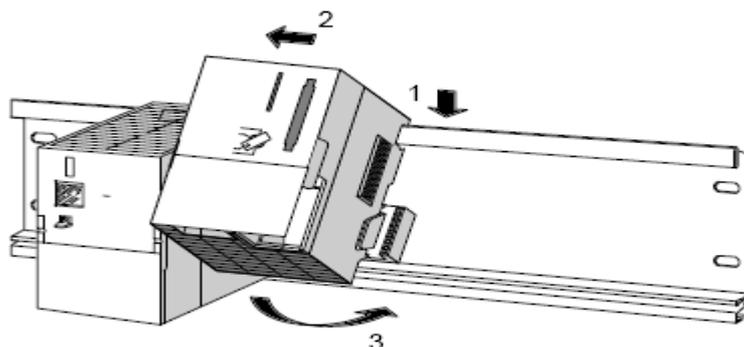


Figure III-3 Montage des modules sur le châssis.

III-3 -1- 9 Console de programmation

Il existe deux types de consoles (PG ou PC), l'une permet le paramétrage et les relevés d'informations (modification des valeurs et visualisation), l'autre permet en plus la programmation, le réglage et l'exploitation.

III-4 Logiciel de programmation STEP_7

Le logiciel STEP_7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ces systèmes performants.

III-4-1 Création du programme utilisateur

Le logiciel STEP_7, dans ses différents langages de programmation (CONT, LIST, LOG) possède un nombre important de blocs, destinés à structurer le programme utilisateur qui donne les avantages suivants :

- écriture des programmes importants mais clairs ;
- standardiser certaines parties du programme ;
- simplification de l'organisation du programme, car on peut l'exécuter section par section ;
- faciliter la mise en service.

La stratégie pour programmer dans STEP_7 peut se résumer dans la figure suivante

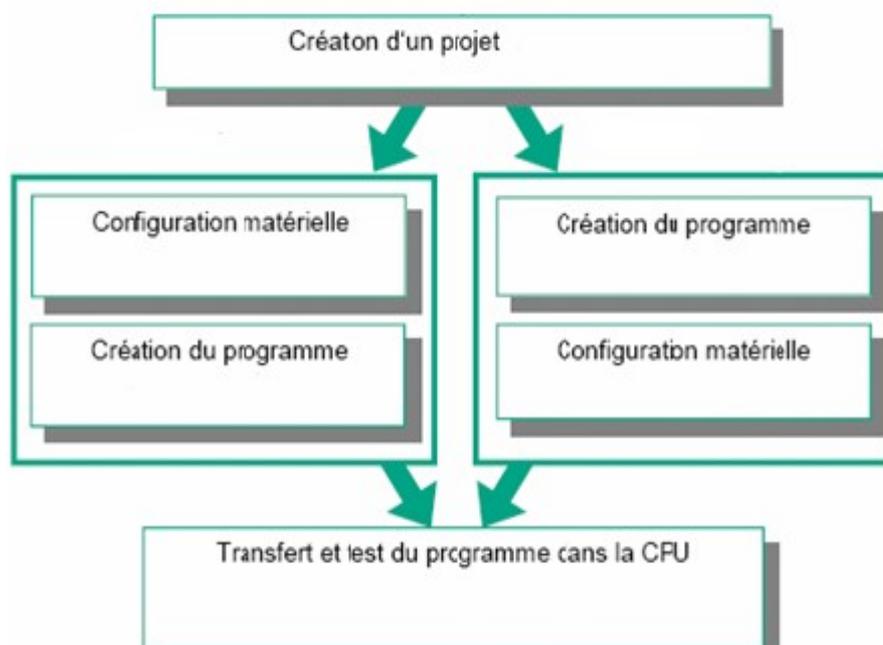


Figure III-4 Programmation avec le logiciel STEP7.

III-4-2 Configuration matérielle du S7-300

La configuration matérielle est la disposition de profilés support ou châssis, de modules, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station (automate).

A la mise en route de l'automate, la CPU compare la configuration prévue créée avec STEP_7 à la configuration sur site de l'installation ; aussi les erreurs éventuelles sont immédiatement détectées et signalées.

Pour la configuration matérielle de la station de conditionnement du lait, nous avons utilisé 3 racks. Cela est justifié par le nombre d'entrées/sorties que possède la station (soit 510 entrées /sorties) ainsi que leur nature :

- entrées / sorties logiques pour ce qui est boutons poussoirs, interrupteurs, capteurs, pompes, moteurs...etc.
- entrée analogique pour l'affichage de la température.

La figure suivante illustre la configuration matérielle de notre automate.

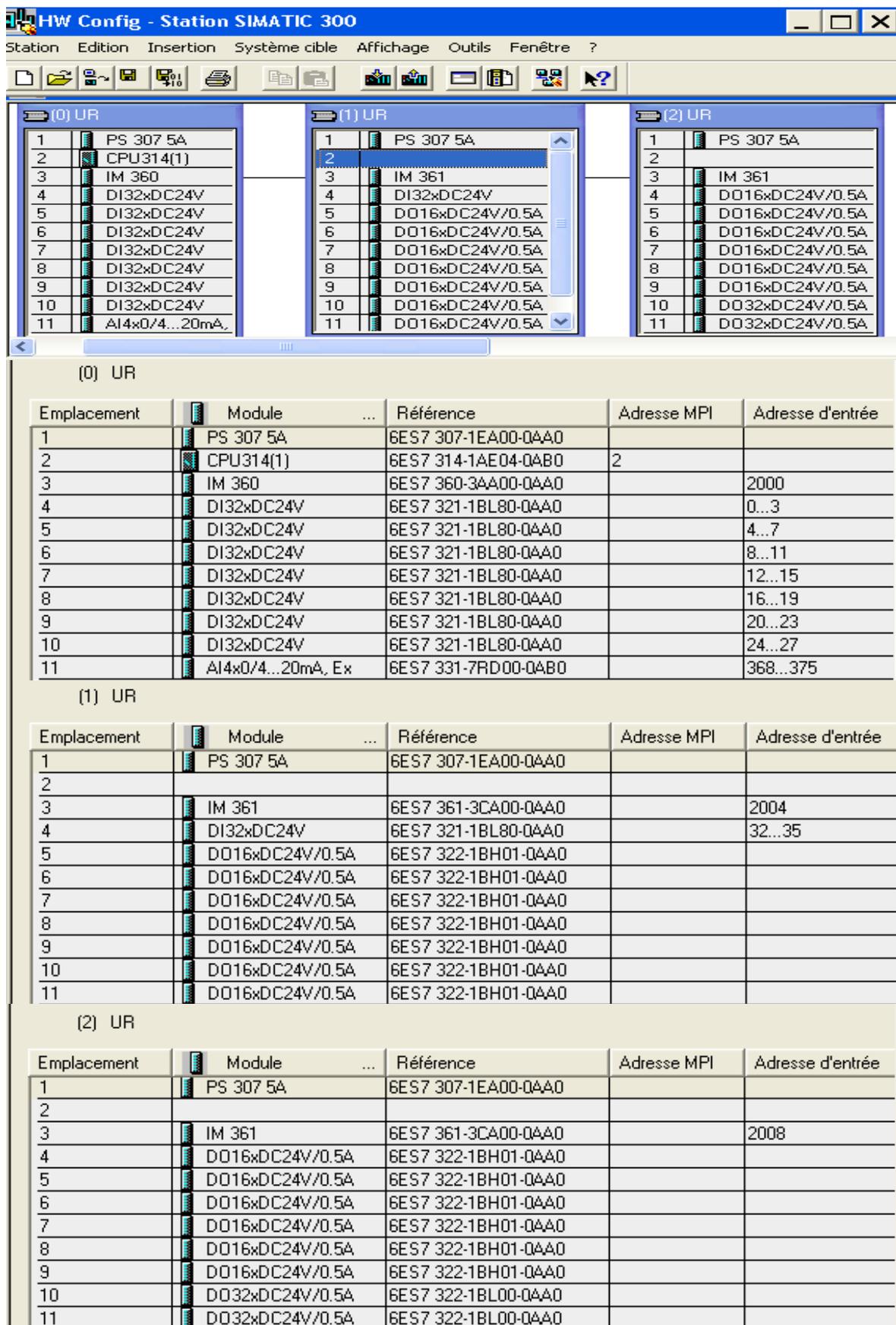


Figure III-5 Configuration matérielle de la station.

