

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



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

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

*DE MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE*  
*OPTION: AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLES*

*Thème*

Automatisation et supervision d'une  
station de moussage

Proposé par :

M<sup>r</sup> SI SALEM ALI

Présenté par :

M<sup>r</sup> SID ALI Samir

M<sup>r</sup> SI TAHAR Abdelkader

Dirigé par :

M<sup>r</sup> Y.MESSAR

Soutenu le : 03 / 10 /2013

*Promotion 2013*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

- + Mes très chers parents.*
- + Mes très chers frères.*
- + Mes très chères sœurs.*
- + Mes grands parents maternels.*
- + La mémoire de mes grands parents paternels.*
- + Mes chers amis*
- + Mon binôme.*
- + Nous remercions aussi notre promoteur.*
- + pour tous qui ont contribué de près,  
ou de loin, à la réalisation de ce travail.*
- + Sans oublier les membres de jury qui nous feront  
l'honneur de juger notre travail.*

*Samir*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail*

*A mes très chers parents.*

*A mes très chers frères et sœurs.*

*A la mémoire de mes grands-mères.*

*A la mémoire de mes grands-pères.*

*A mon binôme.*

*A tout mes amis.*

*A tous ceux qui ont su croire en moi.*

*A tous ceux qui me sont chers.*

*Kader*

# *Remerciements*

*Nous remercions avant tout le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr MESSAR pour son aide, le temps qu'il nous a consacré et ses orientations et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.*

*Nous remercions également notre co-promoteur Mr SI SALEM ainsi Mr DJILALI et Mr SAID 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 sommes aussi reconnaissants 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'adressent à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# SOMMAIRE

## Préface

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| I. Présentation de l'ENIEM.....                     | 01 |
| II. Organisation générale de l'ENIEM .....          | 01 |
| III. Les produits fabriqués par l'ENIEM.....        | 02 |
| IV. Description des unités constituant l'ENIEM..... | 02 |
| V. Certifications.....                              | 03 |
| VI. Ressources humaines.....                        | 03 |
| VII. Les ventes.....                                | 03 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Introduction générale ..... | 04 |
|-----------------------------|----|

## CHAPITRE I : Description et étude de la station de moussage.

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| I.1- Etude de la station de moussage.....                          | 05 |
| I.1.1-Introduction.....                                            | 05 |
| I.1.2-Etude des différentes parties du système.....                | 06 |
| I.1.2.1-Présentation du Groupe hydraulique.....                    | 06 |
| I.1.2.2-Présentation de l'ECODOSING (isocynante).....              | 07 |
| I.1.2.3-Présentation de l'ECOCKIT (mélange pentane –polyol).....   | 08 |
| I.1.2.4-Présentation de l'ECOMIX (polyol avec pentane séparé)..... | 09 |
| I.1.2.5-Présentation de Refroidisseur.....                         | 10 |
| I.1.2.6-Présentation du robot porte tête d'injection.....          | 10 |
| I.2- Fonctionnement du procédé.....                                | 10 |
| I.2.1-Partie opérative.....                                        | 11 |
| I.2.1.1- Les pré-actionneurs.....                                  | 11 |
| I.2.1.2-Les actionneurs.....                                       | 14 |
| I.2.1.2.a- Les vérins.....                                         | 14 |
| I.2.1.2.b- Le moteur asynchrone triphasé.....                      | 15 |
| I.2.1.3- Les capteurs.....                                         | 17 |
| I.2.1.3.a-Principales caractéristiques des capteurs.....           | 17 |
| I.2.1.3.b-Différents types de capteurs.....                        | 18 |
| I.2.2-Partie commande.....                                         | 21 |
| I.2.2.1-Mode automatique.....                                      | 21 |
| I.2.2.2-Mode manuel.....                                           | 22 |
| I.2.3-Partie puissance.....                                        | 22 |
| I.2.3.1-Réseau électrique.....                                     | 22 |
| I.2.3.2-Source de puissance pneumatique.....                       | 22 |

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| I.2.3.3-Source de puissance hydraulique.....                  | 23 |
| I.2.4-Cahier de charge.....                                   | 23 |
| I.2.4.a-Condition de démarrage de la station de moussage..... | 23 |
| I.2.4.b-Fonctionnement.....                                   | 23 |
| I.3-Optimisation de la solution actuelle.....                 | 24 |
| I.4-La solution apportée.....                                 | 24 |
| I.5-Conclusion.....                                           | 25 |

## **CHAPITRE II : Modélisation du système.**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| II.1-Introduction.....                                    | 25 |
| II.2-Définition du GRAFCET.....                           | 25 |
| II.3-Les outils de base du GRAFCET.....                   | 25 |
| II.3.1-Etape-Action.....                                  | 25 |
| II.3.1.a-Macro-étapes.....                                | 26 |
| II.3.2-Transition-Réceptivité.....                        | 27 |
| II.3.2.a-Nature des réceptivités.....                     | 27 |
| II.3.3-Liaisons.....                                      | 27 |
| II.3.4-Les règles dévolution du GRAFCET.....              | 27 |
| II.4-Les différentes séquences de base.....               | 29 |
| II.5-Les niveaux du GRAFCET.....                          | 30 |
| II.5.a-Niveau 1.....                                      | 30 |
| II.5.b-Niveau 2.....                                      | 30 |
| II.6-Mise en équation d'un GRAFCET.....                   | 30 |
| II.7-Application du GRAFCET à la station de moussage..... | 32 |
| II.8-Conclusion.....                                      | 33 |

## **CHAPITRE III : Automatisation de la station de moussage.**

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| III.1-Introduction.....                                    | 34 |
| III.2-Les automates programmables industriels (API'S)..... | 34 |
| III.2.1-Définition d'un API.....                           | 34 |
| III.2.2-Architecture d'un API.....                         | 34 |
| III.2.2.1-Aspect externe.....                              | 34 |
| III.2.2.2-Aspect interne.....                              | 35 |
| III.2.3-Câblage d'un automate.....                         | 35 |
| III.2.3.a-Alimentation de l'automate.....                  | 35 |
| III.2.3.b-Alimentation des entrées de l'automate.....      | 36 |
| III.2.3.c-Alimentation des sorties de l'automate.....      | 37 |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>III.2.4-Choix d'un automate programmable.....</b>                        | <b>37</b> |
| <b>III.3-Présentation de l'automate S7-300.....</b>                         | <b>38</b> |
| <b>III.3.1-Constitution interne de l'automate S7-300.....</b>               | <b>38</b> |
| <b>III.3.2-Constitution externe de l'automate S7-300.....</b>               | <b>39</b> |
| <b>III.3.3-Fonctionnement.....</b>                                          | <b>41</b> |
| <b>III.3.4-Caractéristiques techniques de S7-300.....</b>                   | <b>42</b> |
| <b>III.3.5-Avantages.....</b>                                               | <b>42</b> |
| <b>III.4-Le passage de S5 à S7.....</b>                                     | <b>43</b> |
| <b>III.4.1-Nouvelles performances.....</b>                                  | <b>43</b> |
| <b>III.4.2-Périphérique décentralisée.....</b>                              | <b>43</b> |
| <b>III.5-La programmation de l'automate S7-300.....</b>                     | <b>44</b> |
| <b>III.5.1-La programmation en STEP 7.....</b>                              | <b>44</b> |
| <b>III.5.1.a-Mode liste (LIST).....</b>                                     | <b>44</b> |
| <b>III.5.1.b-Mode logigramme (LOG).....</b>                                 | <b>44</b> |
| <b>III.5.1.c-Mode contact (CONT).....</b>                                   | <b>45</b> |
| <b>III.5.2-Création d'un projet.....</b>                                    | <b>45</b> |
| <b>III.5.2.a-La configuration matérielle de la station de moussage.....</b> | <b>45</b> |
| <b>III.5.2.b- Le programme de la station armoire.....</b>                   | <b>46</b> |
| <b>III.5.2.b.1-Mnémoniques.....</b>                                         | <b>46</b> |
| <b>III.5.2.b.2-Structure du programme.....</b>                              | <b>47</b> |
| <b>III.5.2.b.2.1-Programme utilisateur.....</b>                             | <b>47</b> |
| <b>III.5.2.b.2.2-Bloc d'organisation (OB1.....</b>                          | <b>47</b> |
| <b>III.5.2.b.2.3-Programmation linéaire/structurée.....</b>                 | <b>48</b> |
| <b>III.5.3-Le programme.....</b>                                            | <b>49</b> |
| <b>III.6 –Conclusion.....</b>                                               | <b>49</b> |

## **CHAPITRE IV : Simulation et validation du programme développé.**

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>IV.1-Introduction.....</b>                                     | <b>50</b> |
| <b>IV.2-Présentation du logiciel de simulation S7-PLCSIM.....</b> | <b>50</b> |
| <b>IV.3-Mise en route du logiciel S7-PLCSIM.....</b>              | <b>50</b> |
| <b>IV.4-Visualisation de l'état du programme.....</b>             | <b>54</b> |
| <b>IV.5-Conclusion.....</b>                                       | <b>55</b> |

## **CHAPITRE V : Supervision de la station de production.**

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>V.1-Introduction.....</b>                                                   | <b>56</b> |
| <b>V.2-Constitution d'un système de supervision.....</b>                       | <b>56</b> |
| <b>V.3-Le logiciel de supervision WIN CC flexible.....</b>                     | <b>57</b> |
| <b>V.3.1-Définition.....</b>                                                   | <b>57</b> |
| <b>V.3.2-Elément du logiciel WIN CC flexible.....</b>                          | <b>57</b> |
| <b>V.3.3-Utilisation des variables.....</b>                                    | <b>59</b> |
| <b>V.3.4-Compilation et simulation.....</b>                                    | <b>60</b> |
| <b>V.3.5-Supervision de la station de moussage développée sous WIN CC.....</b> | <b>60</b> |
| <b>V.3.5.1-Création d'un projet sous WIN CC.....</b>                           | <b>60</b> |
| <b>V.4-Conclusion.....</b>                                                     | <b>67</b> |
| <b>Conclusion générale.....</b>                                                | <b>68</b> |

Bibliographie

Annexe

# **PREFACE**

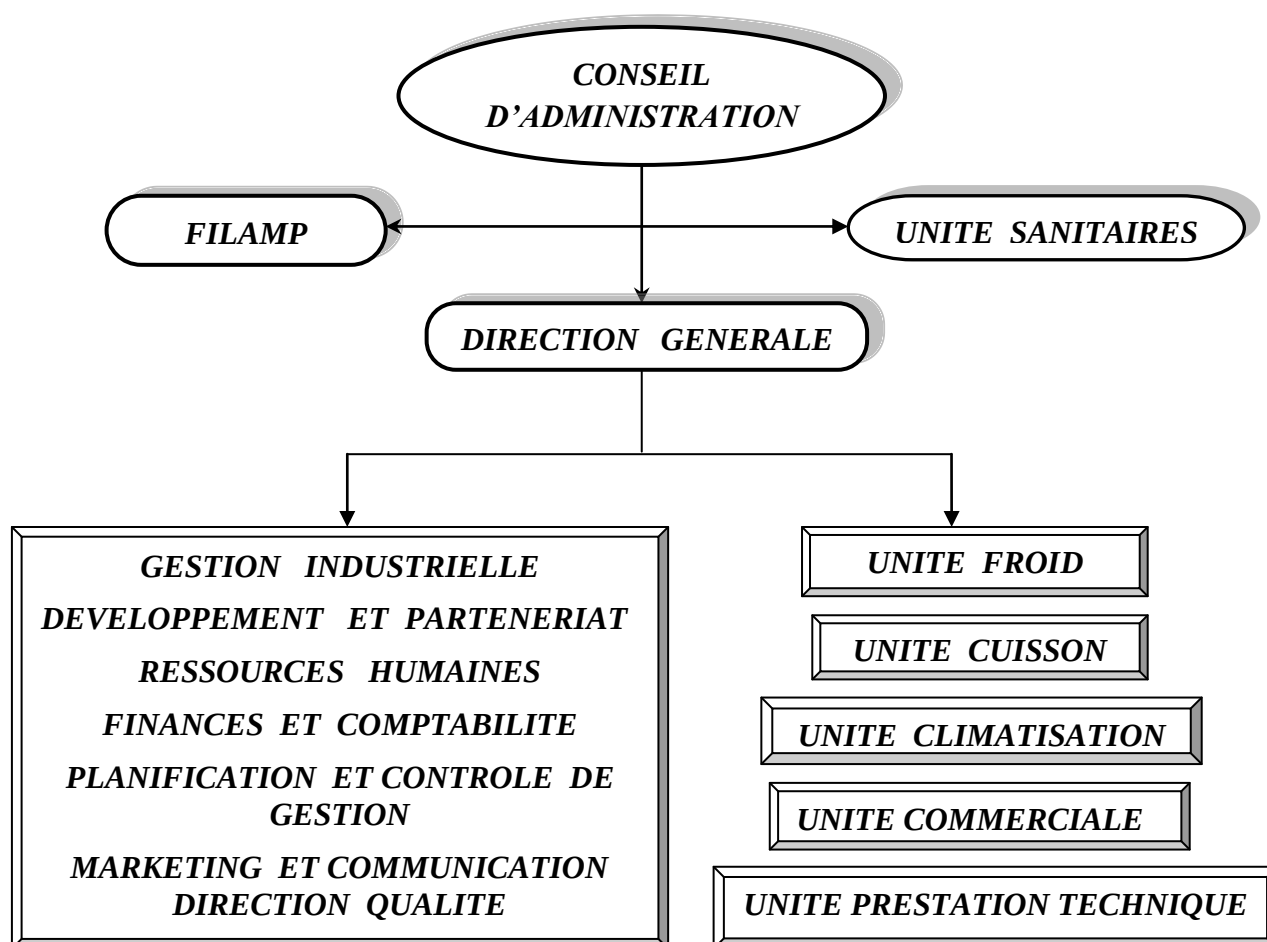
## I-Présentation de l'ENIEM :

L'ENIEM (Entreprise nationale des Industries Electroménager) est une entreprise publique économique, constituée le 2 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise Sonelec. Son siège social se situe à Tizi-Ouzou.

Elle est le leader de l'électroménager en Algérie. Elle possède des capacités de production et une expérience de 35 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager.

L'ENIEM a été transformée juridiquement en société par actions le 8 Octobre 1989. Son capital social est de 2.957.500.000 DA détenu en totalité par la SGP INDELEC.

## II-Organisation générale de l'ENIEM :



### III-Les produits fabriqués par l'ENIEM :

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Produits Froids   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réfrigérateurs de petit modèle de capacités 160,240 litres.</li> <li>• Réfrigérateurs grand modèle, 350S, 300D, 220F, 290C.</li> <li>• Congélateurs bahuts et conservateurs de 350 litres, 380 litres, 500 litres, 520 litres.</li> </ul> |
| Cuisinières à gaz | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle 6000 à 4 feux.</li> <li>• Modèle 6100 à 4 feux.</li> <li>• Modèle 6400 à 4 feux.</li> <li>• Modèle 8200 à 5 feux.</li> </ul>                                                                                                       |
| Climatiseurs      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Type fenêtre de 9000 à 18 000 BTU.</li> <li>• Type Split système de 9000 à 18 000 BTU.</li> <li>• Centrales autonomes de climatisation.</li> </ul>                                                                                        |

- Tous les produits ENIEM portent le label « ENIEM ».A l'origine, ENIEM fabriquait ses produits sous les marques et licences suivantes :

- Réfrigérateur PM : Licence BOSCH (Allemagne), Réfrigérateur GM : Toshiba (Japon).
- Cuisinières : Techno gaz (Italie).
- Climatiseurs : activité démarrée avec licences Air Well.
- Machines à laver et chauffe eau : sous contrat avec plusieurs marques.

### IV-Description des unités constituant l'ENIEM :

L'unité « **froid** » comporte 6 ateliers de fabrication : refendage de tôle, presses et soudures, pièces métalliques, thermoformage, moussage, injection plastique, peinture et 3 chaînes de montage :

- 1 chaîne semi-automatique Toshiba de montage de réfrigérateurs GM.
- 1 chaîne manuelle de montage de réfrigérateurs PM.
- 1 chaîne manuelle de montage des congélateurs, conservateurs et réfrigérateurs de 520 l.

L'unité « Cuisson » comprend 3 ateliers de fabrication :

- 1 atelier de tôlerie.
- 1 atelier de traitement et revêtement de surfaces comprenant une ligne de zincage, chromage, nickelage, 2 lignes d'émaillage.
- 1 atelier d'assemblage comprenant 2 chaînes de montage.

L'unité « Climatisation » comprend 3 ateliers : tôlerie, peinture et 3 chaînes de montage : climatiseurs, machines à laver, chauffe-eau.

L'unité « Prestations techniques » assure la fonction de soutien technique aux unités de production dans les domaines de l'entretien, des utilités, de l'informatique, des études, du transport et de la sécurité.

## **V-Certifications:**

L'ENIEM est certifiée ISO 9001-version 2000 depuis 1998 ; elle a par ailleurs, obtenu la certification de conformité à la norme CE pour les cuisinières de modèles 6400 et 8200, en juin 2005. Les résultats de ce dispositif de management de la qualité sont probants : les rebuts de fabrication sont faibles (1,8 % en 2005 et 1,7 % en 2006). Les produits ENIEM sont réputés de bonne qualité.

## **VI-Ressources Humaines:**

ENIEM employait 2524 dont 460 travailleurs temporaires. 79% du personnel sont âgés de plus de 40 ans.

## **VII-Les ventes:**

Les ventes de la période de 2003 à 2006 sont mentionnées à la Figure1.

|                        | 2003     | 2004     | 2005     | 2006     |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Produits Froids</b> | 3<br>173 | 3<br>628 | 3<br>324 | 3<br>194 |
| <b>Cuisinières</b>     | 1<br>073 | 1<br>075 | 1<br>187 | 1<br>205 |
| <b>Climatiseurs</b>    | 505      | 515      | 334      | 359      |

**Figure 1 :** Les ventes de la période de 2003 à 2006.

La structure du chiffre d'affaires demeure dominée par la gamme des produits froids qui représente en moyenne 67 %

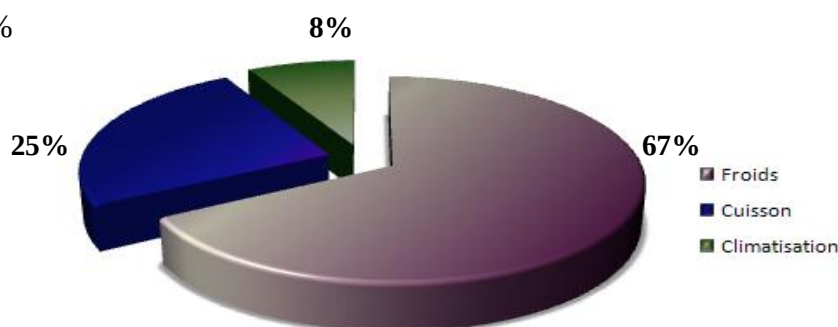


**Figure 2 :** Domination de la gamme des produits froids.

# **INTRODUCTION GENERALE**

De nos jours la concurrence est un phénomène auquel les entreprises sont confrontées pour assurer leur place et leurs parts du marché. Pour surmonter cette contrainte, les entreprises adoptent une stratégie de production utilisant la technologie pour que l'outil de production soit de meilleures performances et d'une grande fiabilité.

L'évolution de l'informatique, en particulier, dans l'industrie, a permis la progression de l'automatisation des systèmes de production. D'où l'avènement des API (Automates Programmables Industriels) qui jouent un rôle très important dans l'amélioration de contrôle des procédés de production et leur sécurité.

L'automate S7-300 de la firme SIEMENS est conçu pour des solutions dédiées aux systèmes manufacturiers. Il constitue à ce titre une plate- forme d'automatisation universelle pour les applications avec des architectures centralisées et décentralisées.

Pour notre projet de fin d'étude, les responsables du département maintenance de l'unité froid de l'ENIEM, nous ont confié la modernisation de la commande d'une station à mousser les armoires des réfrigérateurs, en remplaçant l'automate S5-115U existant par le S7-300 en optimisant la production ainsi que la sécurité de la station.

Dans notre travail, nous consacrons le premier chapitre à la description et au fonctionnement du système. Le chapitre 2 parlera de la modélisation à l'aide du GRAFCET. L'automatisation de la station à mousser les armoires sera citée au chapitre 3. La simulation et la programmation feront l'objet du chapitre 4. Tandis qu'au cinquième chapitre, nous aborderons la supervision de la station de moussage. Nous terminerons notre étude par une conclusion générale.

# **CHAPITRE I**

## **DESCRIPTION ET ETUDE DE LA STATION DE MOUSSAGE**

## I.1-Etude de la station de moussage :

### I.1.1-Introduction :

Le système est constitué d'un ensemble de parties permettant de réaliser une suite d'opérations, conduisant au moussage des armoires. Cette étape occupe une place très importante dans la fabrication des appareils de réfrigérateurs (240L – 160L) qui fait partie de l'unité FROID de l'entreprise ENIEM. L'un des éléments essentiels dans notre station de moussage est la mousse qui est constituée de trois produits : le polyol, le cyclopentane et l'iso cyanate.

Dans des conditions optimales de fonctionnement, le système réalise son objectif, c'est-à-dire l'injection de nombre d'armoire prévu par jour. Ceci montre l'importance qu'a cette station de moussage dans le système de production de l'entreprise.