III-4-3 Structure de notre programme

III-4-3-1 Type de programme utilisé

Le type de programme que nous avons utilisé est de type structuré, car il simplifie l'organisation et la gestion du programme. Le test de ce dernier peut être fait section par section et facilite la mise en service.

III-4-3-2 Blocs utilisés dans notre programme

- **Bloc d'organisation de traitement de programme cyclique OB1**

Le bloc d'organisation OB1 sert à l'exécution cyclique du programme utilisateur. On programme dans celui-ci des appels correspondant aux fonctions FC.

- **Les fonctions FC**

Une fonction FC est un bloc de codes sans mémoire dont les paramètres de sorties affichent en fin d'exécution les valeurs qu'elle a calculées. Le traitement ultérieur et la sauvegarde de ces résultats doivent donc être considérés par l'utilisateur lorsqu'il programme l'appel de la fonction.

La figure III-6 représente la structure du programme de la station de conditionnement du lait.

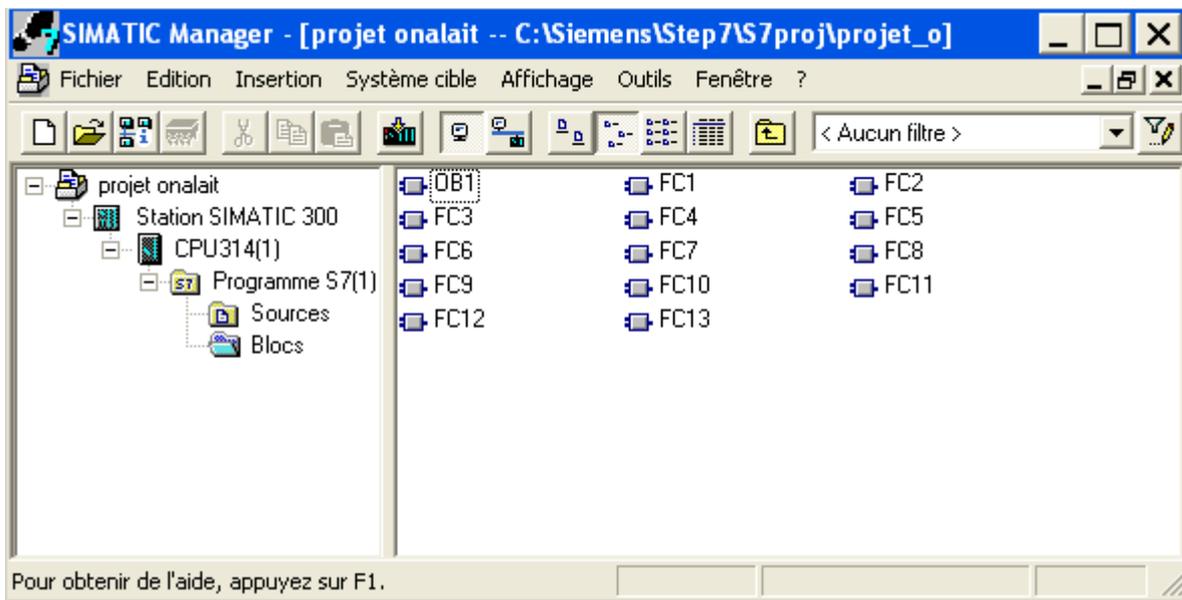


Figure III-6 Structure du programme de la station de conditionnement du lait

Quant à la structure hiérarchique des blocs du modèle de conduite de la station de conditionnement du lait, elle est illustrée dans la figure III-7

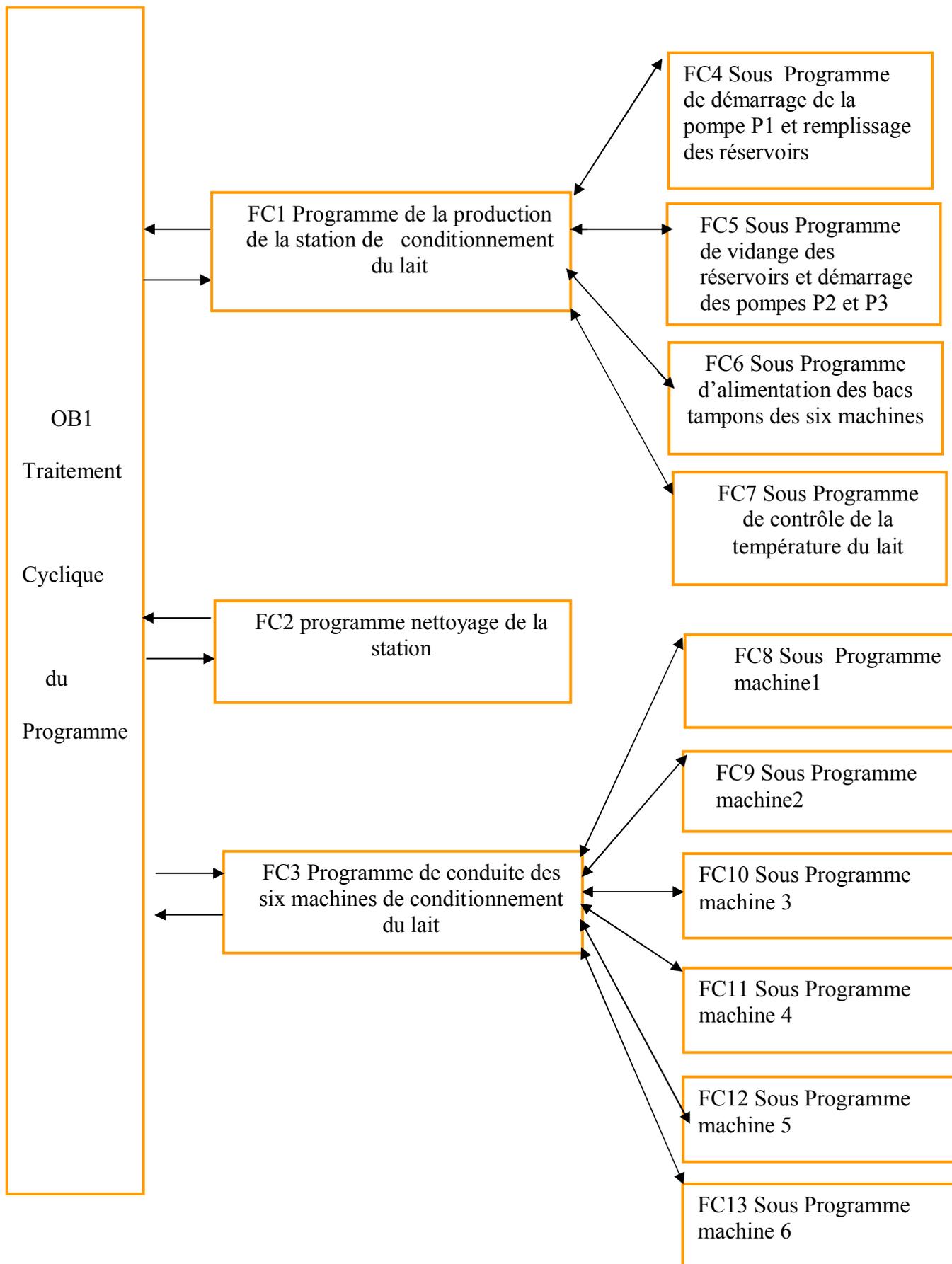


Figure III-7 Arborescence du programme

III-5 Exemple d'une partie de notre programme

III-5-1 la fonction FC1

Dans ce bloc, nous avons programmé la production de la station de conditionnement du lait. L'exemple que nous allons expliquer est la marche/arrêt de la pompe P1. Pour cela nous avons utilisé quatre réseaux.

Dans le premier réseau, nous avons défini les conditions d'activations et de désactivations de la pompe à l'aide d'une bascule SR tel que :

Au début de production, le démarrage de la pompe est assuré lorsque les conditions initiales sont acquises : cuves vides (NB1, NB2), électrovannes de vidanges sont bien fermées (CV12, CV13) et l'appuis sur le bouton poussoir BP_1.

Une temporisation de deux minutes (2min) assurant le maintien de la pompe après démarrage (activation de la sortie du temporisateur T1 dans le réseau 2). La pompe est redémarrée à la détection de l'un des niveaux intermédiaires dans les réservoirs (NI1 ou NI2).

Une temporisation avant et après cinq seconde (5s) est associée à la pompe, si on n'a pas le débit, cette dernière s'arrête (réseau 3 et 4).

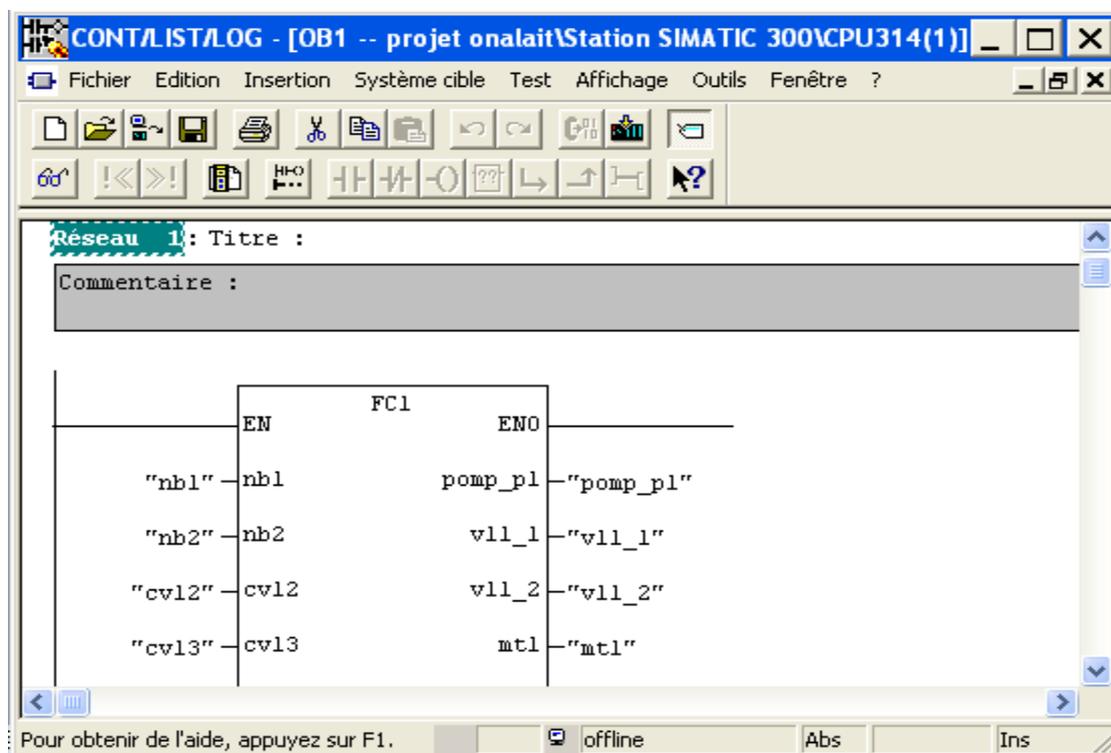


Figure III-8 Le bloc FC1 (appel dans OB1).

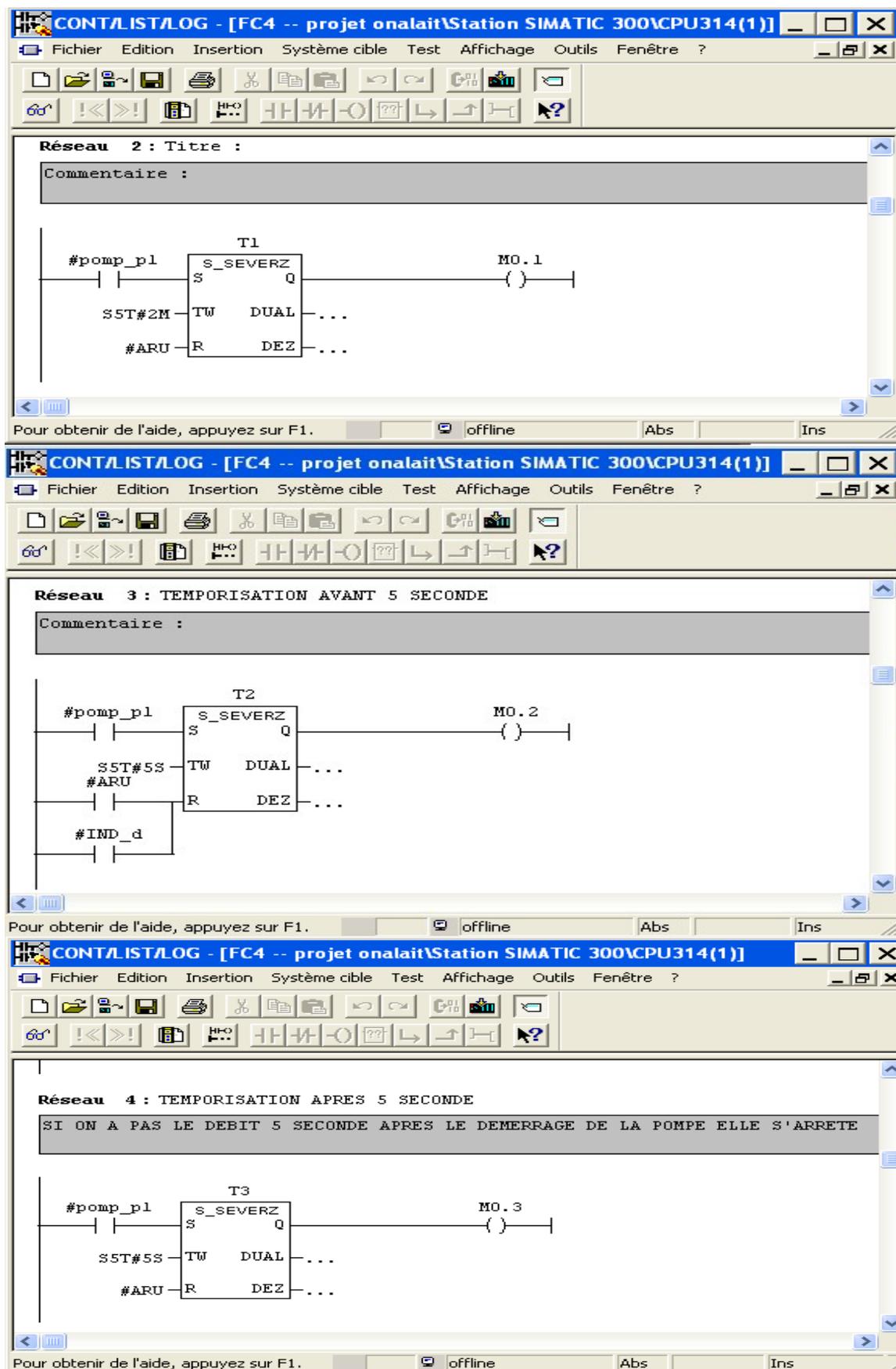


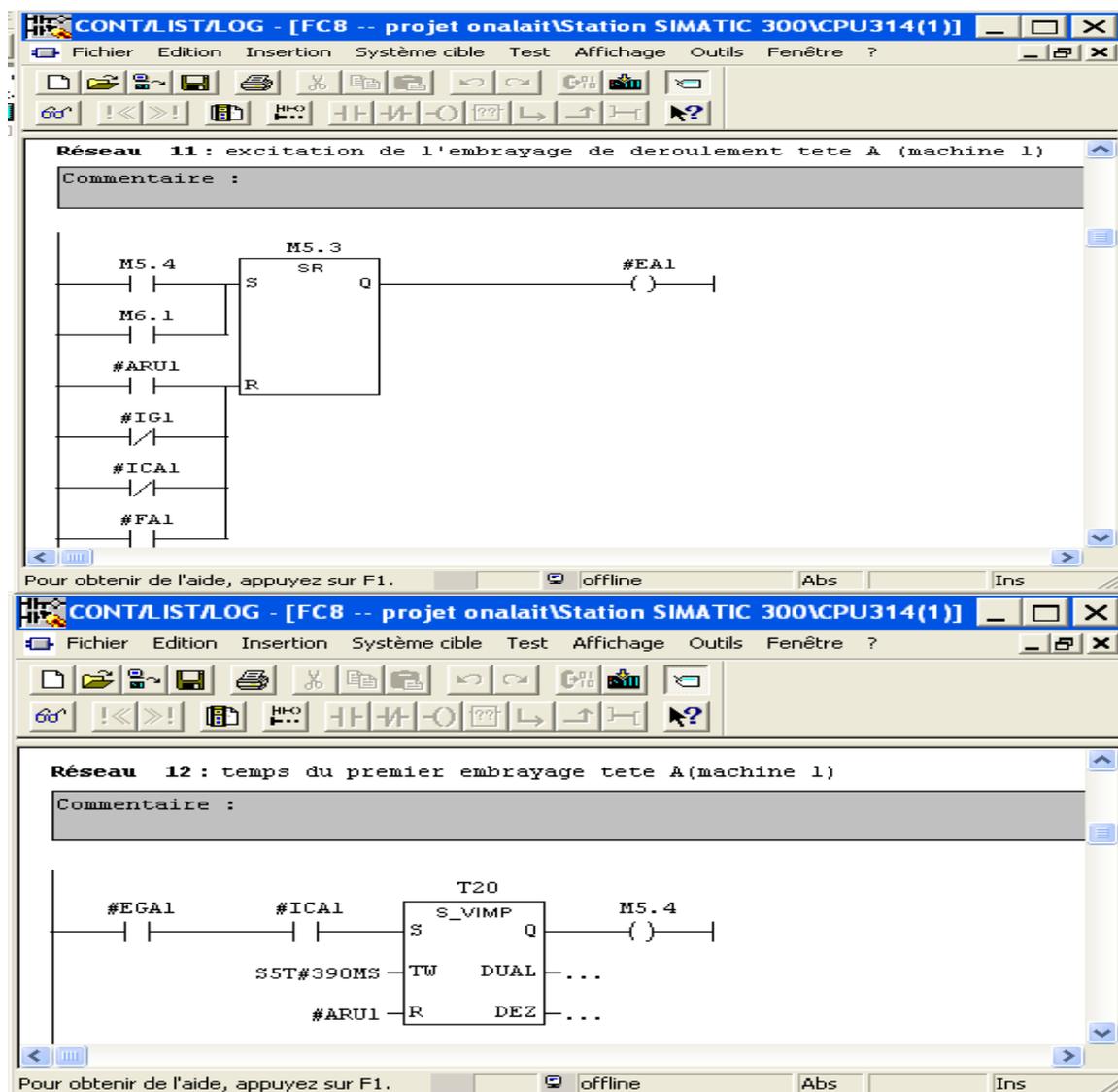
Figure III-9 La fonction FC4 (exemple démarrage pompe P1).