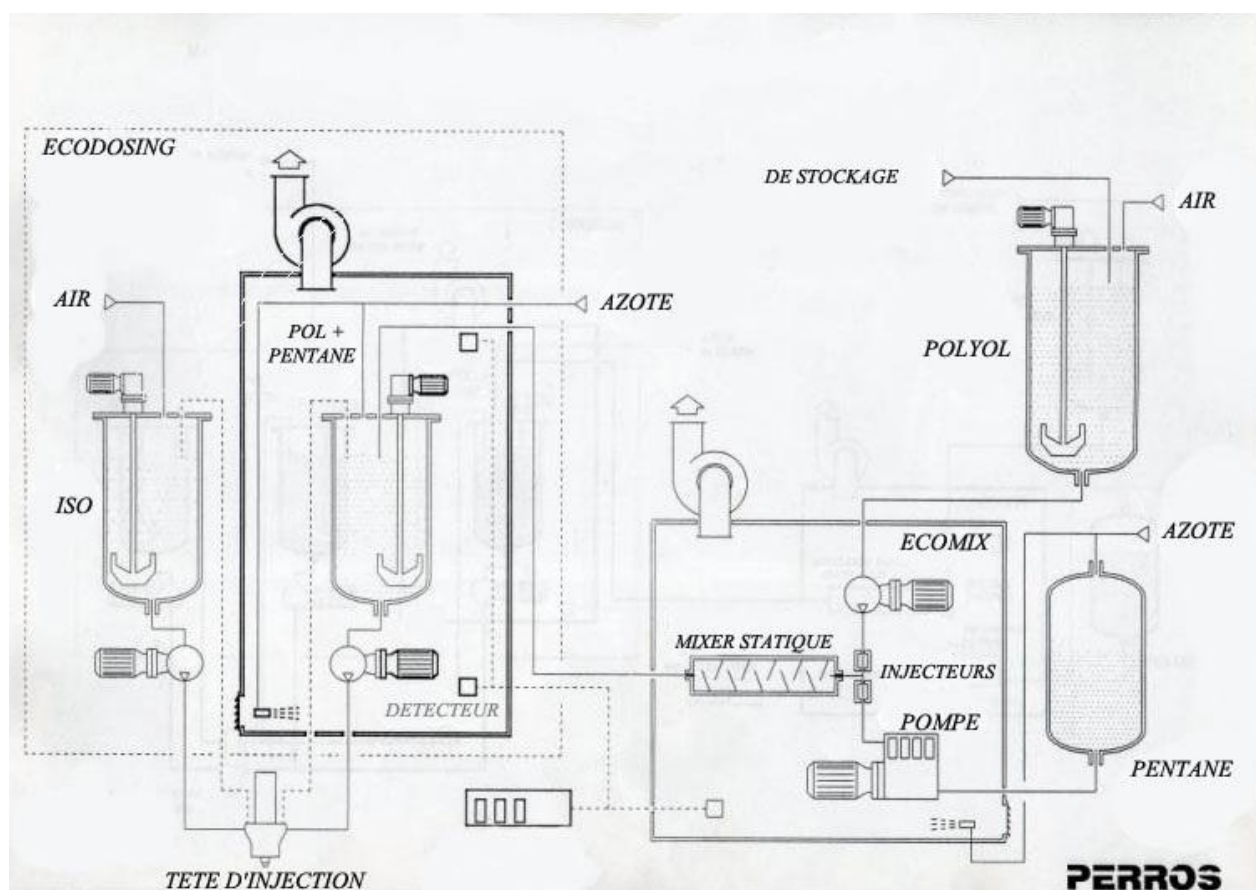


**Figure I.1 :** Schéma d'ensemble de la station de moussage

### I.1.2- Etude des différentes parties du système:

Comme montre le schéma représente une station de moussage une machine de coulée de produits réactifs pour mousse, le système est composé de 6 parties différentes : Groupe Hydraulique, Ecodosing, Ecomix, Eokit, Refroidisseur, Tête d'Injection.

#### I.1.2.1- Présentation groupe hydraulique :

Il est composé d'un moteur électrique qui entraine une pompe, d'un réservoir d'huile, un régulateur de pression et d'un manomètre qui mesure sa valeur, de deux filtres, et d'un refroidisseur. (Voir figure I.2).

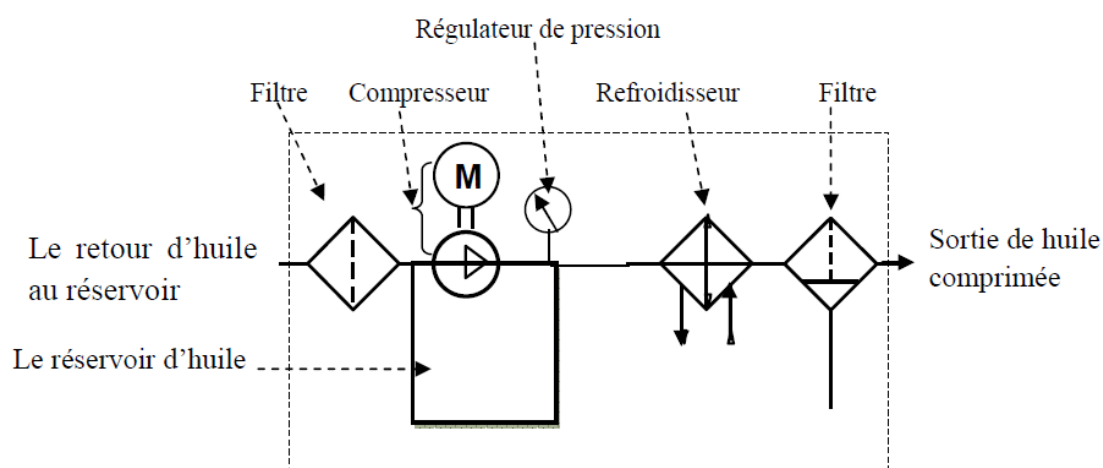


**Figure I.2 :** groupe hydraulique

Le rôle du groupe hydraulique est de piloter les distributeurs commandes têtes d'injection, sectionneur de matière injection, sectionneur de recyclage et l'auto nettoyant. Comme les organes à commander sont distants, on a alors utilisé des flexibles hydrauliques pour la commande, leur raccordement est assuré par des raccords comme l'indique le schéma de fonctionnement ci-dessous.

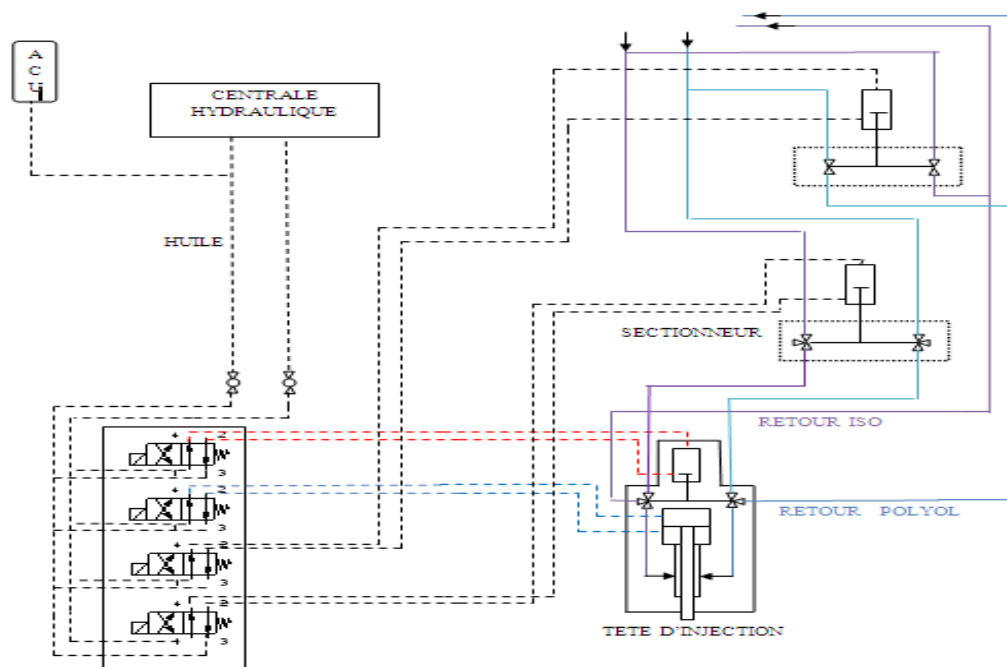


**Figure I.3:** Schéma de fonctionnement de groupe hydraulique.

### I.1.2.2- Présentation de l'ECODOSING

Citerne acier normal enveloppe double, capacité de l'enveloppe double et de 36L l'intervalle entre les deux parois sert à recevoir le liquide (eau) transmetteur de chaleur (échangeur de chaleur). Pression max de service est de 4bar avec pression max de l'enveloppe double est de 2bar. Afin d'alimenter remplissage de réservoir automatiquement grâce à la commande de pompe de transvasement, dont cette dernière fonctionne chaque fois que l'air est fourni, en principe en ouvre le robinet d'alimentation d'air ainsi mètre le sélecteur de chargement a 1.

La surveillance ou bien contrôle automatique de niveau de remplissage avec température de produit en utilise l'indicateur de niveau avec régulateur de température simultanément ainsi leurs capteur approprié (transmetteur de niveau avec sonde de température PT100).

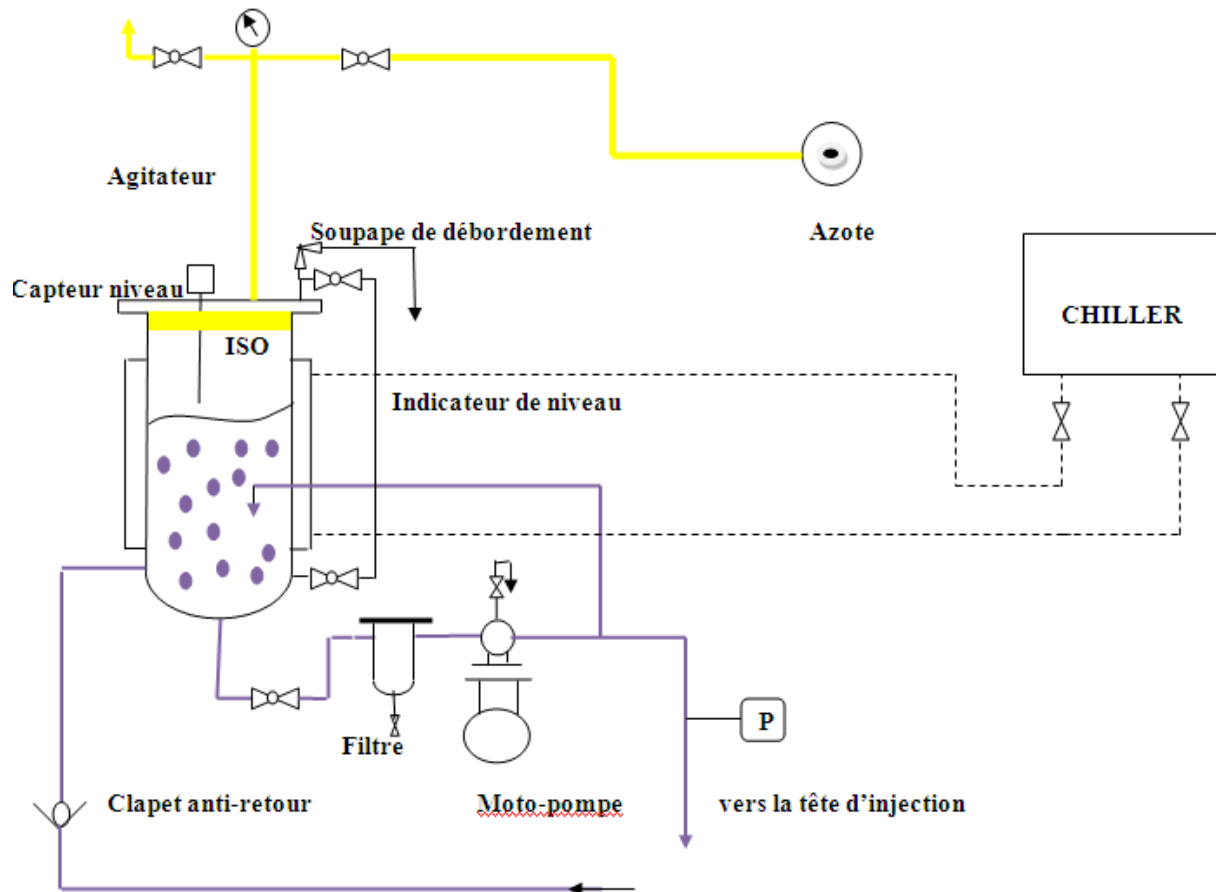


**Figure I.3:** Schéma de fonctionnement de l'Ecodosing.

### I.1.2.3- Présentation de l'ECOCKIT :

Le principe est de même que l'ecodosing juste que pour cette partie vue que c'est un mélange de produit en dispose d'un agitateur afin qu'il gade l'homogénéité de produit.

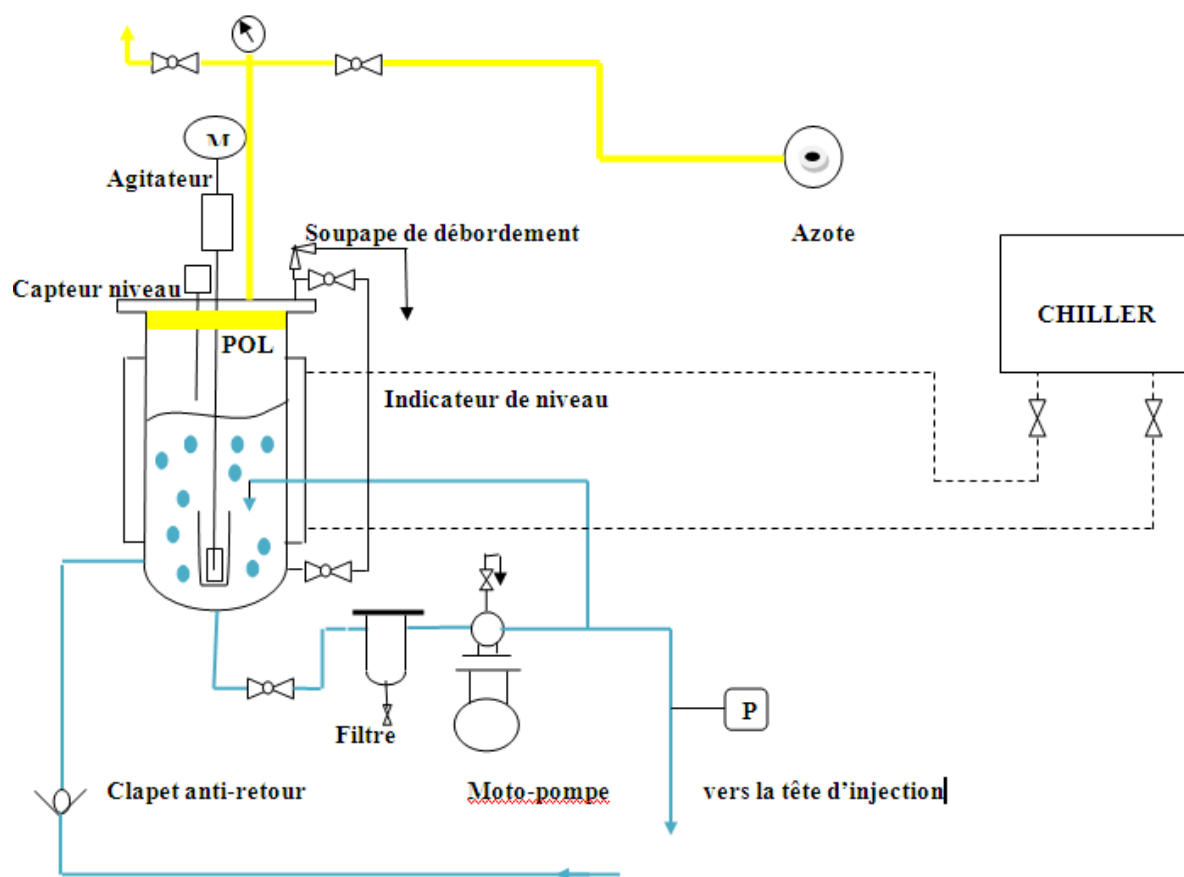


**Figure I.4:** Schéma de fonctionnement de l'Ecokit.

#### I.1.2.4- Présentation de l'ECOMIX :

- Citerne polyol en acier normal enveloppe double, l'intervalle entre les deux parois sert à Recevoir le liquide (eau) transmetteur de chaleur (échangeur de chaleur), avec toutes les robinetteries ainsi tuyauterie et raccords pour raccordement afin d'alimenter remplissage de réservoir automatiquement grâce à la commande de pompe de transvasement couplée a un moteur électrique triphasée, ainsi un agitateur de matière entraîné par un moteur électrique.

La surveillance ou bien le contrôle automatique de niveau de remplissage avec température de produit, en utilise l'indicateur de niveau avec régulateur de température simultanément, ainsi leurs capteur approprié (transmetteur de niveau avec sonde de température PT100)

- Citerne pentane acier normal enveloppée en double afin d'assurer une bonne isolation, le remplissage de cette dernière est par l'ouverture d'une vanne manuelle. La surveillance de niveau avec des capteurs (photo cellule).

### I.1.2.5- Présentation de refroidisseur :

Le refroidisseur est constitué d'une armoire métallique qui isole et insonorise la machine, il est constituée de Compresseur, Condenseur, Evaporateur, Ventilateur, le gaz utilisé c'est le R22 (fréon) qui circule dans un circuit approprié avec le réservoir d'eau ainsi la pompe à eau.

Si la température effective dépasse la valeur de consigne ajustée sur le régulateur, l'appareil passe automatiquement au refroidissement.

### I.1.2.6- Présentation du robot porte tête d'injection:

En dernier, on a le robot porte tête d'injection servant à réaliser la tâche principale de la station qui est le moussage. Il injecte des produits moussants à l'intérieur des armoires. Il est constitué :

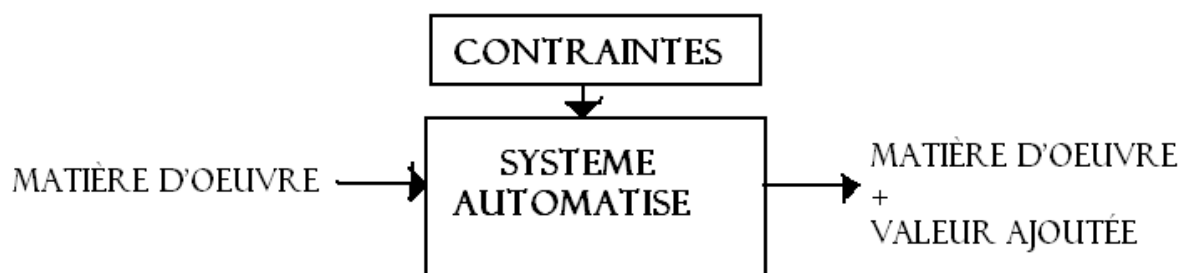
- d'un moteur triphasé à deux sens de rotation, d'un dispositif crémaillère-codeur renseignant sur sa position permettant le positionnement du robot devant l'un des moules.
- d'un vérin pneumatique double effet pour l'introduction de la tête.
- d'une tête d'injection qui permet d'injecter les produits.

## I.2- Fonctionnement du procédé :

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

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

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration, de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système.



Tout système automatisé peut se décomposer selon le schéma ci-après :

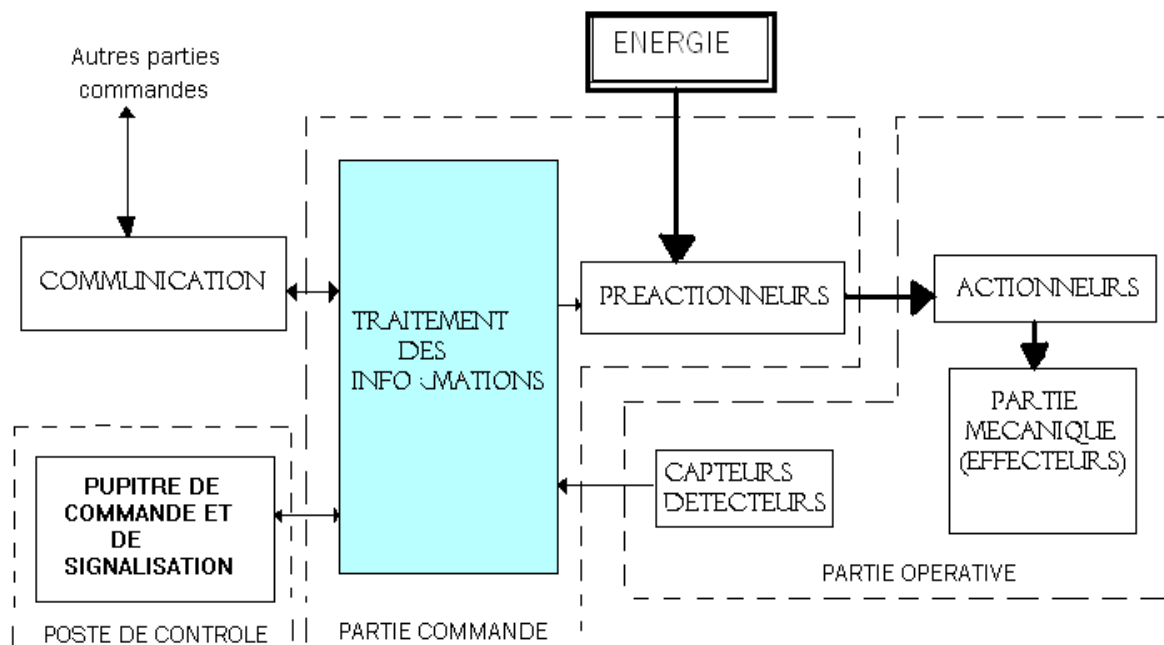


**Figure I.5:** Schéma d'organisation d'un système automatisé.

### I.2.1- Partie opérative :

- Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.
- Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.
- Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.

#### I.2.1.1- Les pré-actionneurs :

Ils reçoivent des informations et délivrent la puissance nécessaire pour les actionneurs.

- **Les distributeurs:**

L'énergie hydraulique destinée aux actionneurs hydrauliques doit être distribuée en pression et en débit de façon constante par des composants adaptés. On classe les distributeurs dans la catégorie des pré- actionneurs.

Les distributeurs sont définis par deux caractéristiques fonctionnelles:

- le nombre d'orifices principaux nécessaires au fonctionnement des différents types d'actionneurs, non compris les orifices de pilotage.
- le nombre de positions, généralement 2 comme le montre la figure I.6, définissant l'une l'état repos l'autre l'état travail. Il est possible d'avoir 3 positions, il y aura alors deux positions travail et une position repos.



Figure I.6: Distributeur 5/2.

### ▪ Distributeurs monostables :

Un distributeur est dit monostable lorsqu'il y a un déficit entre le nombre de positions que peut prendre ce distributeur et le nombre de pilotes ou s'il y a un ressort.

#### Exemples :

- Distributeur 5 orifices 2 positions monostable piloté par un pilote électrique représenté à la figure I.4.a- le rappel se fait par ressort. La position stable est la position repos (ressort détendu).
- Distributeur 5 orifices 3 positions monostable piloté par deux pilotes électriques représenté à la figure I.7.b- Le rappel en position stable se fait par ressort. La position stable est la position centrale (ressorts détendus).

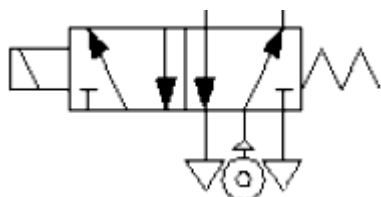


Figure I.7.a: Distributeur 5/2

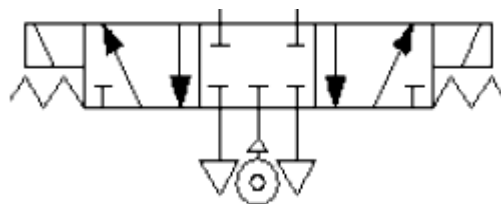


Figure I.7.b: distributeur 5/3

### ▪ Distributeurs bistables :

Distributeur 5 orifices 2 positions bistable piloté par deux pilotes électriques, indiqué à la figure I.5. Il n'y a pas de ressort et il y a deux positions stables.

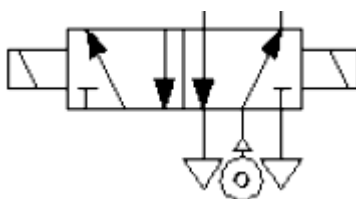


Figure I.8 : Distributeur 5/2 bistable.

### ▪ Les accessoires de ligne:

Les accessoires de ligne ont pour objet de régler un débit, purger rapidement une capacité, réduire les bruits et de connecter les appareils entre eux.

#### - Les clapets anti-retour :

Ils assurent le passage de liquide ( isocynate ) dans un sens et bloquent le débit dans l'autre sens. Une bille peut se déplacer dans une cavité. Lorsque la matière se déplace dans le sens contraire au sens de passage, la bille obstrue le passage et empêche le liquide de s'échapper (voir la figure I.9). Cet élément peut être utilisé pour maintenir un circuit sous pression en cas de coupure d'alimentation.



**Figure I.9:** Les clapets anti-retour.

#### - Les régulateurs d'échappement :

Les régulateurs d'échappement comme le montre la figure I.10 ont pour rôle de régler la vitesse des vérins. Ils s'implantent sur chacun des orifices d'échappement des distributeurs. Ils sont composés d'un orifice de passage d'air qui peut être obstrué par une vis de réglage pour réguler l'échappement.

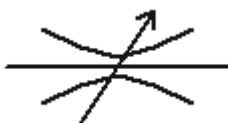


**Figure I.10:** Les régulateurs d'échappement.

#### - Les silencieux :

Le silencieux est chargé d'atténuer les bruits d'échappement de l'air comprimé (voir la figure I.11).

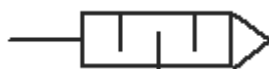


**Figure I.11 :** Le silencieux.

### - Conditionnement de l'air

Lors du passage de l'air du compresseur à son lieu d'utilisation, l'air s'enrichit en poussière, rouille les tuyaux de canalisation. Il est donc nécessaire de le filtrer pour retirer ces éléments nuisibles au bon fonctionnement des composants, de le lubrifier pour faciliter le déplacement des organes mobiles des composants pneumatiques et d'en contrôler la pression. On utilisera à cet effet une succession de composants, un filtre, un détendeur de pression et un graisseur à goutte ainsi représenté par la figure I.12.

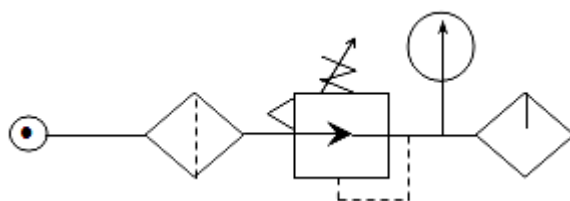


Figure I.12 : Les accessoires de ligne.

#### I.2.1.2- Les actionneurs :

Les actionneurs sont des composants capables de produire un phénomène physique à partir de l'énergie qu'ils reçoivent.

##### I.2.1.2.a- Les vérins :

Un vérin est un conduit cylindrique dans lequel une pièce mobile (le piston) sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Un ou deux orifices permettent d'introduire ou d'évacuer de l'air dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston.

#### Caractéristiques d'un vérin :

Un vérin est déterminé par sa **course** et par son **diamètre** :

- de sa course dépend la longueur du déplacement à assurer,
- de son diamètre et de la pression de l'air dépend l'effort à développer.

La poussée théorique d'un vérin est donnée par la relation :

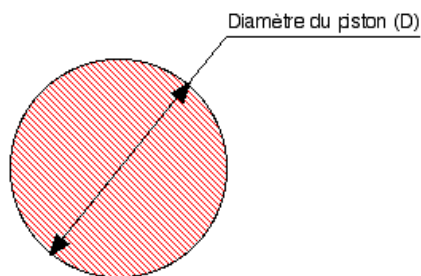
$$F = p * S$$

Avec  $F$  en N,  $p$  la pression en bar,  $S$  la surface du piston en  $\text{cm}^2$ .

Un vérin ne développe pas le même effort en sortie ou en rentrée de tige. La poussée est plus importante en sortie de tige qu'en rentrée de tige.

- **En sortie de tige**, la figure I.13 montre que la Surface du piston sur laquelle est appliquée

la poussée est égale à :  $S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$



- **En rentrée de tige**, dans la figure I.14 la surface n'est plus que:

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}$$

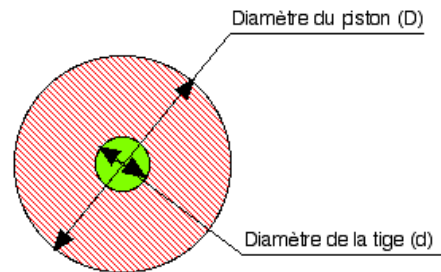


**Figure I.13 :** Surface du piston en sortie de tige. **Figure I.14 :** Surface du piston en rentrée de tige.

### - Différents types de vérins:

Il existe de très nombreux types de vérins. On les distingue par le fluide de travail (vérins hydrauliques, vérins pneumatiques), par leur action (simple effet, double effet, rotatif).

- **Le vérin vis écrou :** constitué d'une tige sous forme d'une vis entraînée par un écrou fixe. La tige est actionnée par un moteur (guidée en rotation) faisant monter ou descendre la tige.

- **Le vérin rotatif :** permet de convertir un mouvement linéaire en rotation afin de créer un couple à l'aide d'un dispositif axe-crémaillère.

- **Un vérin double effet :** comporte deux orifices d'alimentation comme le montre la figure I.15, En appliquant une pression de façon alternative de chaque côté du piston cela entraînera son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

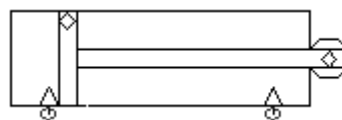


**Figure I.15 :** Vérin double effet.

### I.2.1.2.b- Le moteur asynchrone triphasé :

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie, sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, le stator, et d'une partie rotative qui est le rotor.

Le moteur est relié au réseau par deux dispositifs de sécurité: relai thermique, sectionneur.

### - Le relai thermique :

Le relais thermique permet de protéger un récepteur contre les surcharges. Chaque relai comprend trois bilames (voir le figure I.16) constituées chacune de deux métaux dont le coefficient de dilatation est différent. Lors d'un incident, le courant absorbé par le récepteur augmente, les bilames se déforment et actionnent un mécanisme qui provoque la mise hors tension du récepteur.

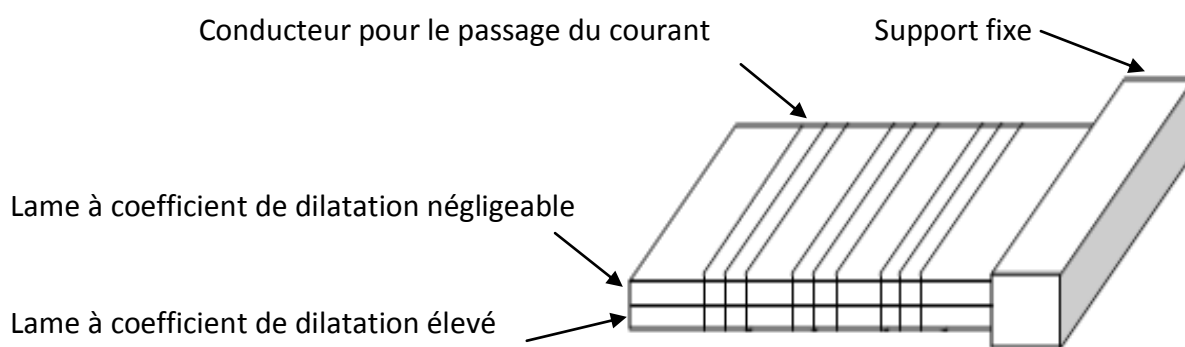


**Figure I.16 :** les bilames.

### - Le sectionneur :

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation. Son objectif est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique.

On alimente le circuit de puissance du moteur (voir la figure I.17) par un sectionneur Q. On appuyant sur le bouton poussoir BP la bobine s'alimente. Elle ferme les contacts Km (le maintient) permettant l'alimentation du moteur dans un seul sens de rotation.

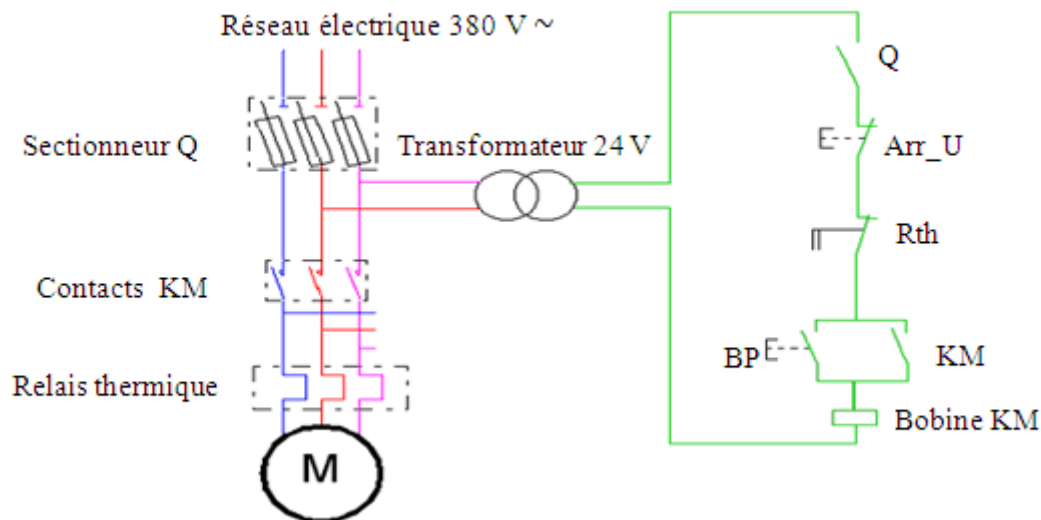


**Figure I.17 :** Schéma de puissance et de commande d'un moteur à un seul sens de rotation.

- La permutation de deux lignes permet d'obtenir un deuxième sens de rotation pour le moteur (un verrouillage pour la protection du moteur est obligatoire).

### I.2.1.3- Les capteurs :

Les capteurs font partie des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

L'information délivrée par un capteur peut être logique (2 états), numérique (valeur discrète) ou analogique (amplitude, forme).

#### I.2.1.3.a- Principales caractéristiques des capteurs :

-**L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.

-**La sensibilité** : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

-**La rapidité** : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie commande.

-**La précision d'un capteur** : est le pourcentage d'erreur de son signal de sortie par rapport à la vraie valeur (mesurande). Plus la précision d'un capteur est grande, plus son coût est important. C'est pourquoi il est essentiel de connaître la précision nécessaire pour l'application afin de réduire les coûts.

### I.2.1.3.b- Différents types de capteurs :

#### ▪ Capteur inductif :

Les capteurs inductifs montrés par la figure (I.18) produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par un oscillateur. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce dernier. Cette variation de ce champ est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie [8].



Figure I.18 : Capteur inductif.

#### ▪ Capteur photoélectrique :

Un capteur photoélectrique (photocellule) est un capteur de proximité. Il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par la réflexion du faisceau lumineux qui produit un signal électrique. Ce signal est traité pour être exploité par la partie commande (voir figure I.19) [8].

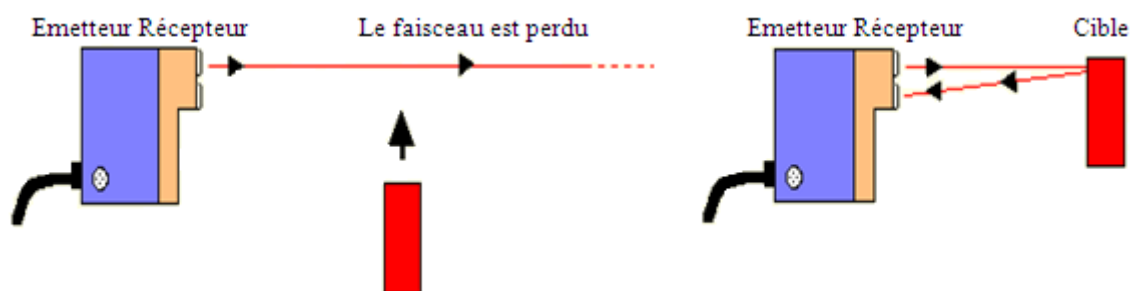


Figure I.19 : Système de proximité.

### ▪ Capteur de position :

Les capteurs de position, nommés aussi « interrupteurs de fin de course » permettent d'informer sur la présence d'un objet par contact. Le contact est généralement maintenu à sa position de repos par un ressort (voir la figure I.20).

L'information donnée par ce capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.

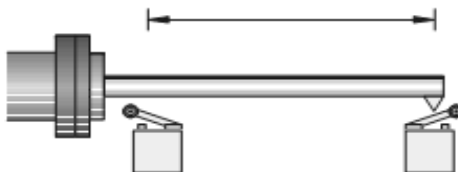


Figure I.20 : Capteur fin de cours mécanique.

### ▪ Capteurs ILS (Interrupteur à Lampe Souple) :

Un capteur ILS représenté par la figure I.21 est un capteur de proximité composé d'une lame souple sensible à la présence d'un champ magnétique mobile. Lorsque le champ se trouve sous la lame, il ferme le contact du circuit provoquant la commutation du capteur. Ce capteur se monte directement sur un vérin et permet de détecter des positions extrêmes. Pour utiliser ce type de capteur, il est nécessaire d'utiliser un vérin comportant un aimant monté sur le piston.

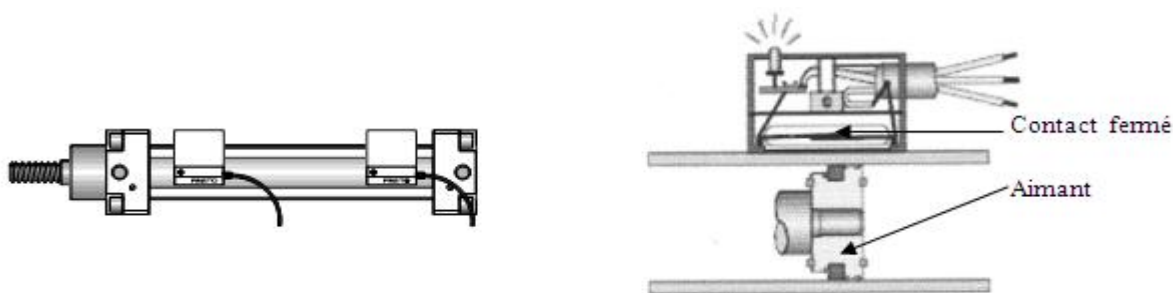


Figure I.21 : Capteur ILS.

### ▪ Autres capteurs :

La température est l'une des grandeurs physiques dont la mesure est la plus fréquente. Ce n'est pas une grandeur directement mesurable (comme la longueur) mais une grandeur repérable à l'aide d'un phénomène associé tel que la variation de résistance d'un conducteur.

### -Régulation de la température avec un thermostat :

La température des produits est réglée par un dispositif. Elle est maintenue autour de la consigne. La puissance du générateur de chauffage (alimentation des résistances) doit être réglée en fonction de la température des produits (isocynates, ainsi mélange polyol plus pentane) mais le système de régulation doit aussi pouvoir anticiper la mesure de la température à l'aide d'une sonde. (Voir figure I.22) [1].

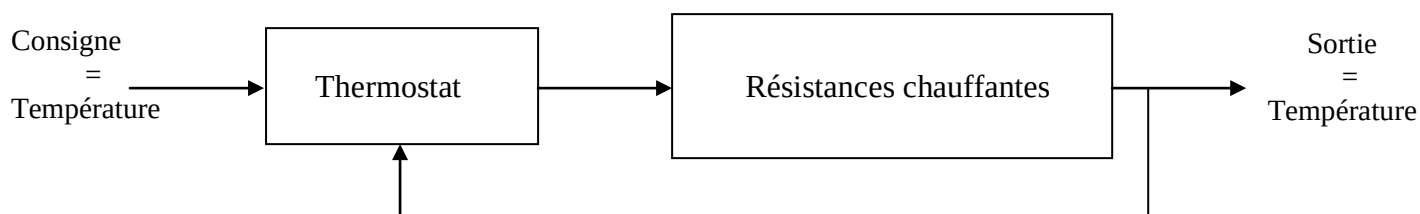


**Figure I.22:** Schéma de la régulation de la température d'une pièce par un thermostat.

#### ▪ Pressostat :

Un pressostat est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée de la pression d'un fluide .L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique, ou mécanique [1].

#### ▪ 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 pompes ....etc.

Dans notre cas, on a placé ce détecteur au niveau de circuits de chaque produit moussant afin de bloquer la station en cas d'absence des produits moussants.

### -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. La partie électrique est encapsulée et se trouve ainsi séparée complètement du liquide à contrôler.

### ▪ Barrière de sécurité :

La barrière de sécurité – F3SA (OMRON) figure I.23 est utilisée principalement pour la sécurité des opérateurs durant l'intervention sur des machines qui présentent un haut risque [15].

#### -Principales caractéristiques :

Hauteur de protection : 140 – 940 mm.

Résolution optique : 10 mm, 20 mm.

Distance de détection : 0,3 – 5 m.



**Figure I.23 :** Barrière de sécurité.

### I.2.2- Partie commande :

- La partie commande regroupe tous les composants de traitement des informations nécessaires à la bonne marche de la partie opérative. Elle est appelée également « Partie traitement des informations ».

- Les informations entre la partie commande et la partie opérative passent souvent par l'intermédiaire d'interface.

- La partie commande communique avec l'opérateur par l'intermédiaire d'un pupitre.

#### I.2.2.1- Mode automatique :

L'opérateur alimente la station de moussage (ecododing plus ecockit) en actionnant le sectionneur principal, met toutes les parties en mode automatique et appuie sur reset cycle automatique.

- Les différentes commandes de l'armoire principale sont:

- Auxiliaire 24V DC ON.
- Indicateur de niveaux isocynate ainsi mélange polyol plus pentane
- sélecteur armoire de sécurité jour
- relais de secours ON
- Thermorégulateur isocynate ainsi mélange polyol plus pentane.
- Emergence.
- Arrêt d'urgence.

**I.2.2.2- Mode manuel:**

Le pupitre de commande permet de commander une partie du système manuellement grâce à différents boutons et sélecteurs et des signalisations.

Les pupitres de commande sont :

▪ **Pupitre de commande du L'ECODOSING avec l'ECOCKIT, groupe hydraulique**

- Emergence
- Reset cycle
- Bouton poussoir ON groupe (central hydraulique)
- Bouton poussoir d'arrêt groupe (central hydraulique)
- Bouton poussoir ON pompe isocynate.
- Bouton poussoir ON pompe (mélange polyol plus pentane).
- Bouton poussoir d'arrêt des pompes
- Arrêt d'urgence total.
- Clé de sélection de cycle (cycle travail / cycle tarage (étalonnage produit) cycle teste).
- Sélecteur de l'agitateur du mélange polyol plus pentane
- Sélecteur chargement de matière isocyanate
- Sélecteur chargement de matière (mélange polyol plus pentane) - alarme (sirène).

**I.2.3- Partie puissance:**

Le système est alimenté par deux réseaux d'énergie : électrique, pneumatique, hydraulique

**I.2.3.1- Réseau électrique:**

Il reçoit à l'entrée une tension de 380 V triphasé alternative, et délivre en sortie trois tensions différentes :

- Tension 380 V triphasée alternative pour l'alimentation des moteurs asynchrones.
- Tension 110 V AC.
- Tension 24 V DC.

**I.2.3.2- Source de puissance pneumatique :**

L'alimentation des différents actionneurs pneumatiques de la station de moussage est assurée par le réseau interne de l'unité froid, il délivre une pression de 6 à 7 bars.

**I.2.3.3- Source de puissance hydraulique :**

L'alimentation des différents actionneurs hydrauliques de la station de moussage est assurée par le groupe hydraulique, il délivre une pression de service est de 160 bars.

**I.2.4- Cahier de charge :****I.2.4.a- Condition de démarrage de la station :**

Avant de mettre la station de moussage en mode automatique, on doit l'alimenter en tournant le sectionneur principal se trouvant sur l'armoire de commande et satisfaire les conditions initiales suivantes :

- Vérification de l'ouverture des vannes pour les produits moussants.
- Vérification de l'ouverture des vannes pour l'huile.
- Vérification de la pression d'azote
- Vérification de la température exigée pour les produits moussants.
- Vérification de niveaux exigés pour les produits moussants.

**I.2.4.b- Fonctionnement :**

Au début du cycle (cycle travail), les pompes (pompe iso avec pompe mélange) seront en marche en faisant :

- Vérification de l'ouverture manuelle des vannes.
- Vérification de niveau minimum des produits.
- Impulsion sur le bouton poussoir marche de la centrale hydraulique.
- Impulsion sur le bouton poussoir marche pompe iso.
- Impulsion sur le bouton poussoir marche pompe polyol.

Les moteurs entraînent ces deux pompes en première vitesse, ce qui provoque un recyclage court, c'est-à-dire que les pompes refoulent les deux produits avec une petite pression qui font un cycle aller-retours vers la citerne en passant par le sectionneur de recyclage qui est ouvert, par contre le sectionneur d'injection est fermé.