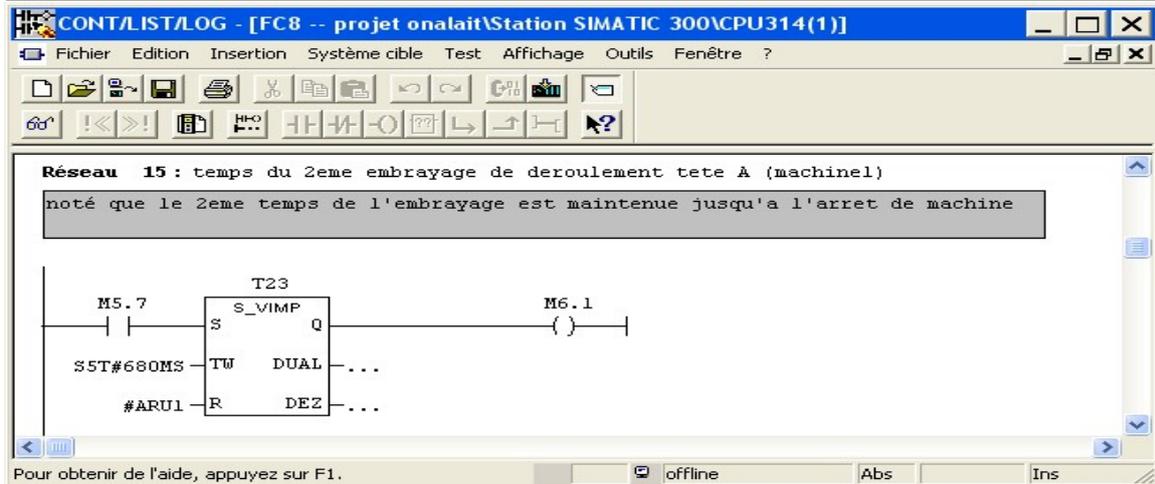
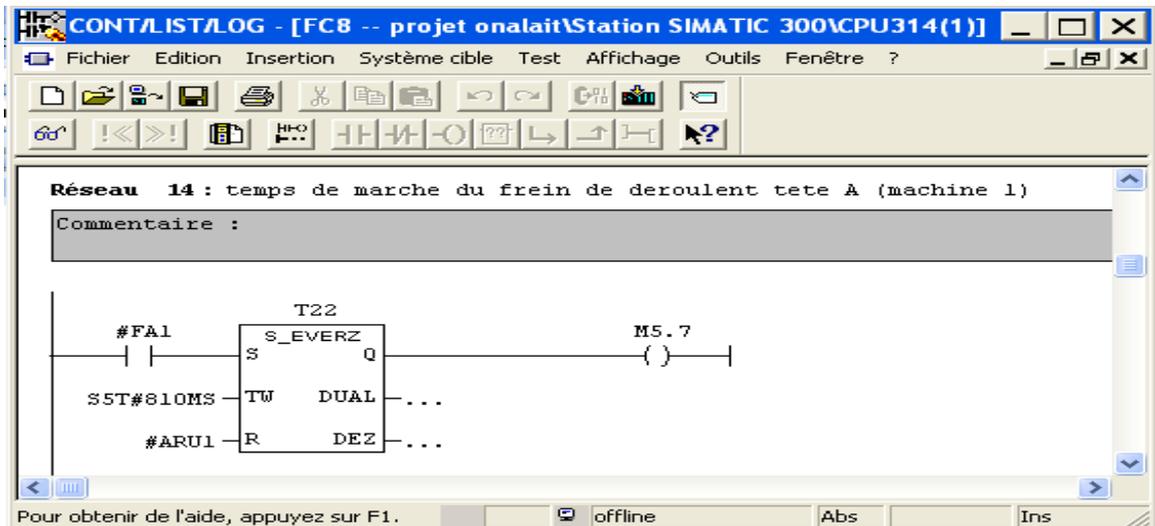
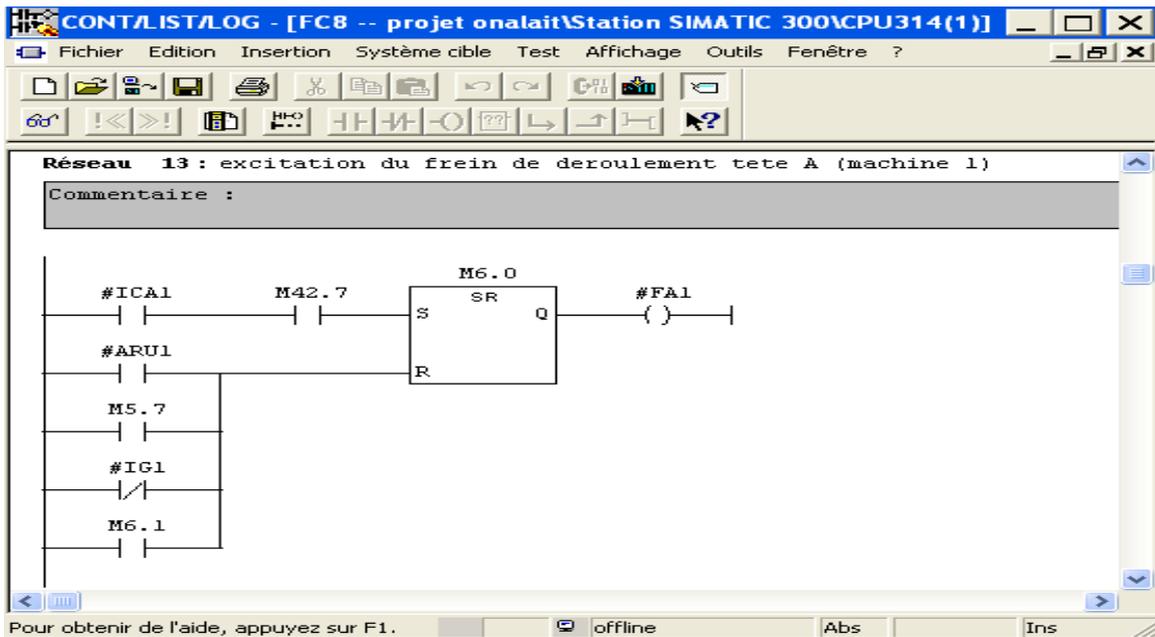
III-5-2 La fonction FC8

Le second exemple que nous voulons illustrer est la programmation du basculement entre l'embrayage et le frein du déroulement de la machine de conditionnement du lait ainsi que le maintien de l'embrayage générale au moment de l'arrêt de la machine.

a) basculement entre l'embrayage et le frein de déroulement

L'embrayage de déroulement est activé avec le mémentos M5.4 qui correspond à une temporisation de 390ms après le démarrage de l'embrayage générale et l'appuis sur l'interrupteur de déroulement ICA(premier embrayage du démarrage de la machine). Durant le cycle de la machine, cet embrayage est réenclenché à l'aide d'une autre temporisation de 680ms (sortie du temporisateur T23 : mémentos M6.1). Le frein est enclenché dès la désactivation de l'embrayage de déroulement.





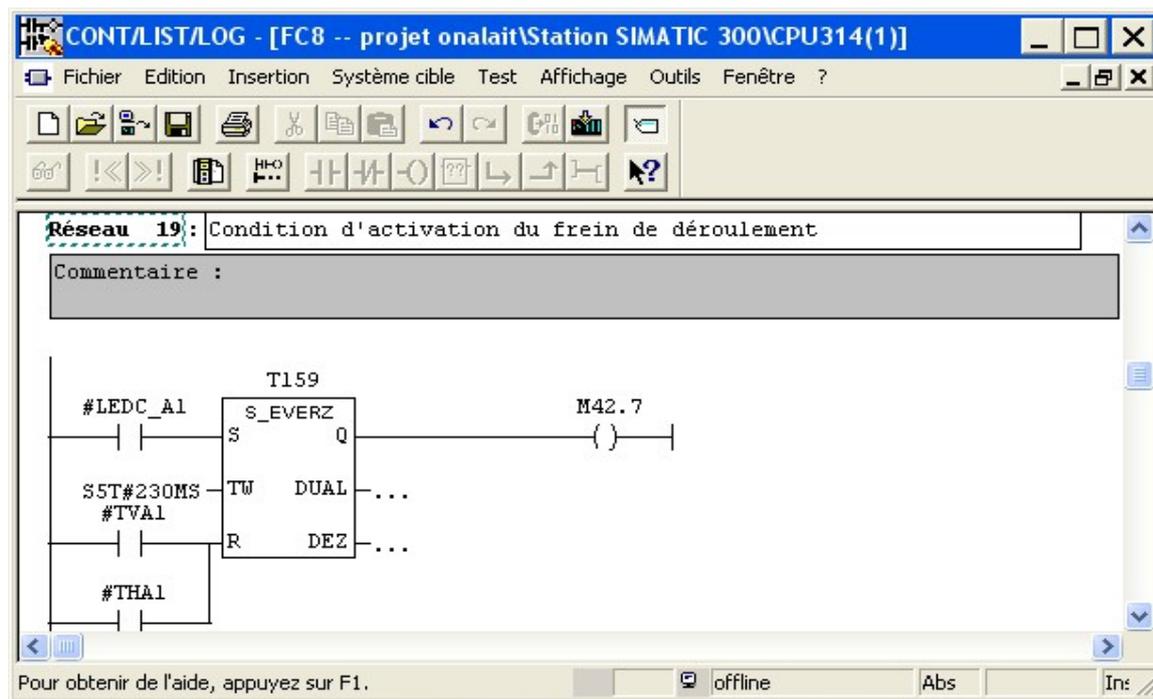
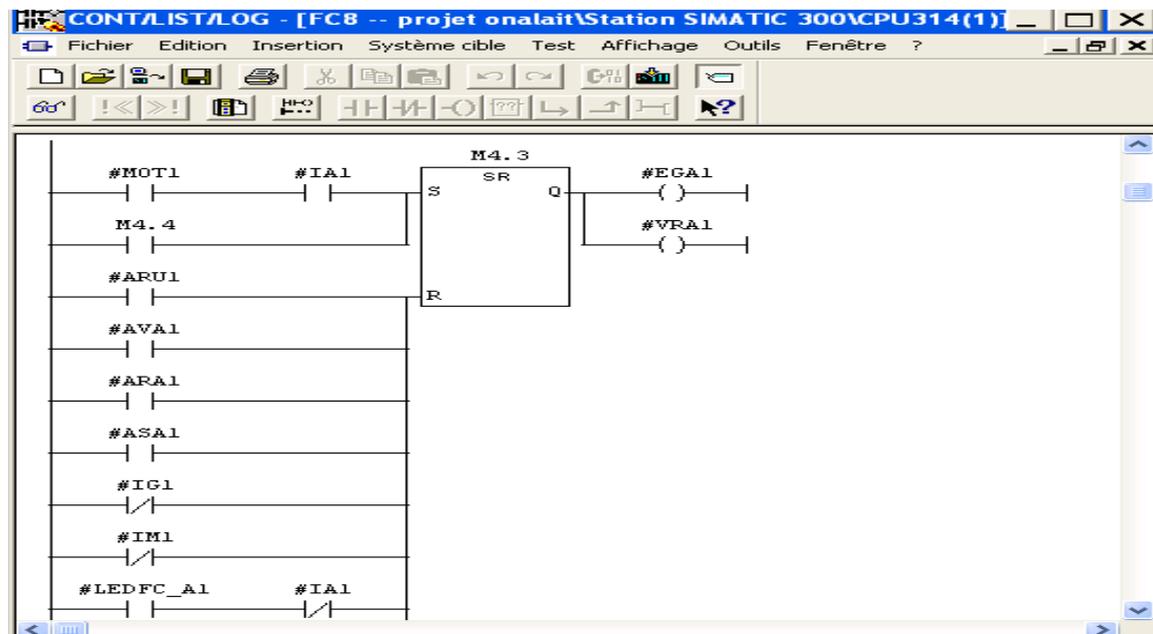


Figure III-10 Fonction FC8 (basculement entre l’embrayage et le frein).

b) maintien de l’embrayage général

Si l’interrupteur AUTO (IA1) est coupé au moment du cycle de la machine alors l’embrayage est maintenu par le memento M4.4. Par contre si cet interrupteur est coupé au moment de la fin du cycle alors l’embrayage s’arrête immédiatement.



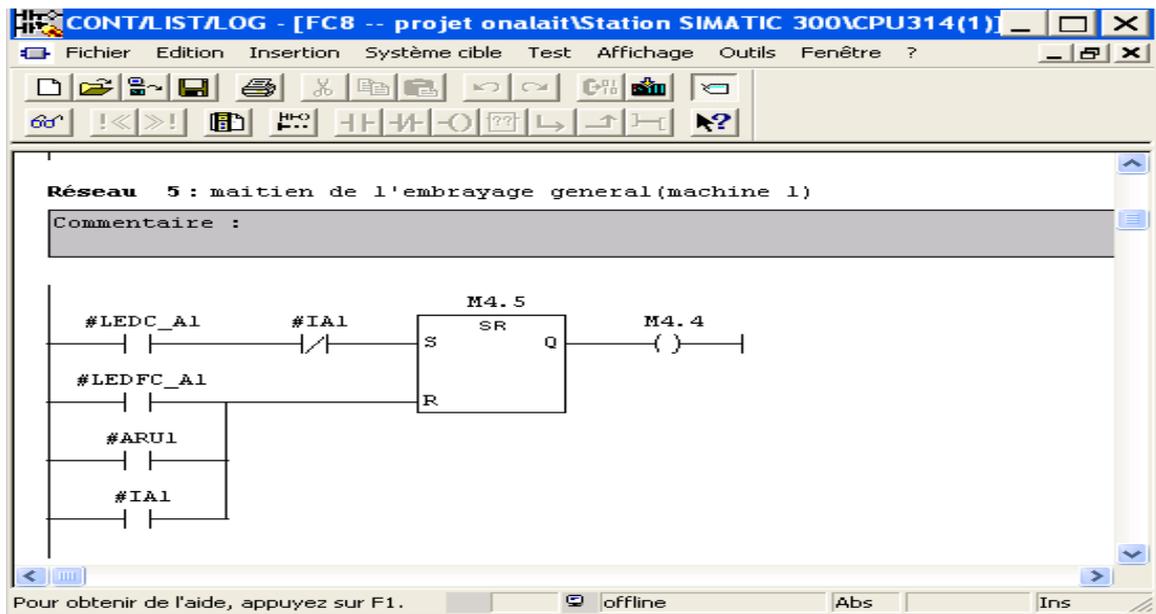


Figure III-11 Fonction FC8 (maintient de l’embrayage général).

La suite du programme sera présentée dans l’annexe B.

III-6 Création de la table de mnémoniques

Un mnémonique est un nom que l’utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrés dans ce genre de programme.