Quand Les moteurs entraînant les deux pompes en deuxième vitesse, un recyclage long est établi ; c'est-à-dire que les pompes refoulent les deux produits avec une grande pression de l'ordre de 150 bar qui font un cycle aller-retours vers la citerne en passant par le sectionneur d'injection

qu'on trouve ouvert tandis que sectionneur de recyclage est fermée, a noté bien que les deux produits passe par la tête d'injection mais l'orifice d'injection est fermé.

Pour l'injection il suffit que les produits moussant trouvent l'orifice de la tête d'injection ouvert (commande hydraulique de la tête d'injection).

Le temps d'injection est commandé avec la minuterie destinée pour le modèle.

### **I.3- Optimisation de la solution actuelle:**

Les problèmes recensés au niveau de la chaîne existante, qui bloquent la production sont:

- Programme non amélioré.
- Certains problèmes nécessitent l'intervention étrangère.
- La formation sur le S5 est de plus en plus rare.
- Présence d'erreurs dans la documentation technique de la station.

### **I.4- La solution apportée :**

-On place deux capteurs de pression ; un dans le réservoir de l'Ecodosing et l'autre dans le réservoir de l'Ecokit : les pompes ne s'allument que si les deux capteurs indiquent la pression minimale, et cela pour la sécurité de fonctionnement des pompes

- On change quelques capteurs mécaniques par des photocellules.
- Un programme qui tient en compte des erreurs et des retards de l'opérateur.

### **I.5- Conclusion :**

Nous avons étudié dans ce premier chapitre la station à mousser des armoires et portes réfrigérateur et différentes parties qui la constituent ainsi que son fonctionnement.

On a parlé sur les problèmes et les manques dans la station existants.

Par la suite nous allons la modéliser à l'aide de l'outil GRAFCET tout en portant des solutions à ses problèmes.

# **CHAPITRE II**

## **MODELISATION DU SYSTEME**

## II.1-Introduction :

L'automatisation d'un système nécessite la satisfaction du cahier de charge car il décrit son fonctionnement. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions reliant la partie commande à la partie opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

Le problème sera de proposer des solutions faciles à comprendre et à réaliser, qui décrivent les relations entre la partie commande et la partie opérative et qui répondent à l'exigence de cahier de charge. Pour remédier à ce problème les automaticiens utilisent un outil de modélisation graphique qui est « Le GRAFCET ».

## II.2- Définition du GRAFCET :

L'acronyme GRAFCET signifie: GRAPhe Fonctionnel de Commande Etape Transition (SFC Sequential Function Chart). C'est une méthode de représentation graphique permettant de décrire le cahier de charge d'un automatisme. Il est adapté aux systèmes à évolution séquentielle, il est défini par un ensemble d'éléments graphiques de base traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties.

Le GRAFCET représente graphiquement la dynamique d'un système d'une manière simple à comprendre, par un ensemble :

- d'étapes auxquelles sont associées des actions.
- de transitions entre étapes auxquelles sont associées des réceptivités.
- de liaisons orientées entre les étapes et les transitions.

## II.3-Les outils de base du GRAFCET :

Le GRAFCET est une représentation alternée d'étapes et de transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes.

### II.3.1- Etape –Action :

Une **étape - action** correspond à une phase durant laquelle on effectue une **action** pendant une certaine **durée** (même faible mais jamais nulle). Les actions associées aux étapes sont inscrites dans les étiquettes. L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape.

On représente chaque étape par un carré. L'action est représentée dans un rectangle à gauche. L'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas. On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par pas de 1 (voir la figure II.1-a-), il faut simplement que jamais deux étapes différentes n'aient le même numéro. On trouve aussi le cas où plusieurs liaisons arrivent sur une étape comme le montre la figure II.1-b-.

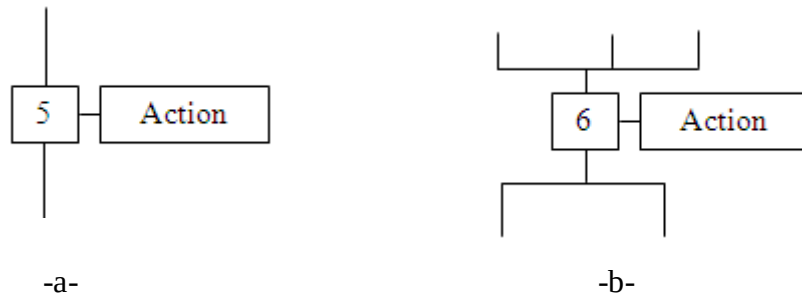


**Figure II.1 :** Représentation d’une étape non initiale.

Une étape est dite active lorsqu'elle correspond à une phase "en fonctionnement", c'est à dire qu'elle effectue l'action qui lui est associée. On représente quelque fois une étape active à un instant donné en dessinant un point à l'intérieur.

Une étape peut être initiale, et est alors active au début du processus de commande (les étapes non initiales sont alors inactives). On repère une étape initiale grâce à un doublement du symbole d'étape.

### II.3.1.a-Macro-étapes :

Une macro-étape est un moyen de représentation d'un ensemble de transitions et étapes en une seule étape. Une macro-étape  $M_i$  peut être complètement remplacée par son expansion qui contient une étape d'entrée  $E_i$  et une de sortie  $S_i$ . (Voir figure II.2) [3].

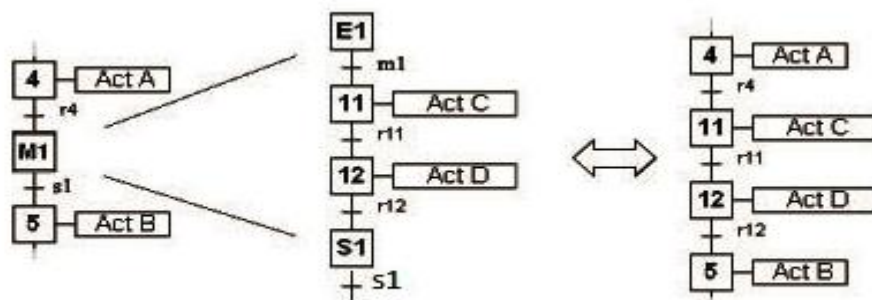


**Figure II.2 : Macro-étape.**

### II.3.2-Transition - Réceptivité :

La transition est une condition de passage qui est définie par l'état des capteurs. La transition représentée par la figure II.3 permet de décrire l'évolution possible de l'état actif d'une étape à une autre. C'est elle qui va permettre, lors de son franchissement, l'évolution du système : elle représente une possibilité de changement d'état du système.

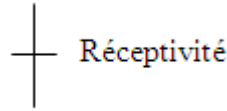


**Figure II.3 :** Transition.

#### II.3.2.a-Nature des réceptivités :

Il s'agit toujours du résultat d'une expression booléenne unique pouvant faire intervenir :

1. des états de variables booléennes (état direct, front, fin de temporisation...)
2. des comparaisons sur des valeurs numériques.
3. des tests sur les états actifs d'étapes (permis mais à éviter pour une meilleure lisibilité).

### II.3.3- Liaisons:

Une liaison est un arc orienté, ne pouvant être parcouru que dans un sens. A une extrémité d'une liaison il y a une seule étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche. Il y a différentes liaisons comme le montre la figure II.4.

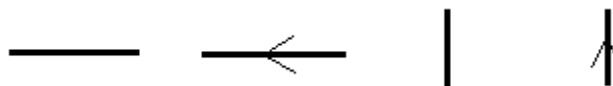


**Figure II.4 :** Différentes liaisons.

### II.3.4-Les règles d'évolution du GRAFCET :

Le GRAFCET permet de déterminer les évolutions dynamiques de n'importe quel système logique. Il est normalisé, et son fonctionnement est régi par cinq règles d'évolution. Si une des règles n'est pas respectée, le graphe n'est pas un GRAFCET [3].

**Règle 1 : Situation initiale.**

La situation initiale d'un GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement. Elle traduit généralement un comportement de repos.

**Règle 2 : Franchissement d'une transition.**

Une transition est dite **validée** lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est **validée** et que la réceptivité associée est **vraie** donc elle est **obligatoirement franchie** (voir la figure II.5).

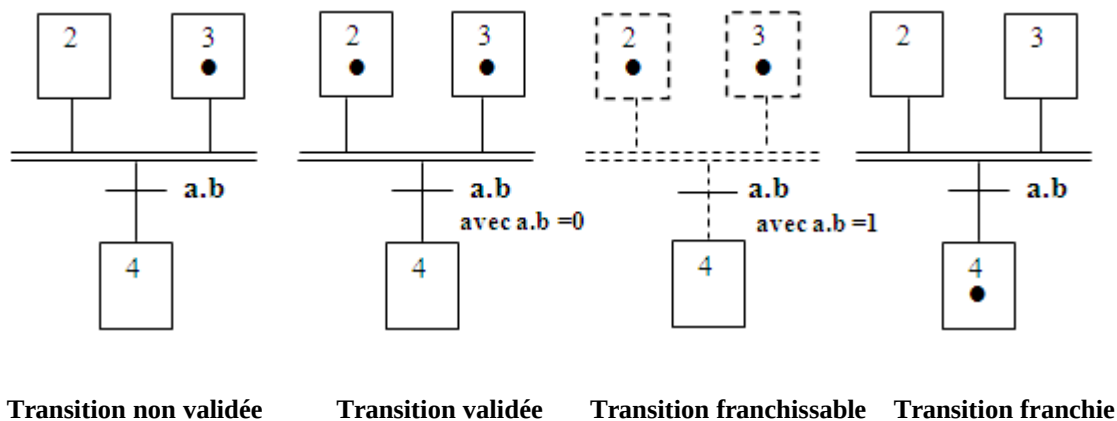
**Exemple :**

**Figure II.5 :** Franchissement d'une transition.

**Règle 3 : Evolution des étapes actives.**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

**Règle 4 : Evolutions simultanées.**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

**Règle 5 : Activation et désactivation simultanées d'une étape.**

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.

**Remarque :**

- L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée
- 2 étapes ou 2 transitions ne peuvent jamais être reliées par une liaison orientée
- Une liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition et une transition à une étape.

**II.4-Les différentes séquences de base :**

Les différentes séquences de base permettant la réalisation d'un GRAFCET sont représentées par la figure (II.6).

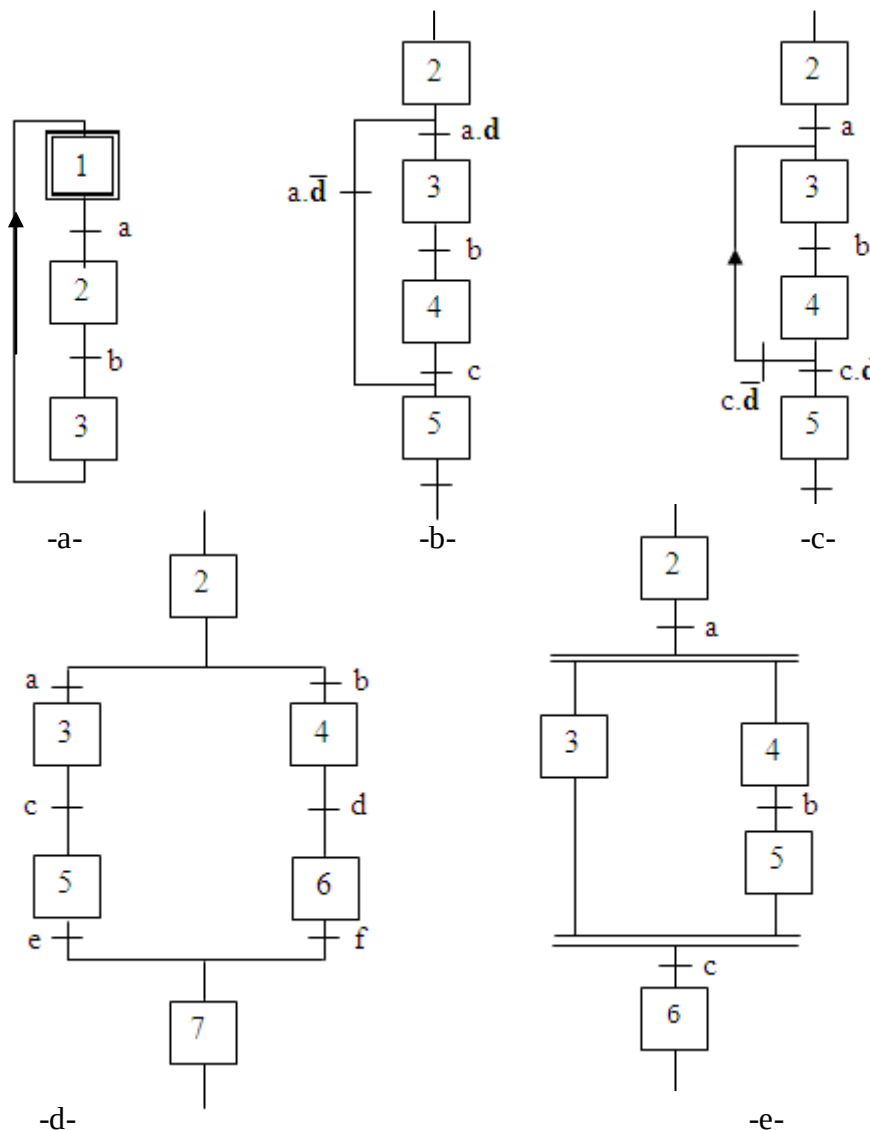


**Figure II.6:** Les différentes séquences de base du GRAFCET.

- **Séquence unique:** Elle est représentée par la figure (II.6-a-), elle est composée d'une suite d'étapes pouvant être actives les unes après les autres.

- **Saut d'étapes** : Elle permet de sauter de l'étape 2 à l'étape 5 sans passer par les étapes 3 et 4 comme le montre la figure (II.6-b-).
- **Reprise de séquence**: On a une reprise de la séquence 3,4 seulement si la réceptivité  $c.\bar{d}$  est vraie et  $c.d$  ne l'est plus, voir la figure (II.6-c-).
- **Séquences sélectionnées** : On constate que dans la figure (II.6-d-), il ya deux séquences qui s'exécuteront en parallèle.
- **Séquences simultanées**: Plusieurs séquences peuvent s'exécuter en même temps mais l'évolution des séquences dans chaque branche reste indépendante. La présence d'étapes d'attente est généralement nécessaire, voir la figure (II.6-e-).

## II.5-Les niveaux du GRAFCET :

On ne peut concevoir et réaliser un automatisme que si le cahier de charge établi auparavant est clair, précis, sans ambiguïté ni omission du rôle et des performances de l'équipement à réaliser.

Afin d'aboutir à ce résultat, il est souhaitable de diviser la description en deux niveaux successifs et complémentaires.

### II.5. a-Niveau 1 : Spécifications fonctionnelles.

Ce niveau décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Cette description est établie par des spécifications fonctionnelles permettant de comprendre ce que l'automatisme doit faire, face aux différentes situations pouvant se présenter [3].

### II.5.b-Niveau 2 : Spécifications technologiques.

Pour décrire précisément comment l'automatisme devra physiquement s'insérer dans l'ensemble qu'il constitue avec son environnement, des spécifications technologiques ont été apportées en complément des spécifications fonctionnelles. Cela permettra un automatisme pilotant réellement la partie opérative [3].

## II.6-Mise en équation d'un GRAFCET :

Pour passer de l'étape de modélisation du procédé par GRAFCET comme le montre la figure II.7 à l'étape de programmation par l'un des langages acceptés par l'automate, on traduit notre GRAFCET de niveau 2 par des équations combinatoires [6]

-Considérant une étape  $X_n$  notée comme suit :

$X_n = 1$  si l'étape  $n$  est active.

$X_n = 0$  si l'étape  $n$  est inactive.

La réceptivité  $t_n$ , étant une variable binaire, a pour valeur :

$t_n = 1$  si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$  si la réceptivité est fausse.

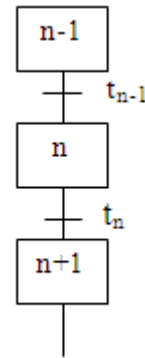


**Figure II.7:** représentation générale d'un GRAFCET.

-Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que :

- Lorsqu'elle est validée,

-Et que la réceptivité associée à la transition est VRAIE

La traduction de cette règle donne la Condition d'Activation de l'étape  $n$  :

$$CA X_n = X_{n-1} \cdot t_{n-1} \dots \dots \dots (1)$$

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

La traduction de cette règle donne la Condition de Désactivation de l'étape  $n$  :

$$CD X_n = X_n \cdot t_n = X_{n+1} \dots \dots \dots (2)$$

- Si la CA et la CD de l'étape  $n$  sont fausses, l'étape  $n$  reste dans son état. C'est à dire que l'état de  $X_n$  à l'instant  $t + \delta t$  dépend de l'état précédent de  $X_n$  à l'instant  $t$ .

- En combinant les deux équations (1) et (2), on obtient l'équation suivante :

$$X_n = CA X_n + \overline{CD X_n} \cdot X_n$$

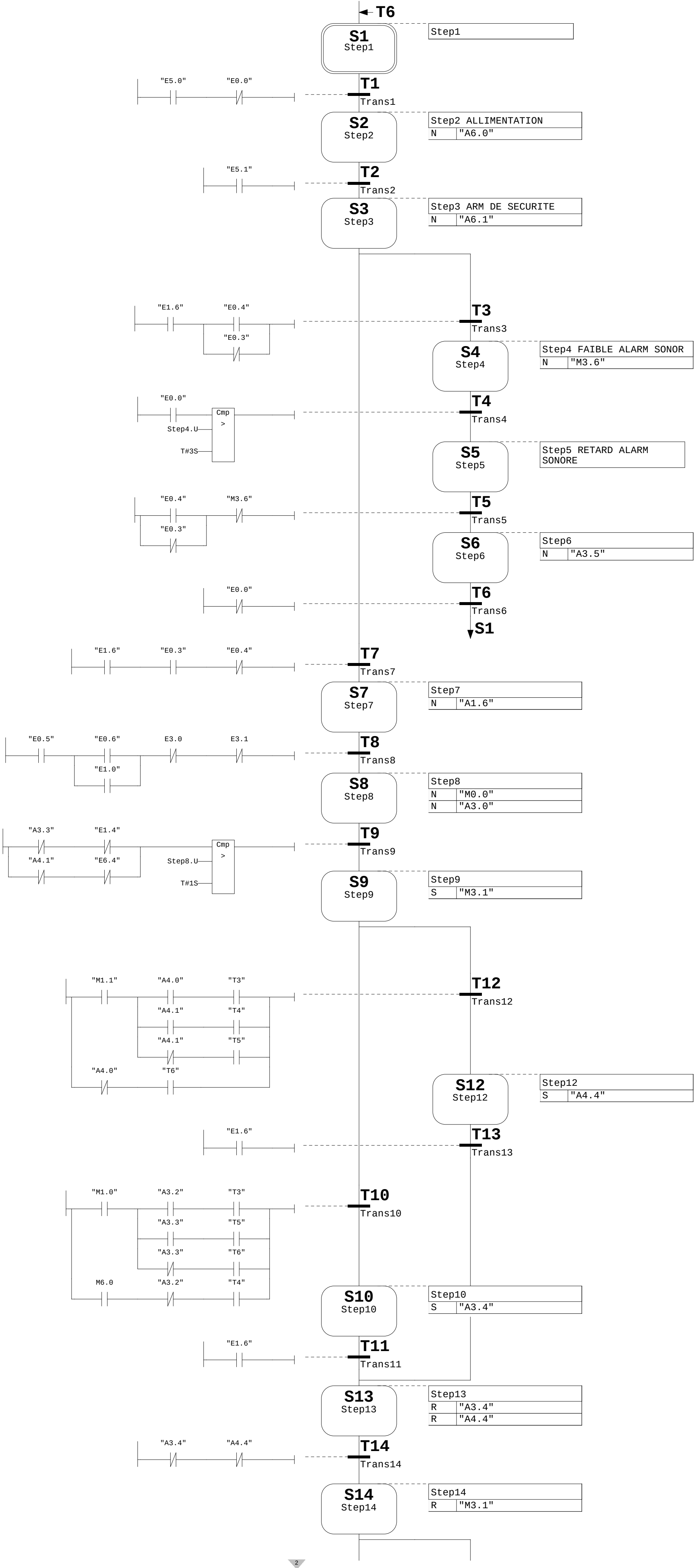
## **II-7-Application du GRAFCET à la station de moussage:**

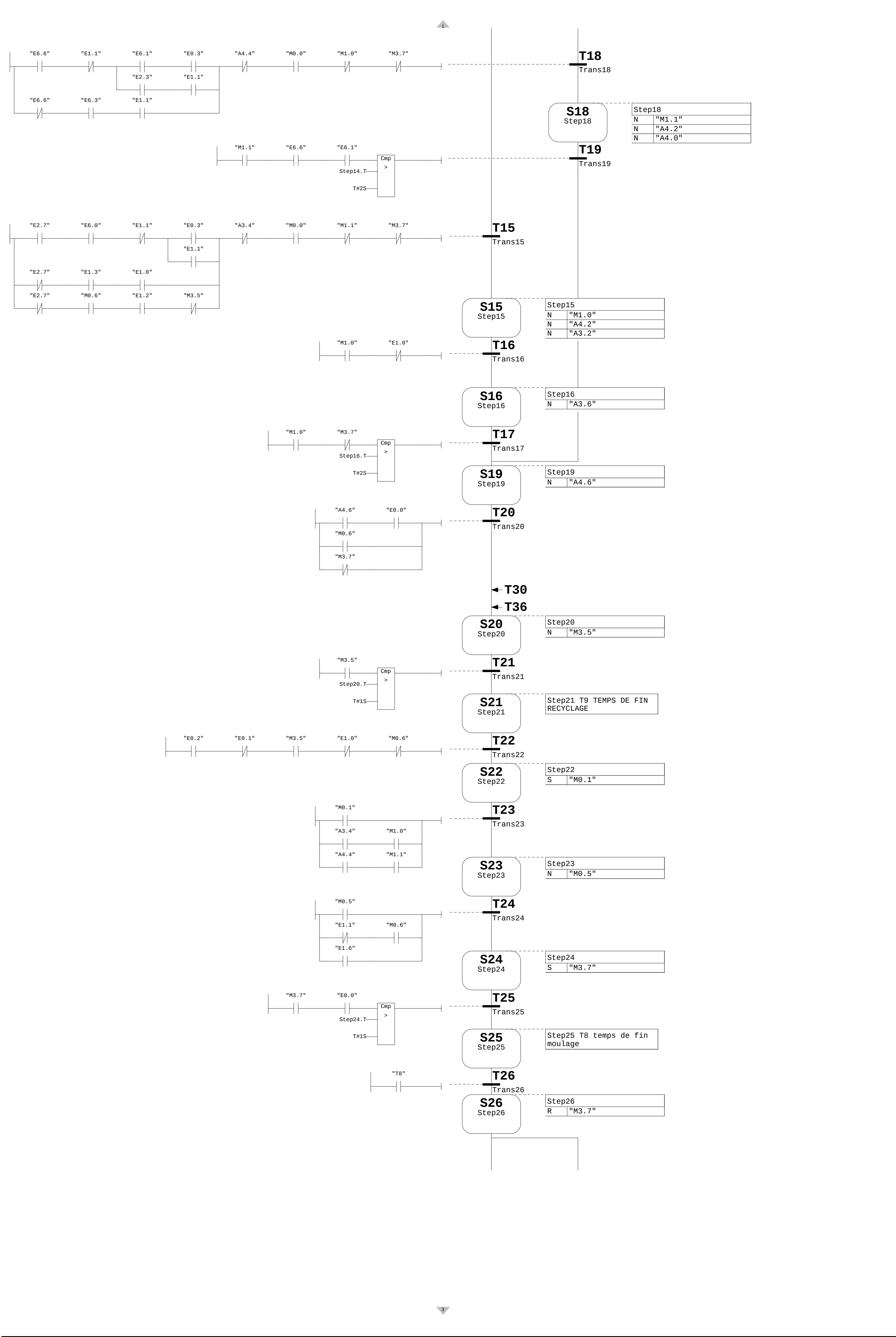
**II-8-Conclusion :**

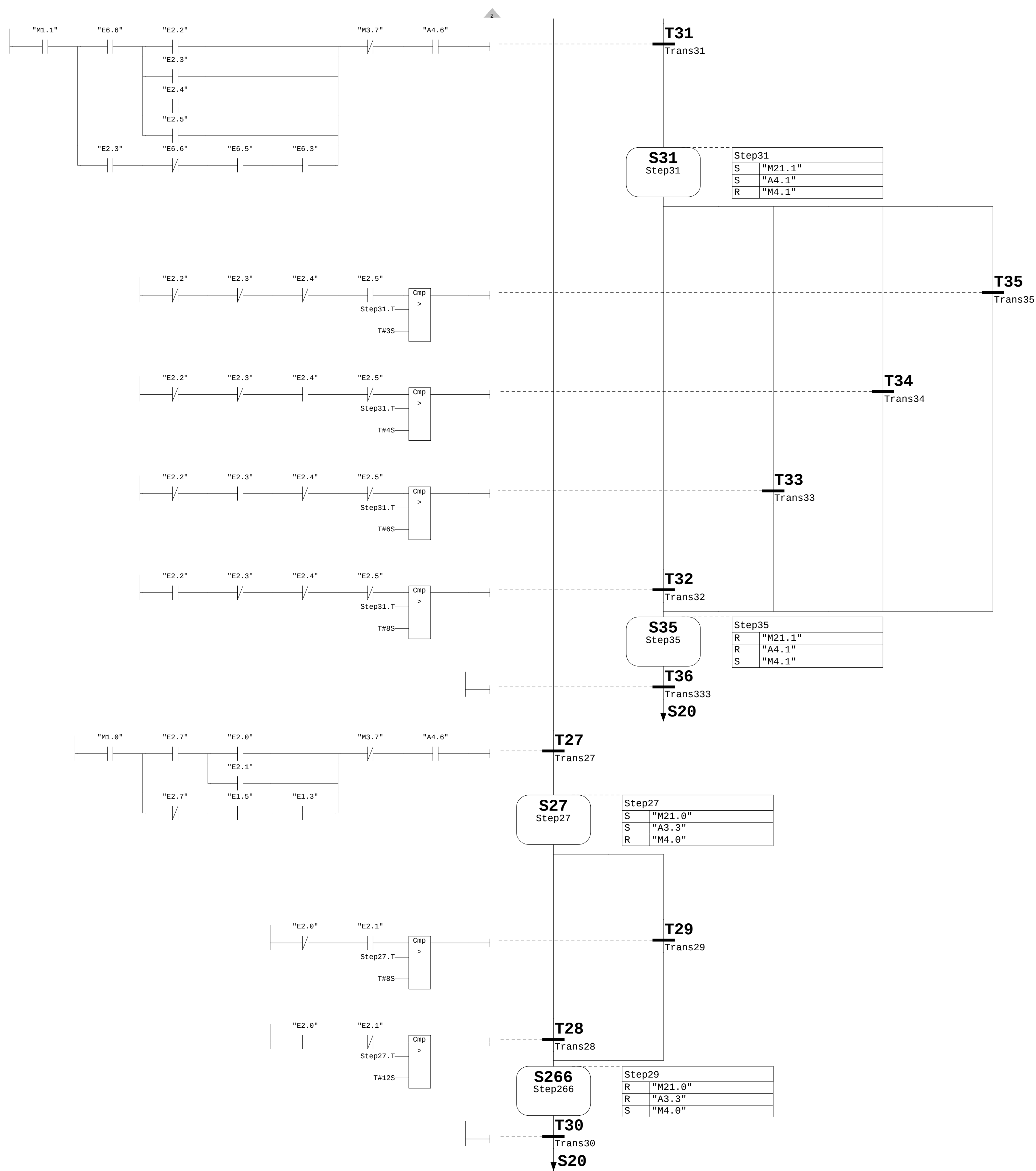
Dans ce chapitre nous constatons que Le GRAFCET est un outil de modélisation très puissant. Il facilite la transition entre le cahier des charges fonctionnelles et l'un des langages de programmation utilisé par l'automate programmable industriel.

Après l'élaboration du GRAFCET, nous allons aborder dans le chapitre suivant l'étude des API et en particulier l'automate S7-300.

GRAFCET DE LA STATION DE MOUSSAGE







# **CHAPITRE III**

## **AUTOMATISATION DE LA STATION DE MOUSSAGE**

### **III.1- Introduction :**

Les automates programmables industriels (API) sont apparus à la fin des années soixante, pour répondre aux besoins des industries de l'automobile américaines, afin de développer des chaînes de fabrication automatisées avec plus d'adaptabilité et de flexibilité.

Actuellement, l'API est le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages).

Les Automates Programmables Industriels modernes offrent dans des différentes formes de construction : une construction décentralisée, une modularité, ainsi qu'une haute performance sur un espace minimal.

### **III.2- Les Automates Programmables Industriels (API)**

#### **III.2.1- Définition d'un API:**

Automate Programmable Industriel API(en anglais **Programmable Logic Controller PLC**) est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels en temps réel par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs, à partir de données d'entrées (capteurs), de consignes et d'un programme informatique [8].

#### **III.2.2- Architecture d'un API :**

##### **III.2.2.1- Aspect externe :**

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire** :

Le type compact comporte les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider ...). Il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes [4].

Dans le type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs **racks** contenant le « fond de panier » (bus plus connecteurs) [8].

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

### III.2.2.2- Aspect interne :

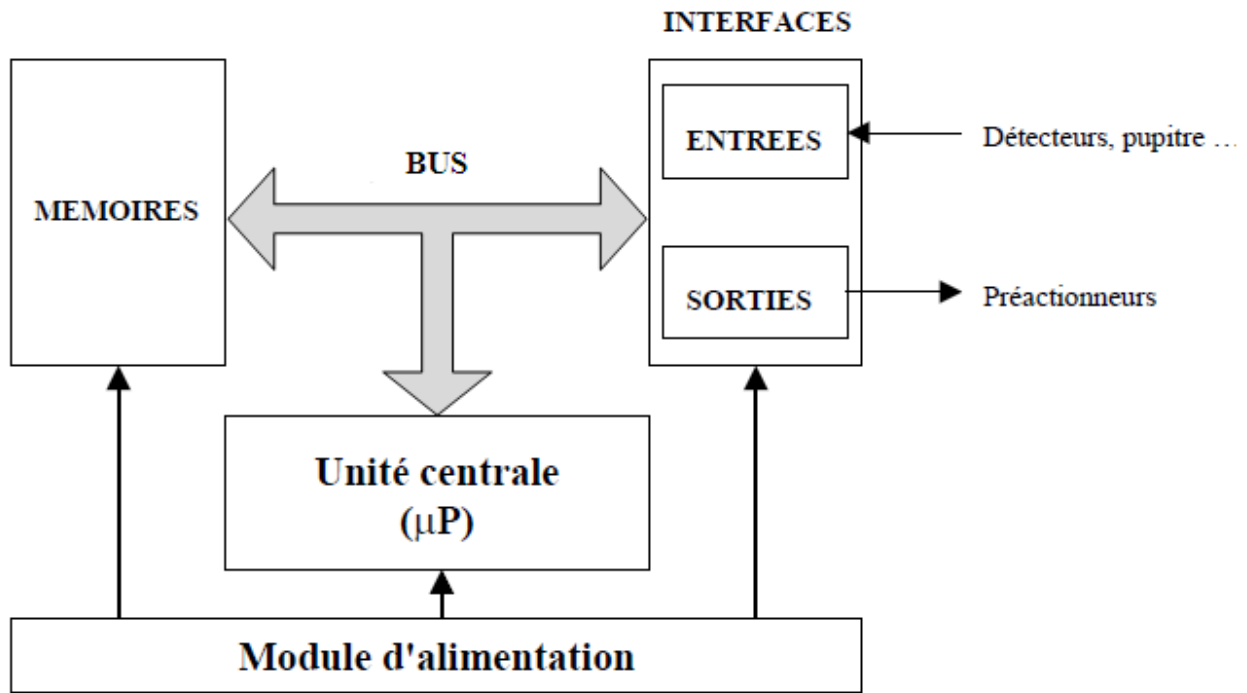


**Figure III.1:** Architecture interne d'un automate.

La figure III.1 représente les principaux constituants d'un automate :

- **Module d'alimentation.**
- **Unité centrale.**
- **Le bus interne.**
- **Mémoires.**
- **Les entrées.**
- **Les sorties.**

### III.2.3- Câblage d'un automate :

#### III.2.3.a- Alimentation de l'automate (voir la figure III.2)

L'alimentation de l'automate est prise entre une ligne de réseau L1 et un neutre pour avoir 220V, une protection électrique PE serre comme prise de terre. Pour une protection contre les courts

circuit, une protection thermique protège l'automate des sur intensités. Un transformateur 230/24V assure l'alimentation des sorties (la signalisation, alarme et les bobines des relais...).

Un maintien de la masse (0V) est réalisé par KM1. KA1 contrôle la mise sous tension (24V) des sorties de l'automate selon les ordres du chien de garde [4].

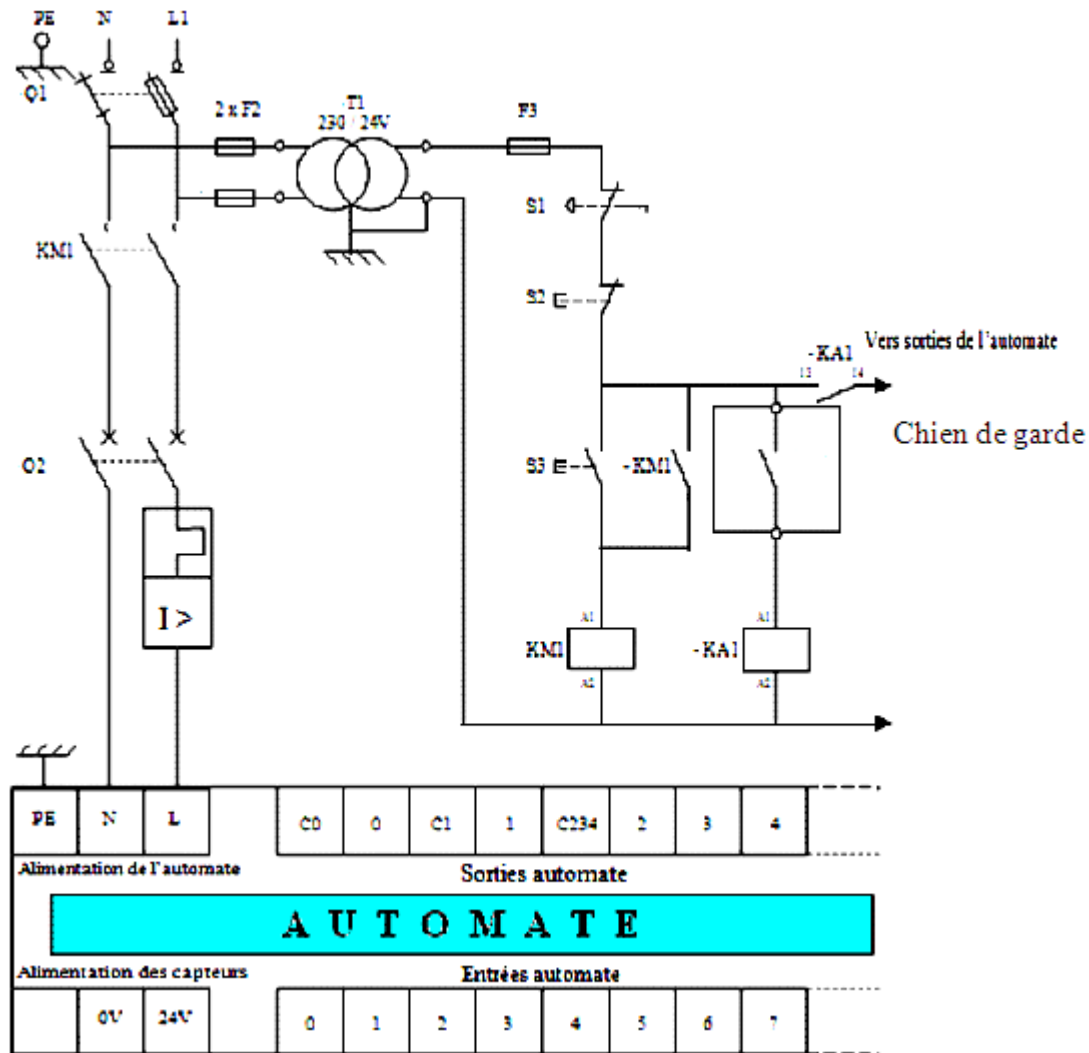


Figure III.2 : Alimentation de l'automate.

### III.2.3.b - Alimentation des entrées de l'automate :

L'automate est muni d'une alimentation pour les capteurs. Les entrées sont connectées au 0 V (commun) (voir la figure III.3). Les informations des capteurs sont traitées par les interfaces d'entrées. La tension 24V est reliée directement aux différents capteurs et l'information passe à travers le circuit d'entrée.

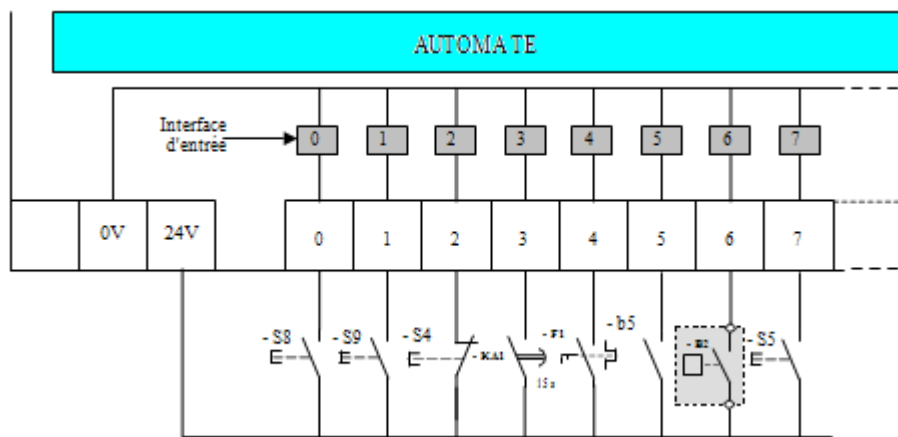


Figure III.3 : Alimentation des entrées.

### III.2.3.c- Alimentation des sorties de l'automate :

Les interfaces de sorties permettent d'alimenter le divers pré actionneurs (témoin, alarme, relai ....voir la figure III.4). 0V est relié aux pré-actionneurs ,24V est relie au commun des sorties (C 0, C1 C234...) les sortie sont actionner par des circuits de sorties.

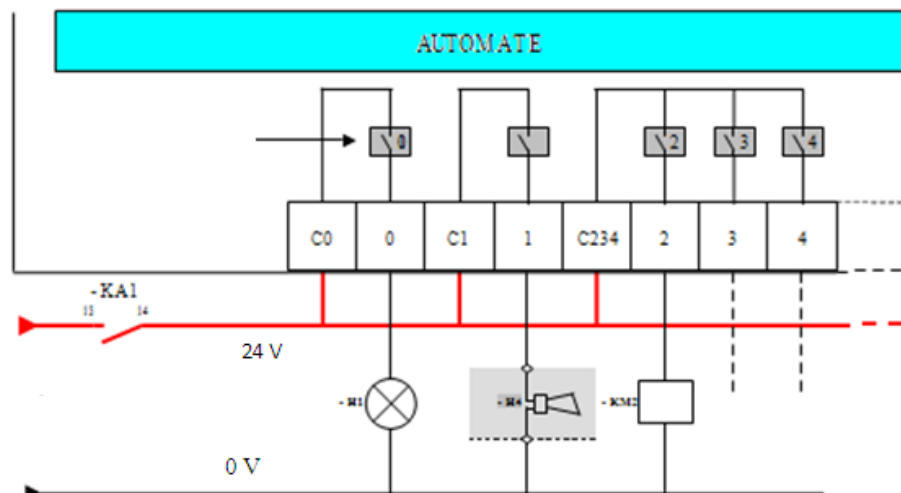


Figure III.4: Alimentation des sorties.

### III.2.4- Choix d'un automate programmable :

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu :

- Le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

- Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages.

- La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées/sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/sorties nécessaires devient élevé.

- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.

- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution ...) [6].

- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).

### **III.3- Présentation de l'automate S7-300 :**

L'automate S7-300 est constitué d'une alimentation, d'une CPU , de modules d'entrée et de modules de sortie. A ceux-ci peut s'ajouter des modules de communication et des modules spécifiques destinés à des fonctions particulières telle que la commande à périphériques décentralisés par exemple [11].

Comme tout API, l'automate S7-300 est un système d'automatisation modulaire:

#### **III.3.1- Constitution interne de l'automate S7-300:**

Toute "l'intelligence" de l'automate réside dans sa CPU (unité centrale). Elle se compose des éléments suivant:

- Un microprocesseur (traitement des informations) avec une horloge interne (fonction de temporisation, synchronisation des opérations)
- Plusieurs entrées (réception des données externes)

- Plusieurs sorties (émission des données vers l'extérieur, - pour relais, écran).
- Mémoires, on a deux types de mémoire :
  - Une mémoire ROM ou EPROM (contient le système d'exploitation)
  - Une mémoire RAM divisée en zone:
    - Données utiles au programme.
    - Données utiles au programmeur

### III.3.2-Constitution externe de l'automate S7-300 :

L'automate programmable industriel (API) S7 300 est composé de différents modules, comme le montre la figure III.5.

## S7-300 : Modules

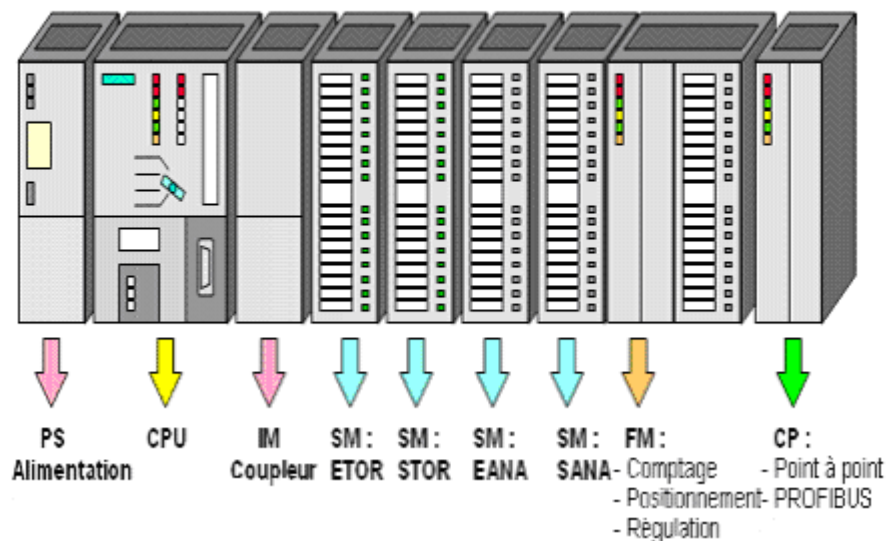


**Figure III.5 : Constitution externe de l'automate.**

- **Modules d'alimentation (PS) :**

Tous les automates actuels sont équipés d'une alimentation 220 V ,50/60 Hz, 24 V DC. Les entrées sont en 24 V DC et une mise à la terre doit également être prévue. Cette alimentation doit fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'ensemble de l'automate. Elle sera dimensionnée en fonction des consommations des différentes parties voir la figure III.6 [8].

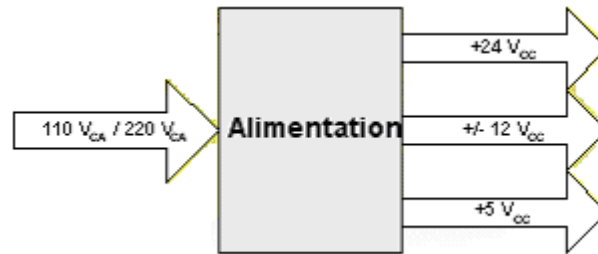


**Figure III.6 :** différentes tensions d'alimentation.

### • Unité centrale de l'automate (CPU) :

C'est cette partie qui traite les données. Elle contient en mémoire le programme et élabore donc les ordres de commande.

#### Le processeur :

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties et d'autre part à gérer les instructions du programme.

Les mémoires : RAM, ROM, EPROM, .....

### • Coupleurs (IM):

Ils peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus PROFIBUS.