La figure III-12 illustre la table des mnémoniques de notre projet

	Mnémonique	Opérande	e de donn	Commentaire	
1	ara1	E	5.4	BOOL	sécurité porte arrière machine 1 (tête A).
2	ara2	E	10.0	BOOL	sécurité portes arrière machine 2 (tête A).
3	ara3	E	14.4	BOOL	sécurité portes arrières machine 3 (tête A).
4	ara4	E	19.0	BOOL	sécurité porte arrière machine 4 (tête A).
5	ara5	E	23.4	BOOL	sécurité portes arrière machine 5 (tête A).
6	ara6	E	28.0	BOOL	sécurité portes arrière machine6 (tête A).
7	arb1	E	7.0	BOOL	sécurité portes arrière machine 1 (tête B).
8	arb2	E	11.4	BOOL	sécurité portes arrière machine 2 (tête B).
9	arb3	E	16.0	BOOL	sécurité portes arrière machine 3 (tête B).
10	arb4	E	20.4	BOOL	sécurité portes arrière machine 4 (tête B).
11	arb5	E	25.0	BOOL	sécurité portes arrière machine 5 (tête B).
12	arb6	E	29.4	BOOL	sécurité portes arrière machine 6 (tête B).
13	aru	E	1.6	BOOL	arrêt d'urgence de la station de production.
14	aru1	E	4.6	BOOL	arrêt d'urgence de la machine 1.
15	aru2	E	9.2	BOOL	arrêt d'uegence de la machine 2.
16	aru3	E	13.6	BOOL	arrêt d'urgence de la machine 3.
17	aru4	E	18.2	BOOL	arrêt d'urgence de la machine 4.
18	aru5	E	22.6	BOOL	arrêt d'urgence de la machine 5.
19	aru6	E	27.2	BOOL	arrêt d'urgence de la machine6.
20	asa1	E	5.6	BOOL	rupteur de sécurité sur presse horizontale de
21	asa2	E	10.2	BOOL	rupteur de sécurité sur presse horizontale de

Figure III-12 Partie de la table des mnémoniques.

La suite de la table sera présentée en annexe B.

○ **Remarque**

Avant de mettre le programme en exécution sur le procédé physique, on doit le tester pour s'assurer du bon fonctionnement. Pour cela, nous utilisons le logiciel S7_PLCSIM qui fera l'objet dans la suite de ce chapitre.

III-7 Simulation avec le logiciel S7_PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable (API). La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP_7. L'AP S7 de simulation nous permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, puis de remédier à d'éventuelles erreurs.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées).

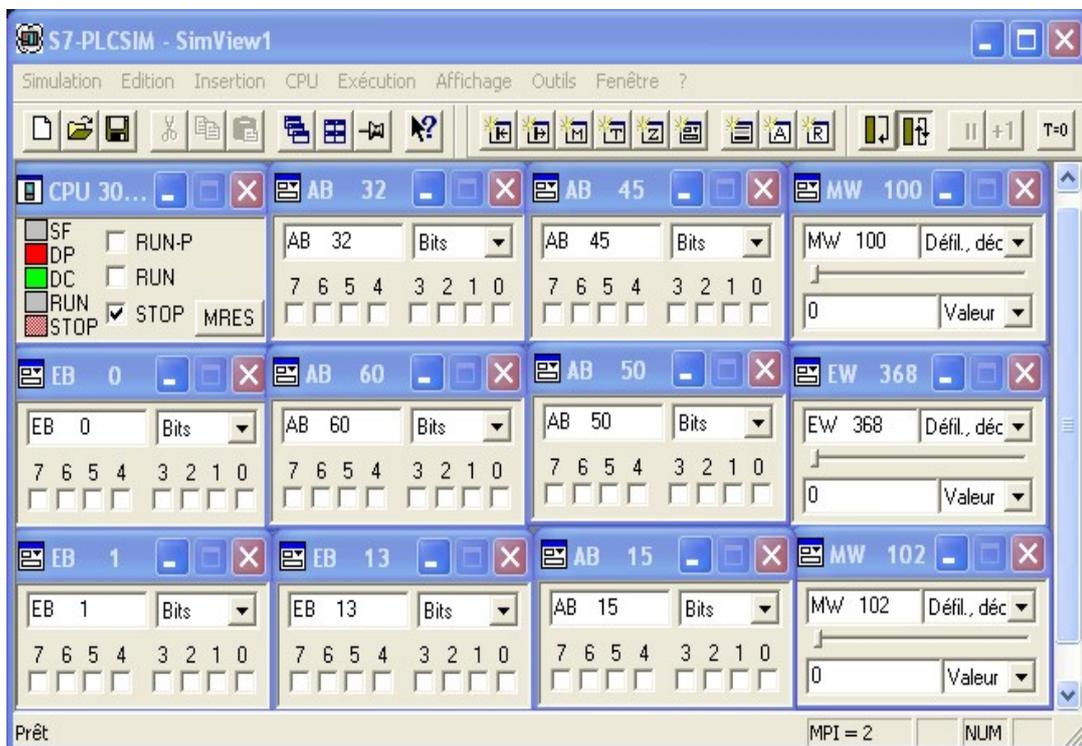
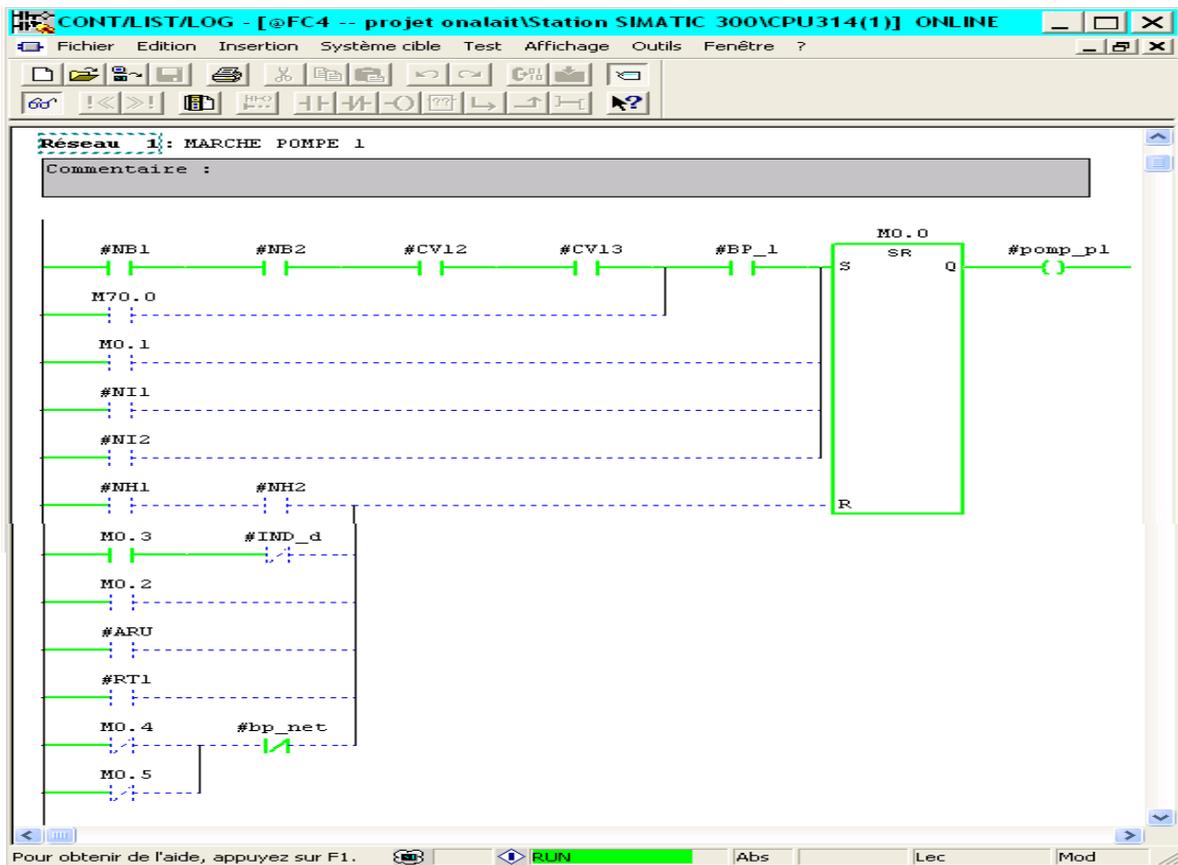