### • Modules entrées/sorties tout ou rien (ETOR/STOR):

Ce sont des circuits chargés d'adapter en tension et en courant les signaux entre l'unité centrale et les entrées-sorties. Ils assurent en outre un isolement entre les entrées-sorties et l'unité centrale. L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque pré actionneur est relié à une de ces adresses.

### • Modules d'entrées/sorties analogiques (EANA/SANA) :

#### - Entrées analogiques :

L'information de certains capteurs peut être analogique. Elle est transmise à l'automate via un convertisseur analogique-numérique.

#### - Sorties analogiques :

Les ordres et les signalisations de l'automate vers la partie opérative sont toujours numériques. Pour leur exploitation un convertisseur numérique-analogique est nécessaire.

**•Modules de fonctions (FM) :**

Il a pour rôle l'exécution de tâches de traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importante capacité mémoire comme **la carte de comptage rapide**. Elle permet d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate. Un module de comptage comporte un compteur/décompteur dont le contenu est incrémenté ou décrémenté par des impulsions en provenance de l'extérieur.

**•Modules de communication (CP) :**

Ils permettent d'établir des liaisons hommes-machines, machines-machines via des interfaces de communication :

- Profibus.
- Industriel Ethernet [8].

**III.3.3-Fonctionnement :**

L'automate programmable industriel S7-300 a un fonctionnement cyclique comme le montre la figure III.14. Le processeur est géré en fonction d'un programme qui est une suite d'instructions placées en mémoire. Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle.

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes [8].

Le chien de garde (WATCHDOG) surveille la C.P.U. de façon à éviter les graves conséquences d'un dérèglement de celui-ci. A chaque cycle, la C.P.U. doit réarmer le chien de garde comme le montre la figure III.7, sinon ce dernier entame les actions suivantes:

- Mise à 0 de toutes les sorties
- Arrêt de l'exécution du programme
- Signalisation de la défaillance

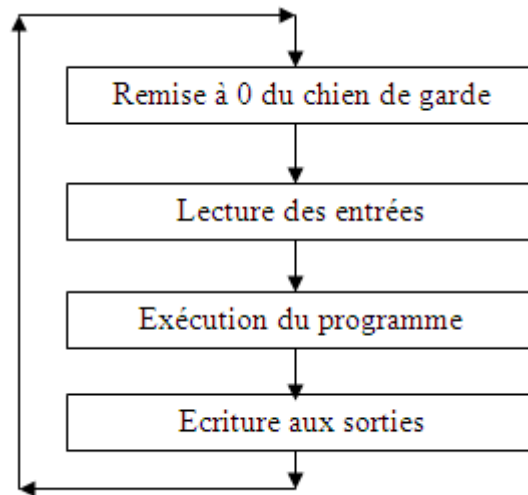


**Figure III.7 :** Les étapes de fonctionnement.

### III.3.4- Caractéristiques techniques de S7-300 :

Le S7-300 offre une gamme échelonnée de 24 CPU : des CPUs standard parmi lesquelles la première CPU avec interface Ethernet intégrée, des CPUs de sécurité, des CPU compactes avec fonctions technologiques et périphérie intégrées.

Le S7-300 offre également une très large palette de modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic.

Sa simplicité de montage et sa grande densité d'implantation avec des modules permettent un gain de place appréciable dans les armoires électriques [11].

### III.3.5- Avantages:

Les S7-300 offrent de nombreux avantages :

- Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.
- Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché et utilisables en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.
- Une large gamme de CPU adaptées à toutes les demandes de performance pour pouvoir obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme par ex. le comptage, la régulation ou le positionnement [11].

### **III.4- Le passage de S5 à S7 :**

Le passage de S5 vers S7 nécessite la connaissance de la différence existante entre eux.

#### **III.4.1-Nouvelles performances :**

Tout les nouveautés apportées sur la gamme des SIMATIC S5, a permis de compléter la gamme SIMATIC S7. On trouve les types de modules suivants :

- Unités centrales (CPU), Modules d'alimentation (PS), Coupleurs (IM).
- Processeurs de communication (CP) ; (par exemple pour le raccordement à PROFIBUS).
- Modules de fonction FM ; (par exemple de comptage, régulation, positionnement etc.).
- Les modules d'entrées/sorties TOR ou analogiques sont maintenant appelés des modules de signaux (SM).
- Les modules de S7 se signalent par de nouvelles performances techniques. Il n'y a plus de cavaliers ni de commutateurs sur les modules. Les plages d'entrées des modules d'entrées analogiques se laissent facilement paramétrer dans STEP 7.
- Les appareils d'extension et la périphérie décentralisée ET 200 peuvent déclencher des alarmes. On a par exemple la possibilité pour les modules d'entrées TOR paramétrables d'indiquer dans l'application de configuration du matériel de STEP 7 quelles voies devront déclencher une alarme de processus lors d'un changement de front [2].

#### **III.4.2-Périphérie décentralisée :**

Les modules pour périphérie décentralisée DP du système ET 100U existant dans SIMATIC S5 peuvent être réutilisés dans SIMATIC S7.

Les nouveaux modules ET 200 viennent compléter la gamme déjà existante :

Maître DP

Esclaves DP

Les modules suivants peuvent assumer le rôle de maître DP dans le système de périphérie décentralisée :

S7-300 avec CPU 315-2 DP utilisé comme maître DP.

Les appareils suivants peuvent par exemple servir d'esclaves DP dans un système de périphérie décentralisée: ET 200B, ET 200C, **ET 200M**, ET 200X, ET 200U et ET 200L [2].

### III.5- La programmation de l'automate S7-300 :

A chaque famille d'automates correspond un langage spécifique de programmation. Les automates de la famille SIEMENS sont programmés grâce au logiciel STEP 7 via une console de programmation ou PC et sous un environnement WINDOWS (voir la figure III.8).

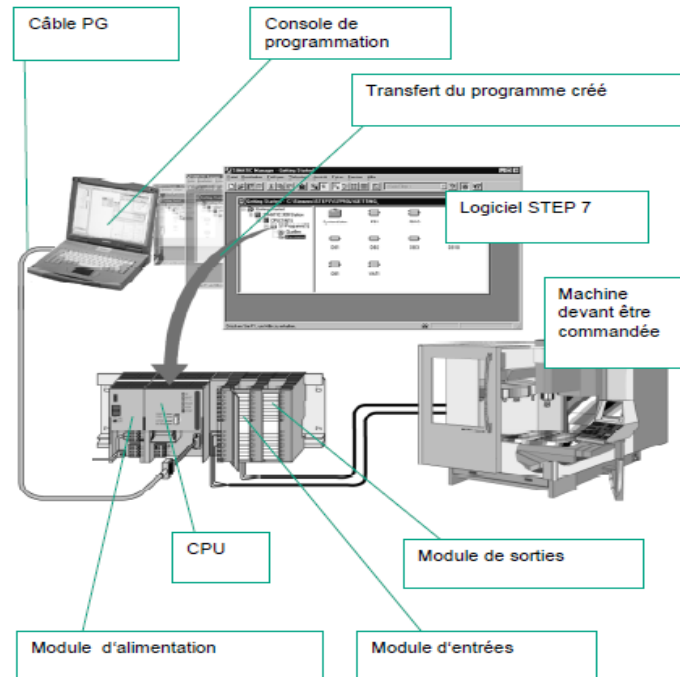


**Figure III.8:** Vue d'ensemble des éléments entrant dans l'automatisation d'un système.

Le logiciel STEP7 offre les possibilités suivantes :

- configuration et paramétrage du matériel et de la communication.
- création et gestion des projets
- gestion des mnémoniques.
- test de l'installation d'automatisation [2].

#### III.5.1- La programmation en STEP7 :

La programmation en STEP7 a trois modes de représentation :

##### III.5.1.a- Mode liste (LIST) :

Langage textuel proche du comportement interne de l'automate.

##### III.5.1.b- Mode logigramme (LOG) :

Langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques).

### III.5.1.c-Mode contact (CONT) :

Suite de réseaux parcourus séquentiellement. Les entrées sont représentées par des interrupteurs -| | - (ou -|/|- si entrée inversée), les sorties par des bobines -( )-.

D'autres langages (optionnels) existent, les trois qui semblent les plus intéressants sont SCL (langage proche du Pascal, permettant des algorithmes et calculs complexes), GRAPH (proche du Grafcet), Hi GRAPH (proche des réseaux de Pétri) [2].

### III.5.2 –Création d'un projet :

Avant de créer un projet, deux approches sont possibles comme le montre la figure III.9

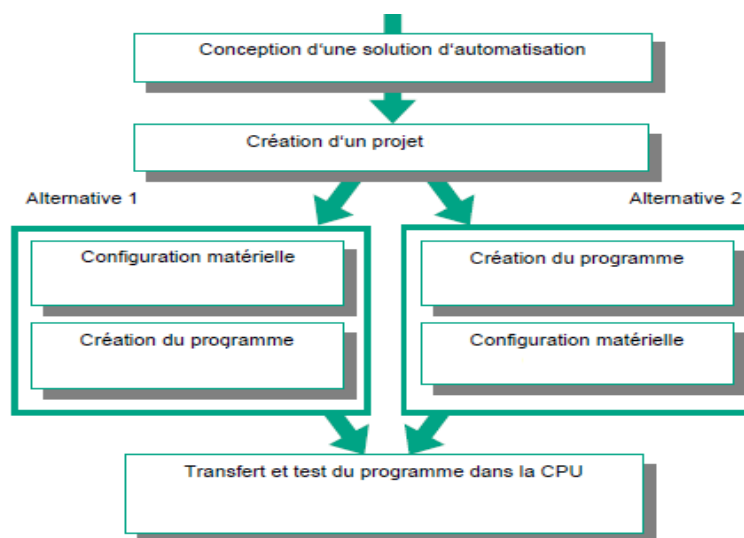


**Figure III.9 :** Création d'un projet.

Un projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte donc deux grandes parties : la description du matériel et la description du fonctionnement (le programme). En entrant dans Step7 (double clique sur l'icône SIMATIC Manager qui va lance l'assistant de STEP7), l'assistant propose de créer un nouveau projet [2].

#### III.5.2.a- la configuration matérielle de la station de moussage:

La première chose à faire est de décrire le matériel selon l'ordre de son implantation physique, (de gauche à droite) :

- l'alimentation (repérer sur le matériel, en haut son type, en bas son numéro de référence).

- Insérer en ligne 2 la CPU (avec son numéro).
- La ligne 3 est réservée aux coupleurs (en particulier pour connecter un second rack),

Quelle que soit la technique de configuration d'une station, il faut toujours s'en tenir aux étapes suivantes pour la configurer :

1. Sélectionnez un composant matériel dans la fenêtre "Catalogue du matériel".
2. Amenez le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser-lâcher [2].

La figure III.10 illustre notre configuration matérielle :

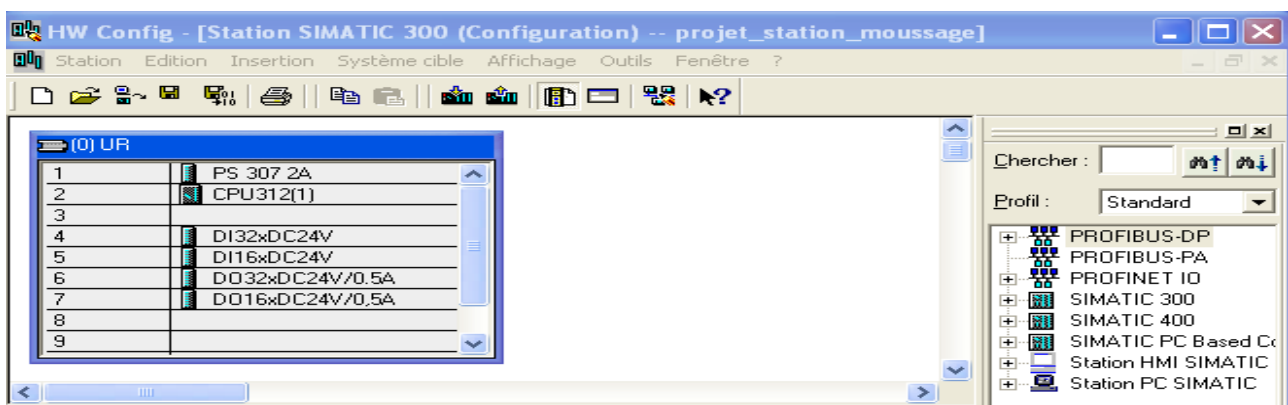


**Figure III.10 :** Configuration matérielle.

Pour la configuration matérielle de la station de moussage, nous avons utilisé :

- une CPU 312.
- des modules d'entrées/sorties TOR.

### III.5.2.b- Le programme de la station de moussage:

#### III.5.2.b.1-Mnémoniques :

On donne des noms aux différentes E/S, en choisissant "mnémoniques" dans le dossier "programme" de l'automate. Les mnémoniques sont des variables globales (pour tous les blocs ou sous-programmes). Mais elles sont définies pour un matériel donné uniquement [2].

La figure III.11 suivante montre la table des mnémoniques de la station de moussage:

| Etat | Mnémonique | Opérande | Type de données | Commentaire                        |
|------|------------|----------|-----------------|------------------------------------|
|      | A6.0       | A 6.0    | BOOL            | COMANDE A LA THERMOSTATISATION     |
|      | A6.1       | A 6.1    | BOOL            | SOUPAPE TARAGE                     |
|      | A6.2       | A 6.2    | BOOL            | SOUPAPE PISTON AUTONETOYANT TETE 1 |
|      | A6.3       | A 6.3    | BOOL            | SOUPAPE MOULAGE TETE 1             |
|      | A6.4       | A 6.4    | BOOL            | LAMPE TETE 1 BLOQUEE               |
|      | A6.5       | A 6.5    | BOOL            | SIRENE                             |
|      | A6.6       | A 6.6    | BOOL            | RELAIS HAUTE VITESSE               |
|      | A6.7       | A 6.7    | BOOL            | SOUPAPE SECTIONNEUR TETE 1         |
|      | A7.0       | A 7.0    | BOOL            | SOUPAPE PISTON AUTONETOYANT TETE 2 |

Figure III.11: Exemple de table de mnémoniques.

### III.5.2.b.2-Structure du programme :

Afin de développer un programme pour la chaîne à mousser les armoires de nature complexe, on procède comme suit :

#### III.5.2.b.2.1-Programme utilisateur :

Le programme utilisateur est chargé dans la CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement des tâches d'automatisation spécifiques. Il doit entre autres :

- déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage de la CPU (par exemple, initialiser des signaux).
- traiter des données du processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, définir des signaux binaires pour la sortie, écrire des valeurs analogiques).
- réagir aux alarmes.
- traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

#### III.5.2.b.2.2-Bloc d'organisation (OB1) :

Le traitement de programme cyclique constitue le traitement normal pour les automates programmables. Le système d'exploitation appelle l'OB1 cycliquement et déclenche ainsi le traitement cyclique du programme utilisateur [2].

### III.5.2.b.2.3-Programmation linéaire/structurée :

On peut écrire un programme utilisateur complet dans l'OB1 (programmation linéaire). Cela n'est toutefois recommandé que pour des programmes simples s'exécutant sur des CPU S7-300 avec une mémoire peu importante.

Les automatismes complexes seront mieux traités, s'ils sont subdivisés en parties plus petites qui correspondent aux fonctions technologiques du processus d'automatisation ou qui peuvent être utilisées plusieurs fois. Dans le programme utilisateur, ces tâches partielles sont représentées par des parties de programme correspondantes : les blocs (programmation structurée).

Dans notre station de nature complexe, on a utilisé des fonctions (FC) pour la structure de notre programme.

#### - Fonction (FC) :

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur du programme utilise. Elles ne possèdent pas de mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction [2].

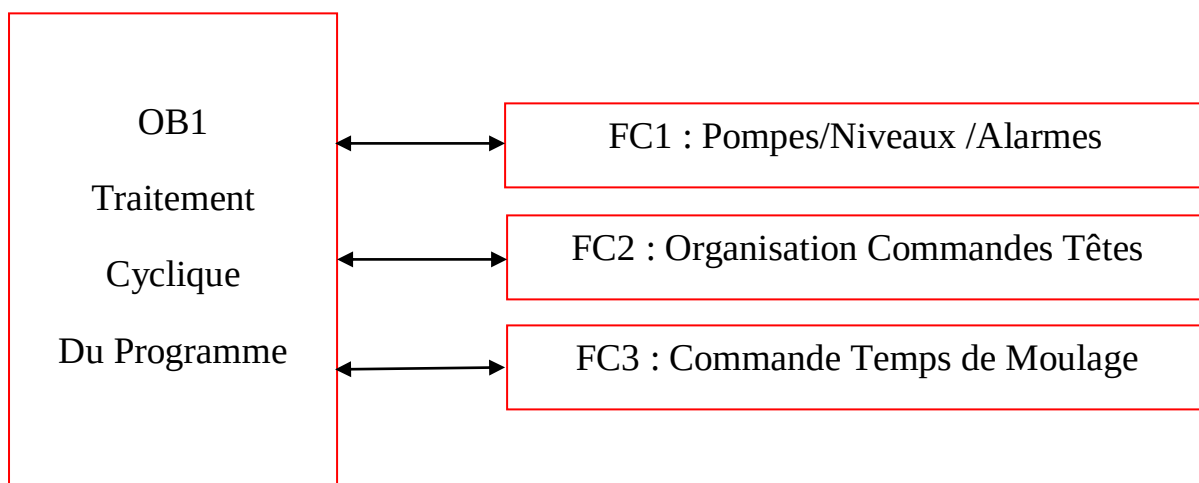


**Figure III.12:** Programmation structurée de notre station.

**III.5-Le programme :**

(Voir l'annexe)

**III.6-Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons parlé des automates programmables industriels. On a évoqué les différents aspects de fonctionnement, le transfert d'informations à travers les modules et leurs importances dans un automatisme pour la réalisation des différentes tâches.

Par la suite, on a présenté l'automate S7-300 qui permet de répondre à la complexité de notre station. Il offre des avantages comme sa grande compatibilité avec le S5 et la facilite de passer de S5 vers S7.

On a développé un programme pour la station de moussage à l'aide du logiciel STEP7. La simulation sera l'objectif du chapitre suivant.



# **CHAPITRE IV**

**SIMULATION ET VALIDATION DU  
PROGRAMME DEVELOPPE**

### **IV.1-Introduction :**

Après l'élaboration du programme de commande de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive de notre travail. Cette étape consiste à valider le programme développé par simulation et vérification de son bon fonctionnement. Cette dernière est réalisée grâce au logiciel S7-PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP7.

Son objectif est de tester les programmes STEP7 avant d'établir la liaison avec le système à commander, car son application peut occasionner des dommages matériels ou des blessures corporelles en cas d'erreurs de programmation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7.

### **IV.2-Présentation du logiciel de simulation S7-PLCSIM:**

L'utilisation du module de simulation S7-PLCSIM, nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (API) que nous simulons dans un ordinateur ou dans une console de programmation.

Il permet d'exécuter et de tester les programmes STEP7 pour les automates S7-300 et S7-400. Il n'est pas nécessaire d'établir une liaison avec le matériel S7 (CPU, Modules de signaux), cela permet de remédier à d'éventuelles erreurs.

Le S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme activer ou désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'API de simulation, nous avons également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme le test de bloc afin de visualiser les variables d'entrées et de sorties.

### **IV.3-Mise en route du logiciel S7-PLCSIM :**

Le mode de simulation est disponible à partir du gestionnaire de projets SIMATIC à condition qu'aucune liaison à des API's réels ne soit établie. On procède comme suit pour la mise en route de S7-PLCSIM :

- Ouvrez le gestionnaire de projets SIMATIC.
- Cliquez sur  ou sélectionnez la commande **Outils > Simulation des modules**.

Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU (figure IV.1).

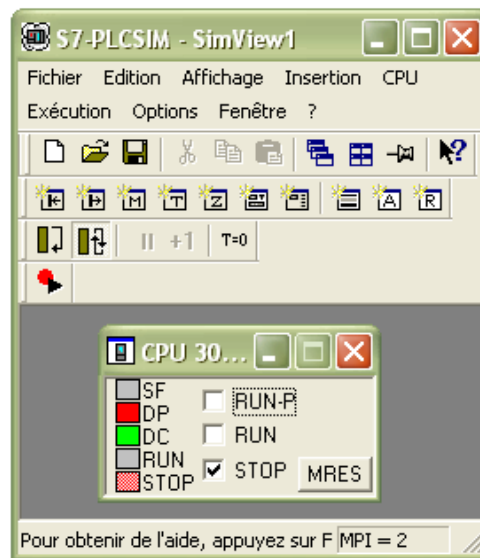


**Figure IV.1:** fenêtre S7-PLCSIM.

- Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, recherchez le projet-exemple Chaîne moussé armoires.
- Dans le projet-exemple « Chaîne moussé armoires », recherchez le dossier Blocs.
- Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, cliquez sur  ou choisissez la commande **Système cible > Charger** pour charger le dossier Blocs dans l'API de simulation.
- Dans l'application S7-PLCSIM, créez de nouvelles fenêtres pour visualiser les informations provenant de l'AP de simulation :

-Cliquez sur  ou sélectionnez la commande **Insertion > Entrée**. La fenêtre affiche **EB0**.

-Cliquez sur  ou sélectionnez la commande **Insertion > Sortie** pour afficher une seconde fenêtre, **AB0**.

-Cliquez sur  ou sélectionnez la commande **Insertion > Temporisation** pour créer une fenêtre dans laquelle on peut visualiser et forcé les temporisations utilisées par le programme. Cette fenêtre s'ouvre avec l'adresse de mémoire par défaut T 0.

- Choisissez le menu **CPU** dans S7-PLCSIM (figure IV.2) et vérifiez que la commande **Mettre sous tension** est activée.