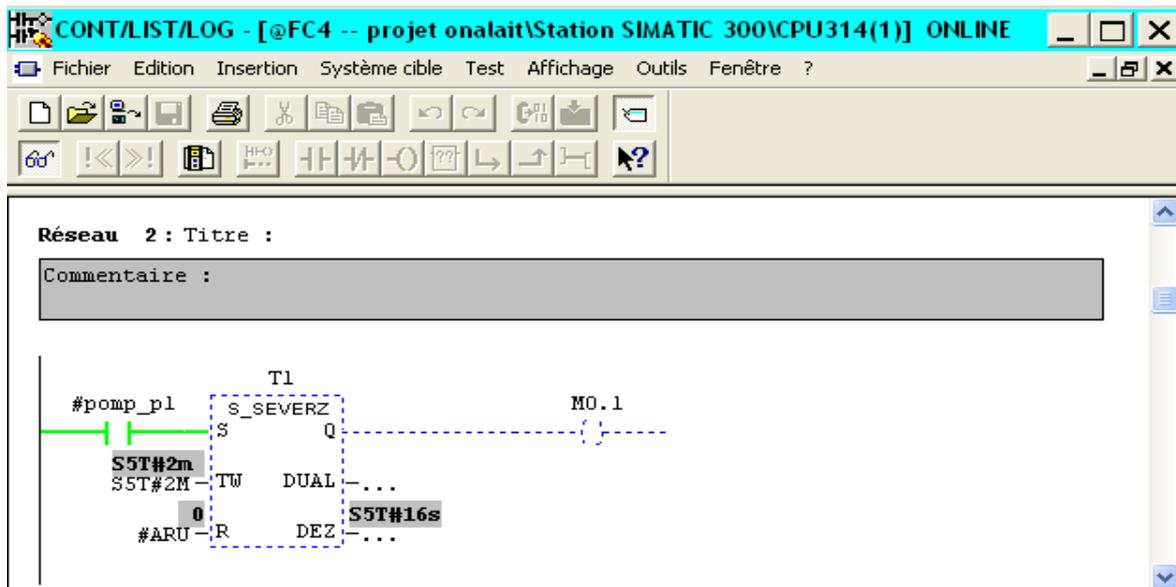
Figure III-13 Fenêtre du S7-PLCSIM.

❖ Exemples de simulation de notre programme

Dans cet exemple, nous allons simuler la marche de la pompe_p1 avec les conditions de démarrage comme représenté sur la figure ci-contre.



La figure suivante représente la simulation du maintient de la pompe (M0.1) après une temporisation de deux minutes (2min).



Pour les deux figures ci-dessous, représentent la simulation de la temporisation avant et après cinq seconde (5s) de la marche de la pompe avec la condition du débit, si nous avons l'absence de ce dernier alors la pompe s'arrête.

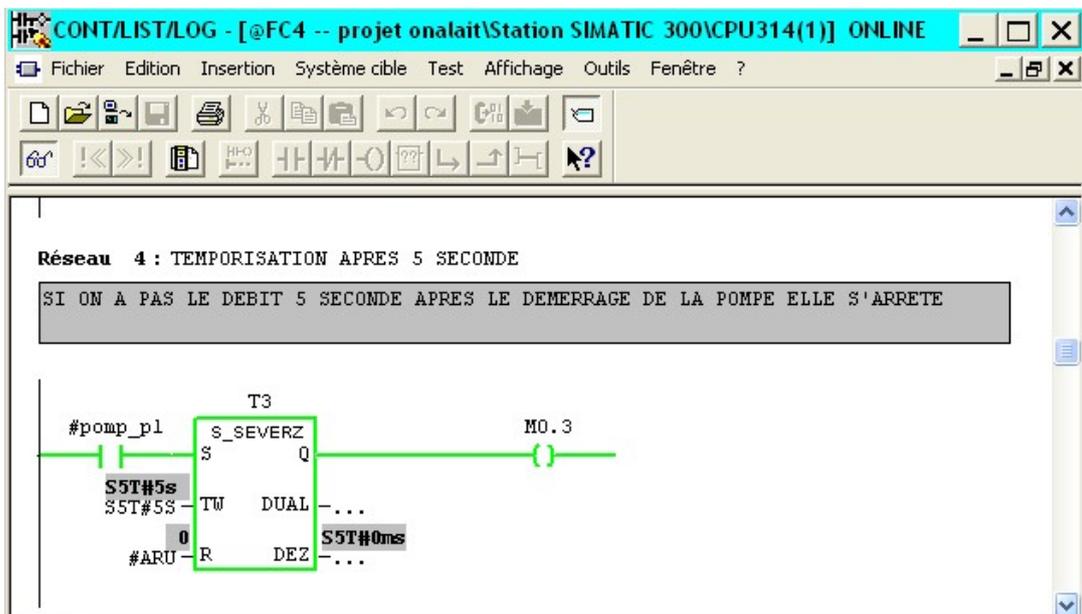
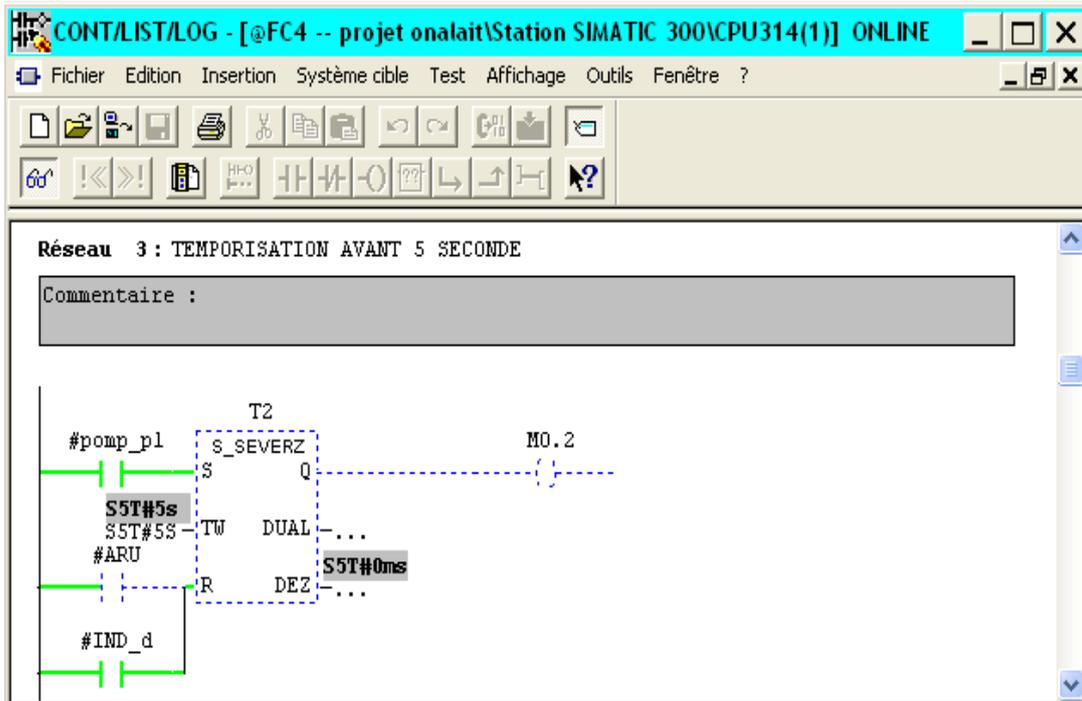


Figure III-14 Simulation du bloc FC4 (démarrage de la pompe P1).

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour le pilotage de notre station de conditionnement du lait ainsi que son logiciel de programmation SIMATIC STEP_7.

Le programme que nous avons développé respecte l'exactitude du modèle GRAFCET dont on a rajouté des contraintes en plus de ce dernier. Il est d'une forme structurale et il est constitué de trois blocs fonctions (FC).

Ces blocs font appel aux autres blocs fonction qui gèrent les sous programmes de chaque fonction comme il est indiqué sur la figure III-7. Ces différents blocs sont réunis dans un bloc d'organisation (OB1) qui constitue l'interface entre le système et le bloc utilisateur.

La validation des programmes de conduite que nous avons développée a été réalisée grâce au logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM. Cette procédure nous a permis d'apporter les corrections nécessaires à nos programmes développés.

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

Dans le chapitre suivant, nous allons développer une plate forme de supervision permettant une visualisation dynamique des entrées/sorties et simplifiant la tâche de contrôle à l'opérateur de conduite.

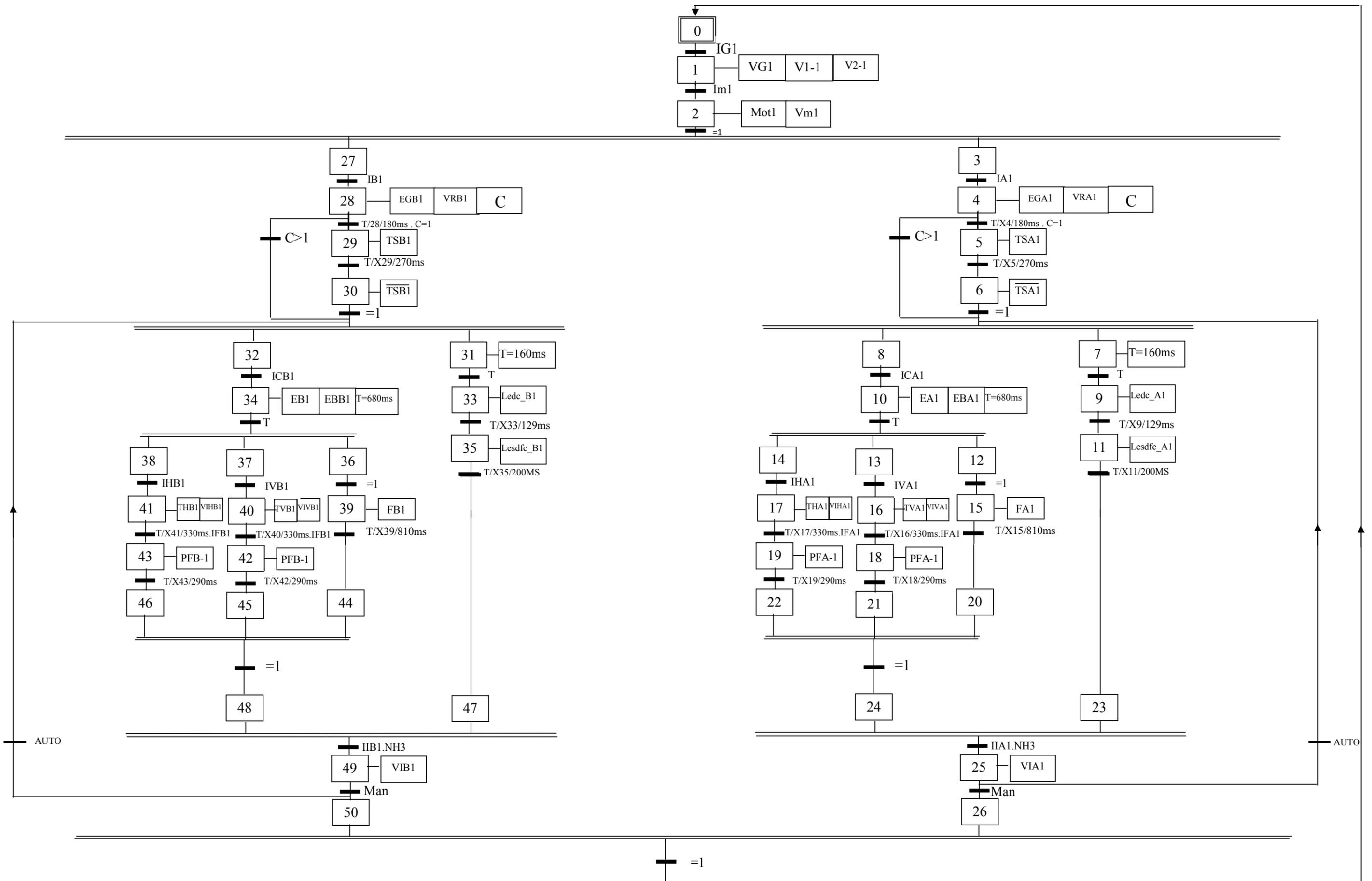
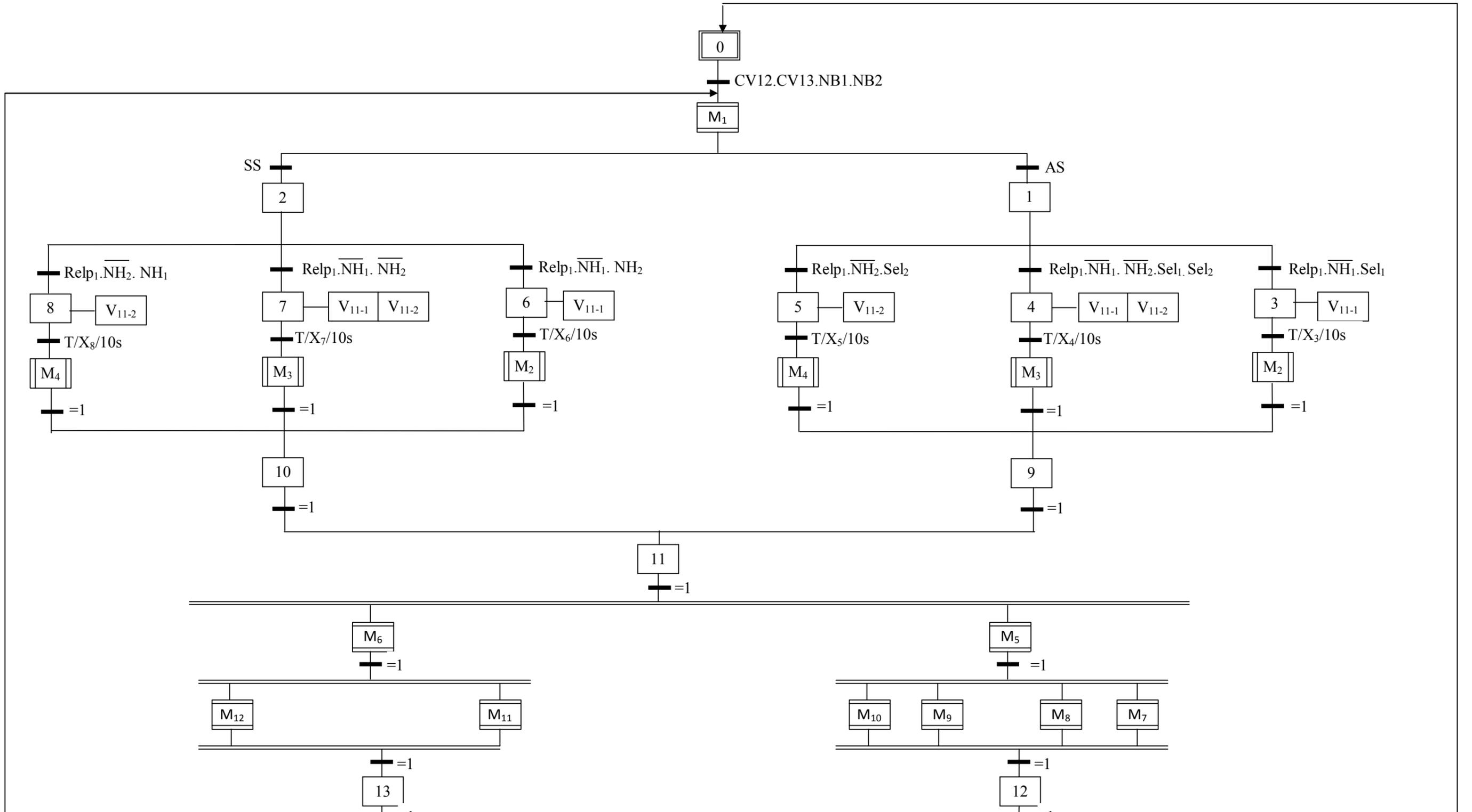


Figure II-7 grafcet fonctionnement de la machine de conditionnement du lait



Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'automatisation d'une station de conditionnement du lait effectué au sein de la laiterie de **Draa Ben Khedda**.

Ce stage de fin de cycle nous a été bénéfique à plus d'un titre compte tenu des nombreux avantages qu'il présente : il nous a permis de découvrir l'environnement industriel et de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique et nous initier au fonctionnement de la station de conditionnement du lait.

A travers de ce travail, nous avons utilisé l'outil de modélisation grafcet qui nous a facilités le passage à la transcription de ce modèle en langage STEP_7 et l'élaboration d'une solution programmable dont la validité de ce programme à été réalisée par le biais du logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM. Nous avons touché aussi à l'élaboration d'une solution de supervision dont le but est de contrôler le déroulement de la station par l'intermédiaire de graphismes et des schémas en temps réel.

Enfin, nous souhaiterons que ce travail puisse apporter un plus et constituer un support supplémentaire aux promotions à venir.