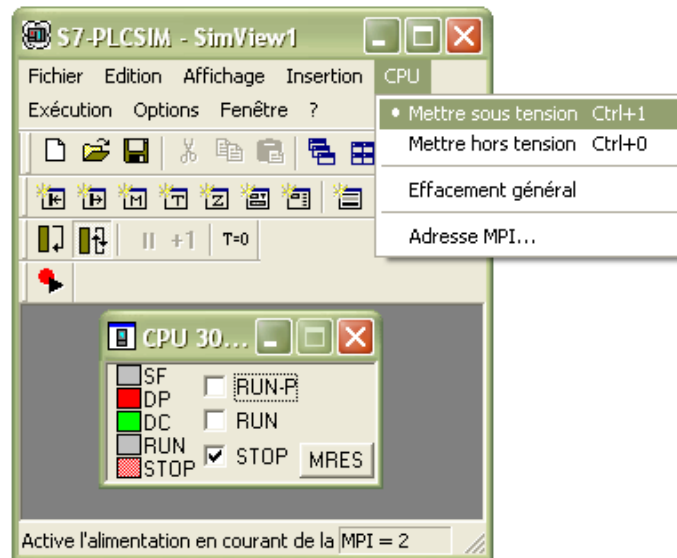


Figure IV.2 : Mise sous tension de la CPU.

- Choisir la commande **Exécution > Mode d'exécution** (figure IV.3) et vérifier que la commande **Cycle continu** est activée.

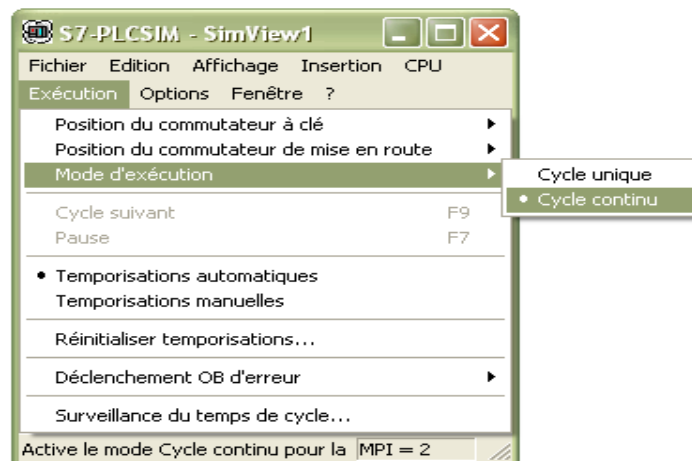


Figure IV.3 : Choix du cycle continu.

- Mettez la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases, voir la figure IV.4:



Figure IV.4 : Les modes de marche.

**- Etat de marche (RUN-P) :**

La CPU exécute le programme tout en permettant de le modifier, de même que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque du programme durant son exécution, on doit mettre la CPU à l'état RUN-P (figure IV.4-a-). On a toujours la possibilité d'utiliser les "fenêtres" créées dans l'application de simulation de modules S7-PLCSIM pour modifier une donnée quelconque utilisée par le programme.

**- Etat de marche (RUN) :**

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN) comme le montre la figure VI.4-b-, on ne peut pas charger aucun programme, ni utiliser les applications de STEP 7 pour forcer un paramètre quelconque (comme les valeurs d'entrée). On peut uniquement utiliser les fenêtres créées dans l'application de simulation de modules S7-PLCSIM pour modifier une donnée quelconque utilisée par le programme.

**- Etat d'arrêt (STOP) :**

La CPU n'exécute pas le programme.les sorties ne prennent pas de valeurs prédéfinies, mais conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU est passée à l'état d'arrêt (STOP) comme le montre la figure IV.4-c-. Vous pouvez charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt. Le passage de l'état d'arrêt (STOP) à celui de marche (RUN) démarre l'exécution du programme à partir de la première opération.

On clique sur  ou sélectionnez la commande **Fichier > Enregistrer CPU sous...** pour sauvegarder la simulation.

Nous activons les entrées voulues pour lire l'état des sorties, une fois que toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes. Par exemple pour notre amélioration la confirmation du modèle dans le four, si l'armoire correspond au modèle demander alors elle sera chauffe sinon une évacuation immédiate (figure IV.5).

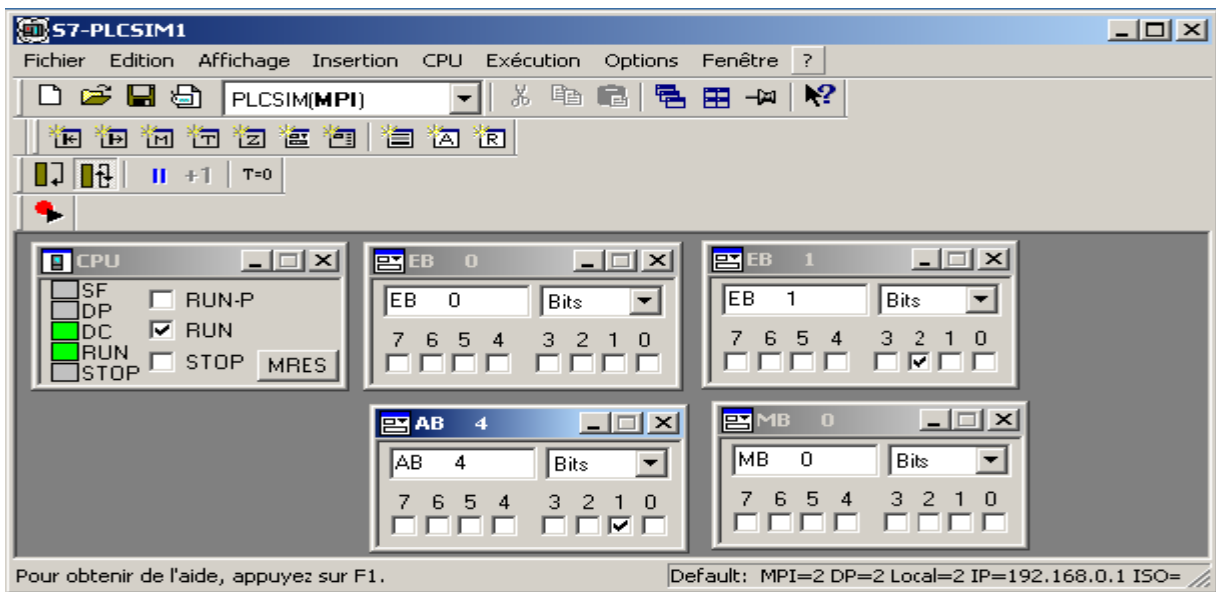


Figure IV.5 : Simulation par S7-PLCSIM.

### IV.3-Visualisation de l'état du programme :

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode « RUN » le STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme soit en cliquant sur l'icône  ou en sélectionnant la commande test>Visualiser.

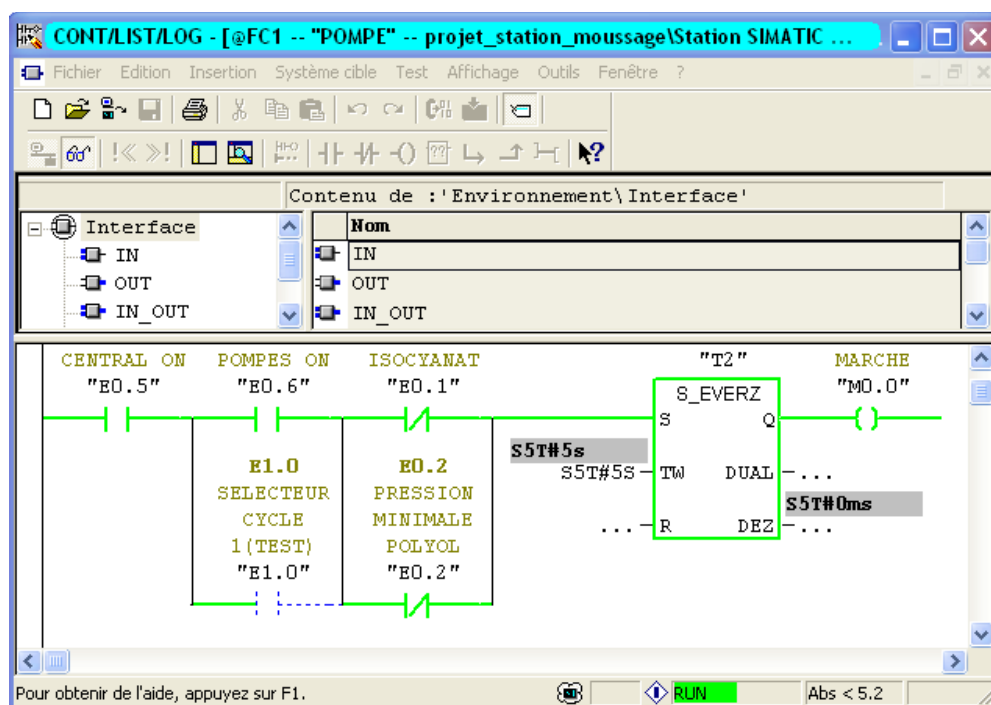


Figure IV.6 : Visualisation de l'état du programme.

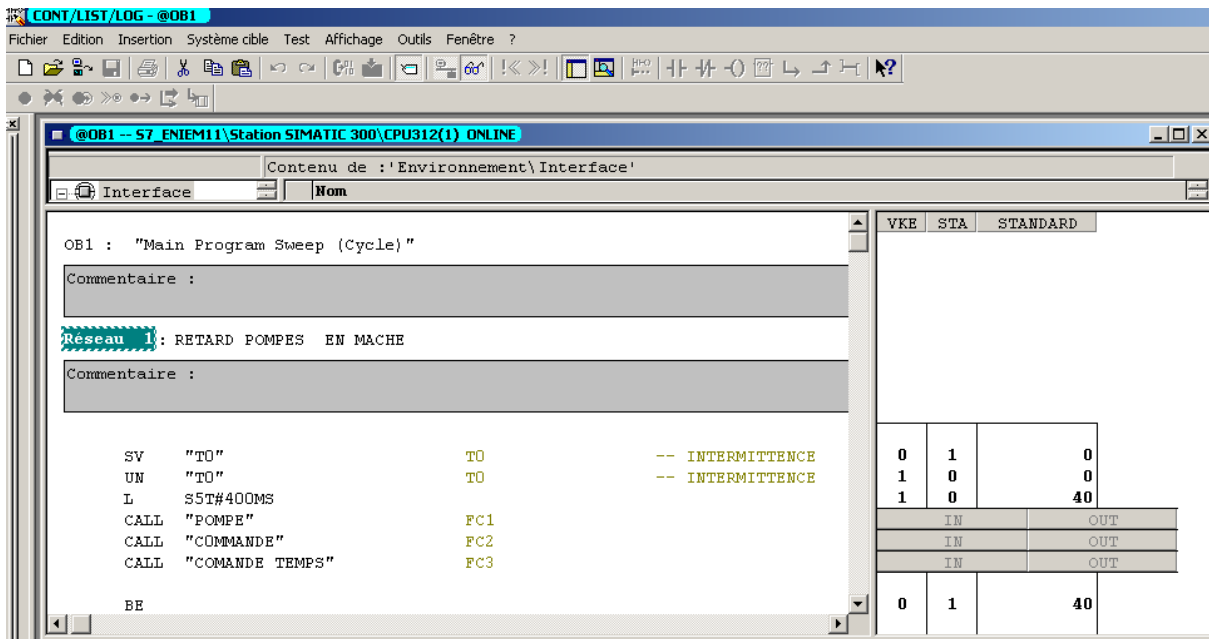


**Figure IV.7 :** Visualisation de la simulation du programme au niveau d'OB1.

## Conclusion :

Dans ce chapitre on a entamée la simulation de notre programme afin de le valide. On à présente l'outil de simulation qu'est « S7 PLCSIM » ainsi que la procédure à suivre pour la mise en marche.

La simulation de chaque bloc tout seul permet de corrige les différentes erreurs de programmation dans les blocs et de visualisée les différente entres et sorties.

La simulation de tout le programme permet de teste la coordination entre les blocs et l'enchaînement des actions pour un bon déroulement du cycle.

Le logiciel de simulation nous a permet la visualisation virtuelle du comportement de notre station qui marchera sous notre programme développer avec les améliorations apportées.

# **CHAPITRE V**

## **SUPEVISION DE LA STATION DE MOUSSAGE**

## V.1-Introduction :

Dans l'industrie, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision se place au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est donc important de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate, les informations sur le procédé nécessaire pour une éventuelle prise de décision.

Cette présentation passe par les images synthétiques qui représentent un ensemble de vues.

Le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter, et ajuster, éventuellement, le processus, toujours via l'automate (Figure V.1).

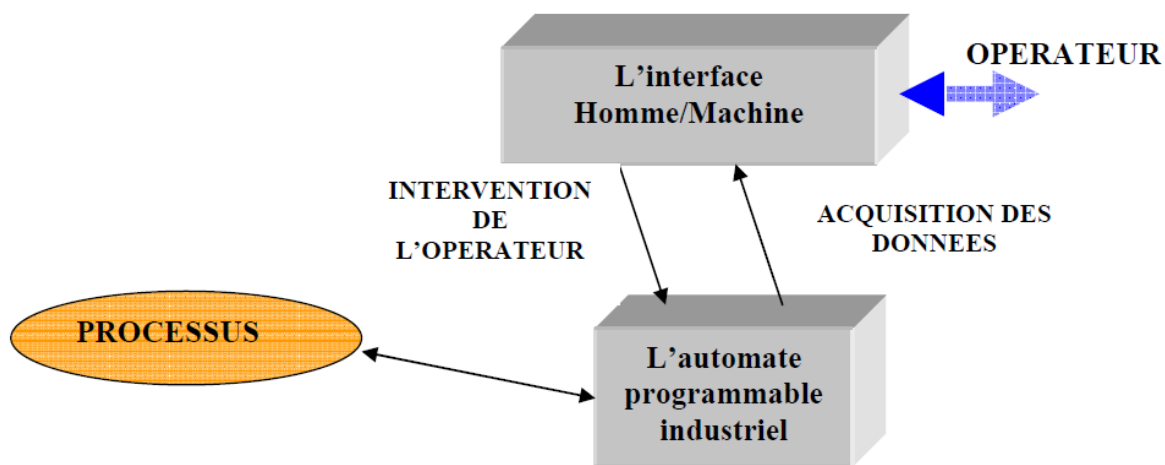


**Figure V.1 :** L'interface Homme/Machine dans un processus automatisé

## V.2-Constitution d'un système de supervision :

La plus grande partie des systèmes de supervision se compose généralement d'un moteur central (logiciel) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automate). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques [10].

### - Module de visualisation :

Il permet à l'opérateur la visualisation du procédé au cours de son déroulement.

### - Module d'archivage :

Il mémorise les données pendant le déroulement du cycle, pour une longue période

**- Module de traitement :**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

**- Module de communication :**

Assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les APIs et d'autres périphériques.

**V.3-Le logiciel de supervision Win CC flexible :****V.3.1- Définition :**

**Win CC flexible** est l'interface homme-machine (IHM) développé par SIEMENS. Il constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur, pour des systèmes monoposte et multipostes. Il offre une bonne solution de supervision car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

**V.3.2- Elément du logiciel Win CC flexible :**

L'utilisation de ce logiciel pour la conception d'une interface, passe par plusieurs étapes résumé dans la Figure V.2 :

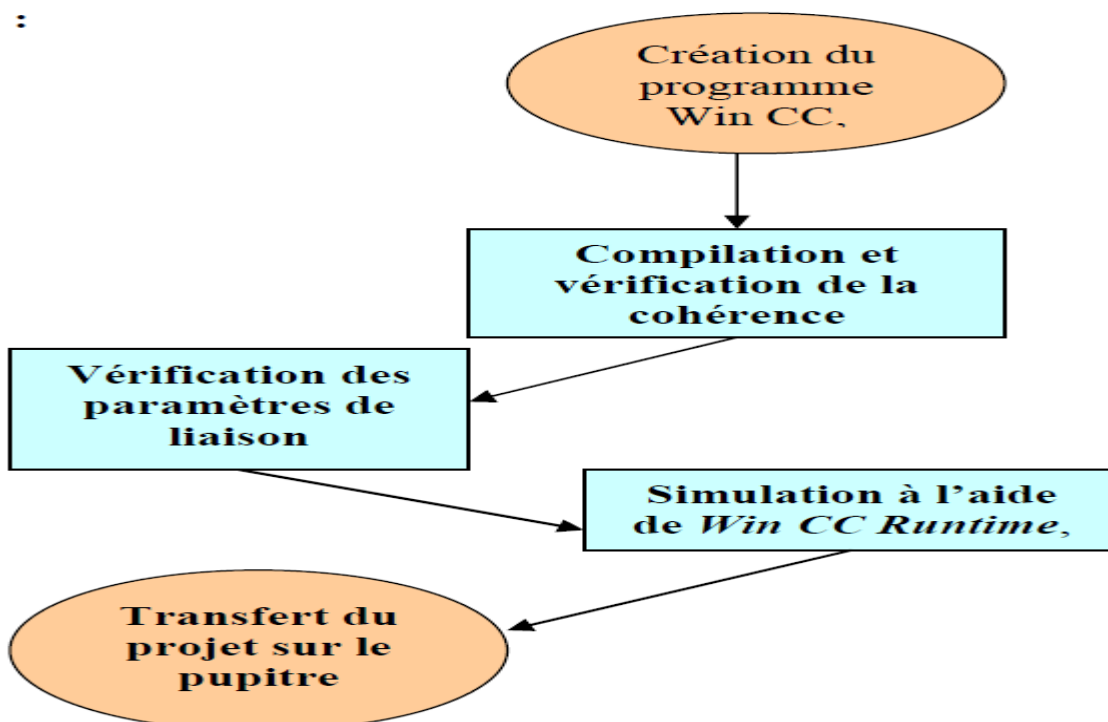


**Figure V.2 :** Etapes pour la conception d'une interface via Win CC flexible

On commence par l'environnement de cet outil, pour terminer expliquer les différentes étapes dans les détails précédemment énumérés.

L'environnement de travail de Win CC flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers, visibles uniquement lorsque cet éditeur est actif. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration. On peut configurer p.ex. l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur "Vues". Pour la configuration d'alarmes, on peut utiliser p. ex. l'éditeur "Alarmes TOR" ou autre.

Dans Win CC flexible, chaque projet créé contient principalement des vues que l'on crée pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, vous disposez d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du processus.

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

- **Barre des menus**

La barre des menus contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de Win CC flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.

- **Barres d'outils**

La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur a besoin.

- **Zone de travail**

La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.

- **Boîte à outils**

La fenêtre des outils propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues, p. ex. des objets graphiques et éléments de commande.

- **Fenêtre des propriétés**

Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut éditer les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.

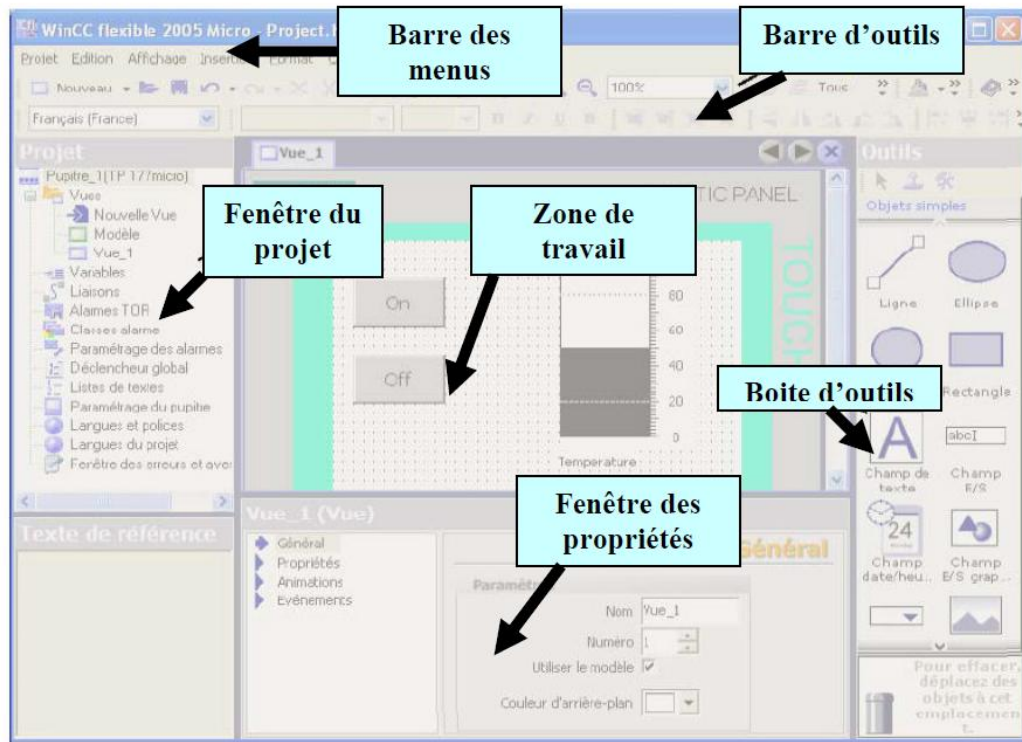


**Figure V.3 :** Vue d'ensemble du logiciel Win CC flexible

### V.3.3- Utilisation des variables :

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes.

Les variables externes permettent de communiquer, c.-à-d. d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate p. ex. une variable externe est l'image d'une cellule mémoire définie de l'automate. L'accès en lecture et en écriture à cette cellule mémoire est possible aussi bien à partir du pupitre opérateur que de l'automate.

Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate. Elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre. Le pupitre opérateur en question peut donc accéder en lecture et en écriture aux variables internes. Les variables internes sont créées p. ex. pour exécuter des calculs locaux.

La déclaration des variables s'effectue dans l'éditeur "Variables". Lors de leur déclaration, une configuration de base est attribuée aux variables. L'éditeur "Variables" vous permet d'adapter la configuration des variables aux besoins de votre projet ; L'éditeur s'ouvre systématiquement par ajout de variable.

| Nom        | Liaison            | Type de donn... | Adresse       | Eléments du tableau | Cycle d'acquisiti... | Compt |
|------------|--------------------|-----------------|---------------|---------------------|----------------------|-------|
| Variable_1 | Connection_1       | Int             | VW 0          | 1                   | 1 s                  |       |
| Variable_2 | Connection_1       | Int             | VW 2          | 4                   | 1 s                  |       |
| Variable_3 | <Variable interne> | Int             | <Pas d'ad...> | 1                   | 1 s                  |       |
| Variable_4 | <Variable interne> | Int             | <Pas d'ad...> | 1                   | 1 s                  |       |

**Figure V.4 :** éditeur de variable dans le Win CC flexible

Chaque variable peut être configurée selon le besoin et cela en accédant à sa fenêtre de priorité après l'avoir sectionnée.

### V.3.4- Compilation et Simulation :

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, de contrôler la cohérence et de chercher les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu « **contrôle de la cohérence** ». Après le contrôle de cohérence, le système crée un fichier de projet compile.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur **Runtime** par la commande « **démarrer le système Runtime du simulateur** ».

### V.3.5- Supervision de la station de moussage développée sous Win CC :

La supervision de la station de moussage a été élaborée à l'aide du logiciel Win CC développé par Siemens.

#### V.3.5.1-Création d'un projet sous Win CC :

Pour créer un projet dans Win CC, procédez de la manière suivante

1. Lancer Win CC.
2. Créer un projet.
3. Sélectionner et installer un API ou un pilote.
4. Définir les variables.
5. Créer et éditer les vues du process.

6. Paramétrer les propriétés du runtime Win CC.
7. Activer les vues dans le runtime Win CC.
8. Utiliser le simulateur pour tester les vues du process.

Lorsque Win CC démarre pour la première fois, une fenêtre de dialogue (Figure V.5) s'affiche :

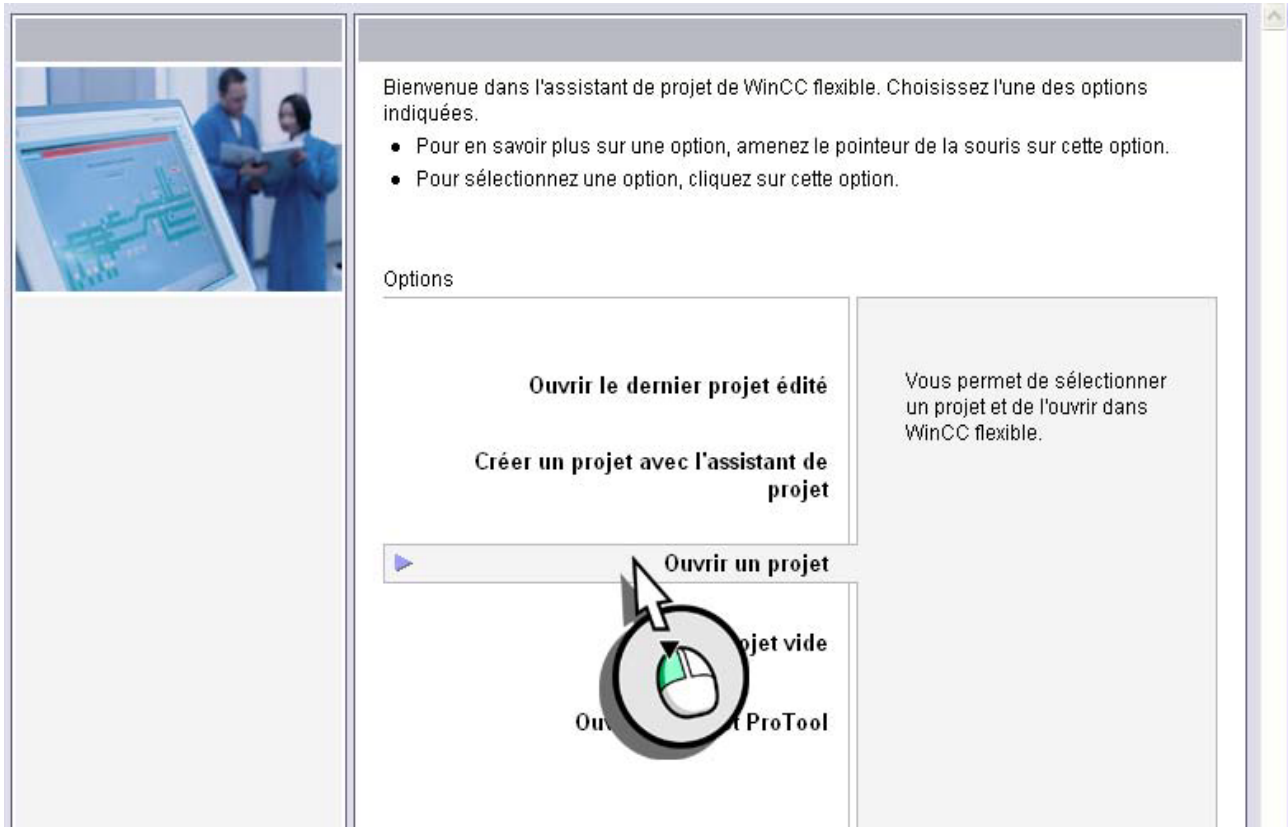


**Figure V.5 :** Fenêtre de dialogue Win CC.

La procédure suivie pour la réalisation de la supervision de notre station est la suivante :

Le projet mono poste crée et appelé « projet\_station\_moussage» est représenté dans la figure V.6.

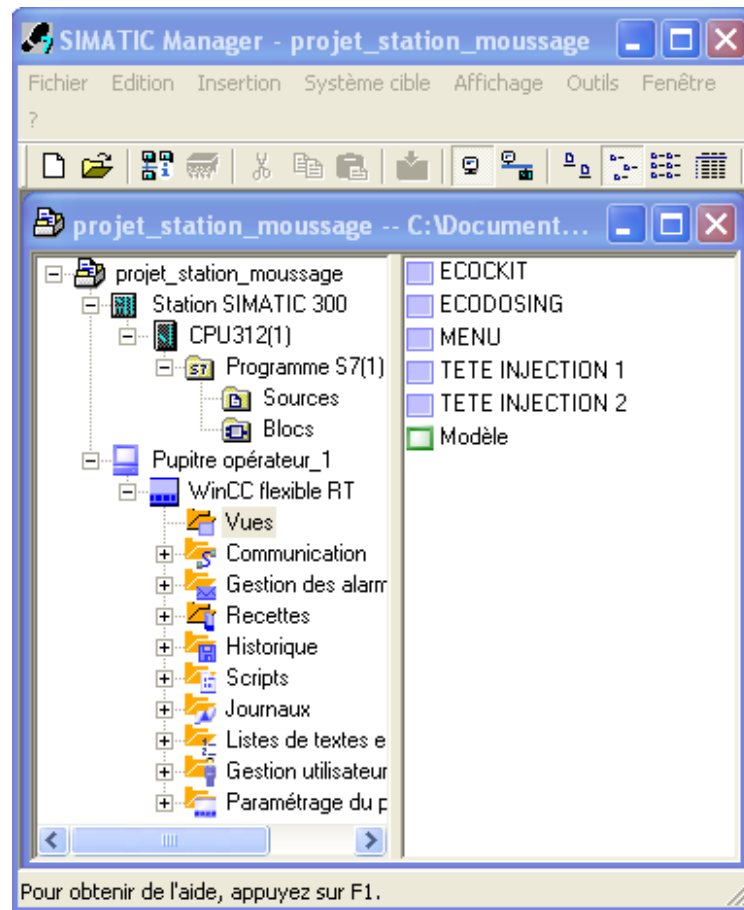


**Figure V.6 :** Création du projet « Projet station pour mousser des armoires ».

Puis nous avons procédé à la configuration du système de supervision pour assurer la communication entre l'API S7-300 avec le Win CC, pour ce fait nous avons sélectionné la liaison (MPI). (Voir figure V.7).

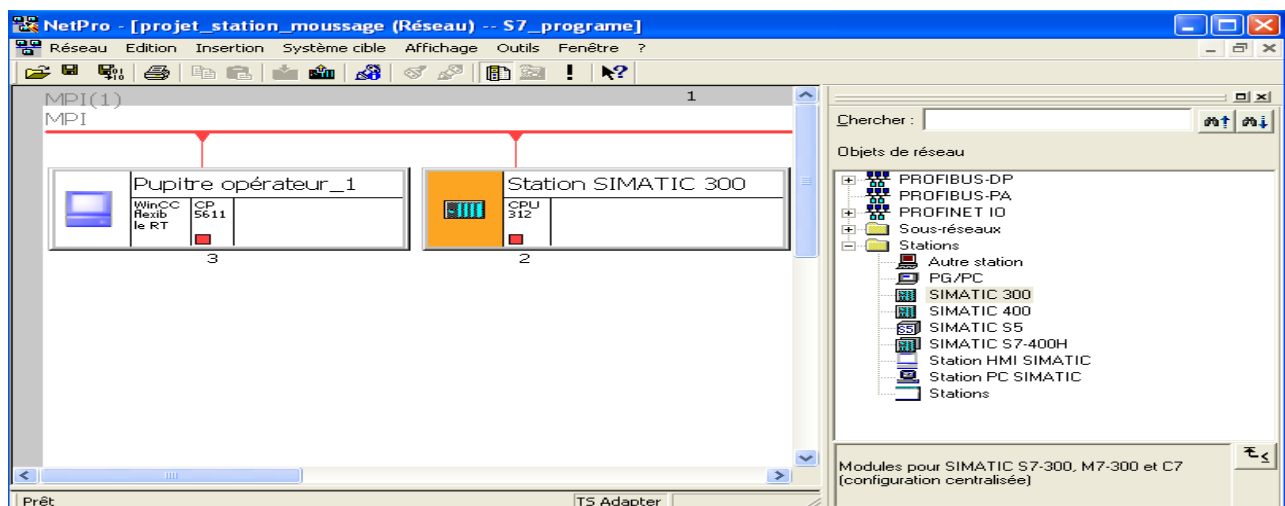


**Figure V.7 :** Configuration des paramètres de la station.

Et on introduit les variables du procédé, correspondantes à des variables manipulées par le programme de l'API S7-300.

Par la suite, nous avons créé des vues dans l'éditeur «**Graphic designer**», qui nous permettent d'insérer les différents types d'objets dont on a besoin, par le biais de la palette d'objets et la bibliothèque interne du Win CC.

Pour ce fait nous avons créé la vue d'accueil (Figure V.8), qui contient les boutons de navigation à partir desquels on peut sélectionner la vue à visualiser.

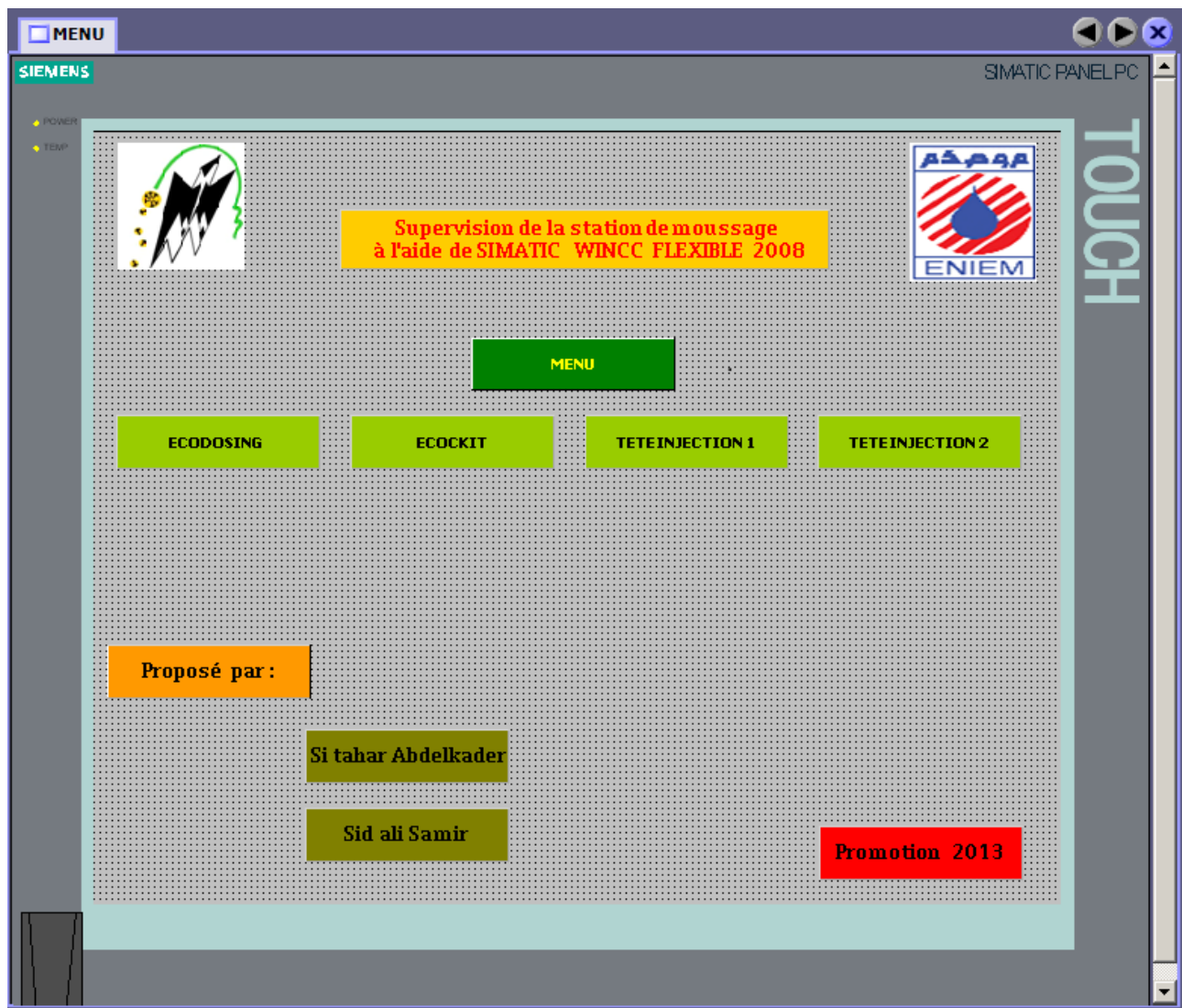


Figure V.8 : Vue d'accueil.

Après la création de la vue d'accueil on fera de même pour les autres parties de la station :

- Une vue pour l'Ecodosing.
- Une vue pour l'Ecockit.
- Une vue pour la tête d'injection armoire.
- Une vue pour la tête d'injection porte.

❖ **Vue « ECODOSING » :**

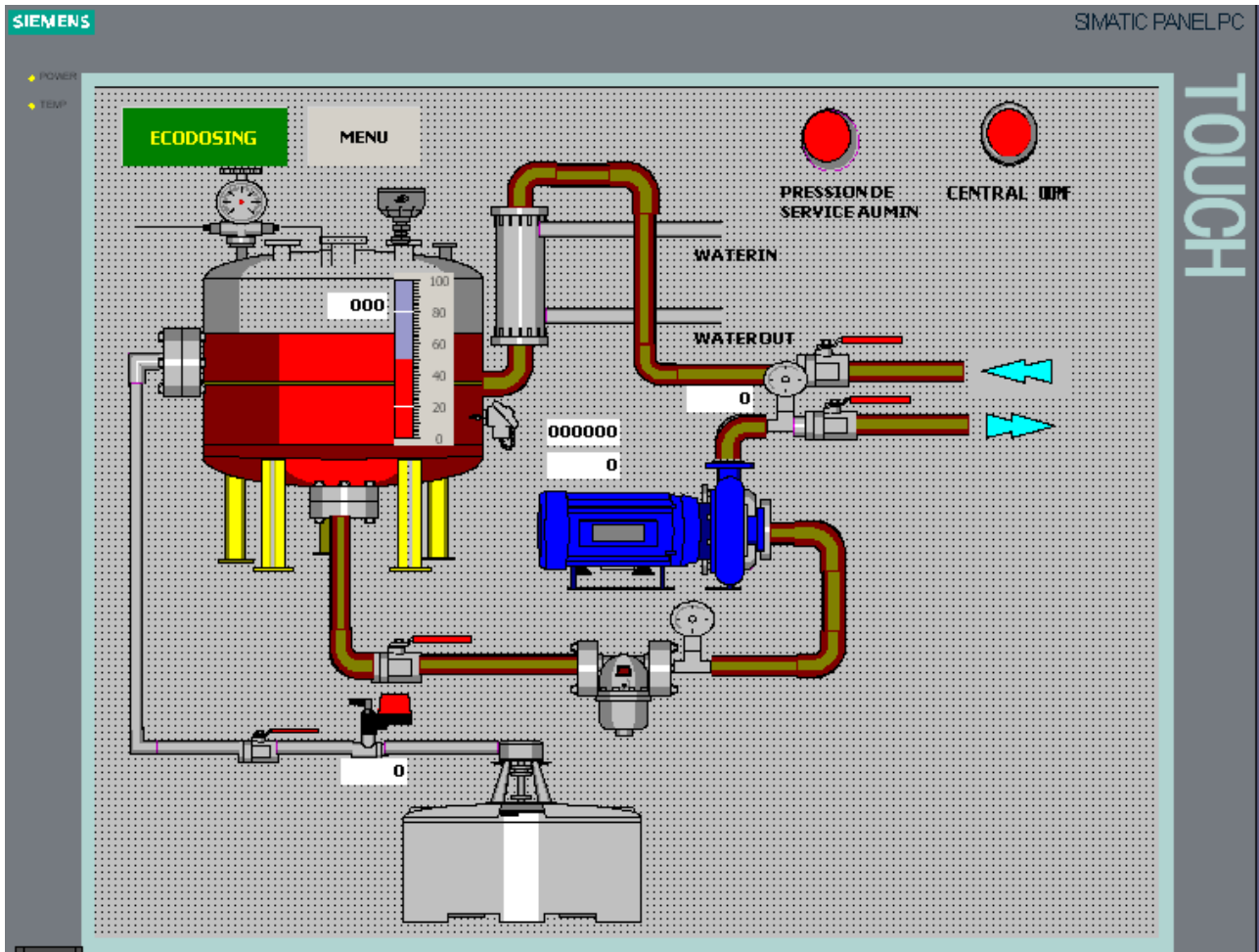


**Figure V.9 :** Vue « Ecodosing ».

La figure V.9 décrit le fonctionnement de la partie Ecodosing du système.

Pour le branchement de la pompe il faut que le distributeur oléo-hydraulique soit déjà en marche et pour la mettre en marche on doit appuyer sur le poussoir « marche pompe iso » et la pompe commence à aspirer de la matière du réservoir et la refoule vers la tête d'injection.

Le niveau dans le réservoir est contrôlé par un indicateur de niveau qui visualise le niveau min/max et la demande de charge.

Quand la valeur de niveau min a été établie la pompe de transvasement commence le chargement.

Un bouton de commande pour l'arrêt d'urgence du système en cas de dysfonctionnement et un bouton pour basculer vers la vue d'accueil.

❖ **Vue « Ecockit » :**

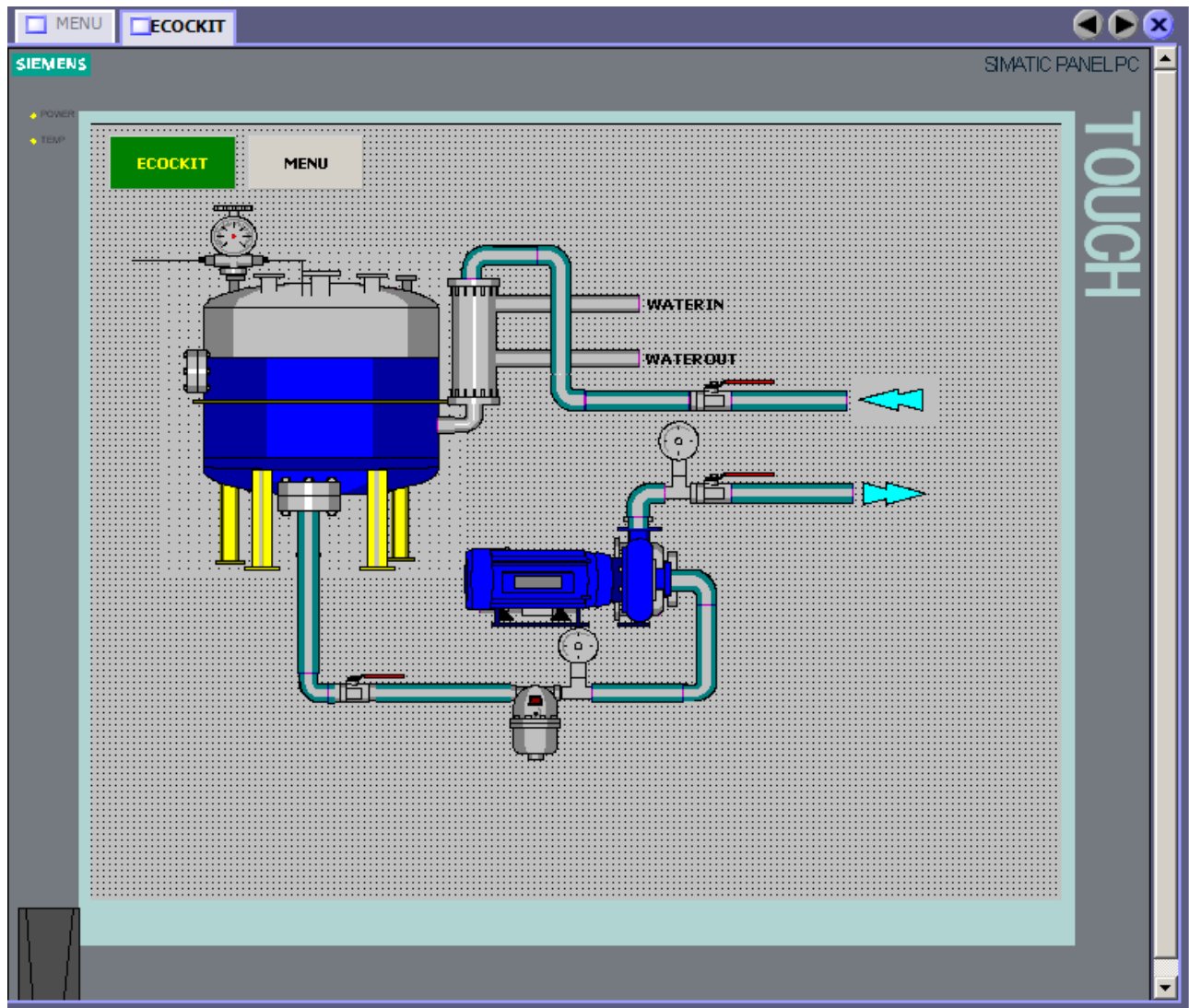


**Figure V.10:** Vue « Ecockit ».

Dans la figure V.10 représente le fonctionnement de la partie Ecockit du système

Le fonctionnement est pareil avec la partie Ecodosing sauf qu'ici le réservoir possède un agitateur pour mélanger le polyol avec le pentane

L'agitateur n'est lié à aucun cycle particulier.

## ❖ Vue « Tête d'injection » :

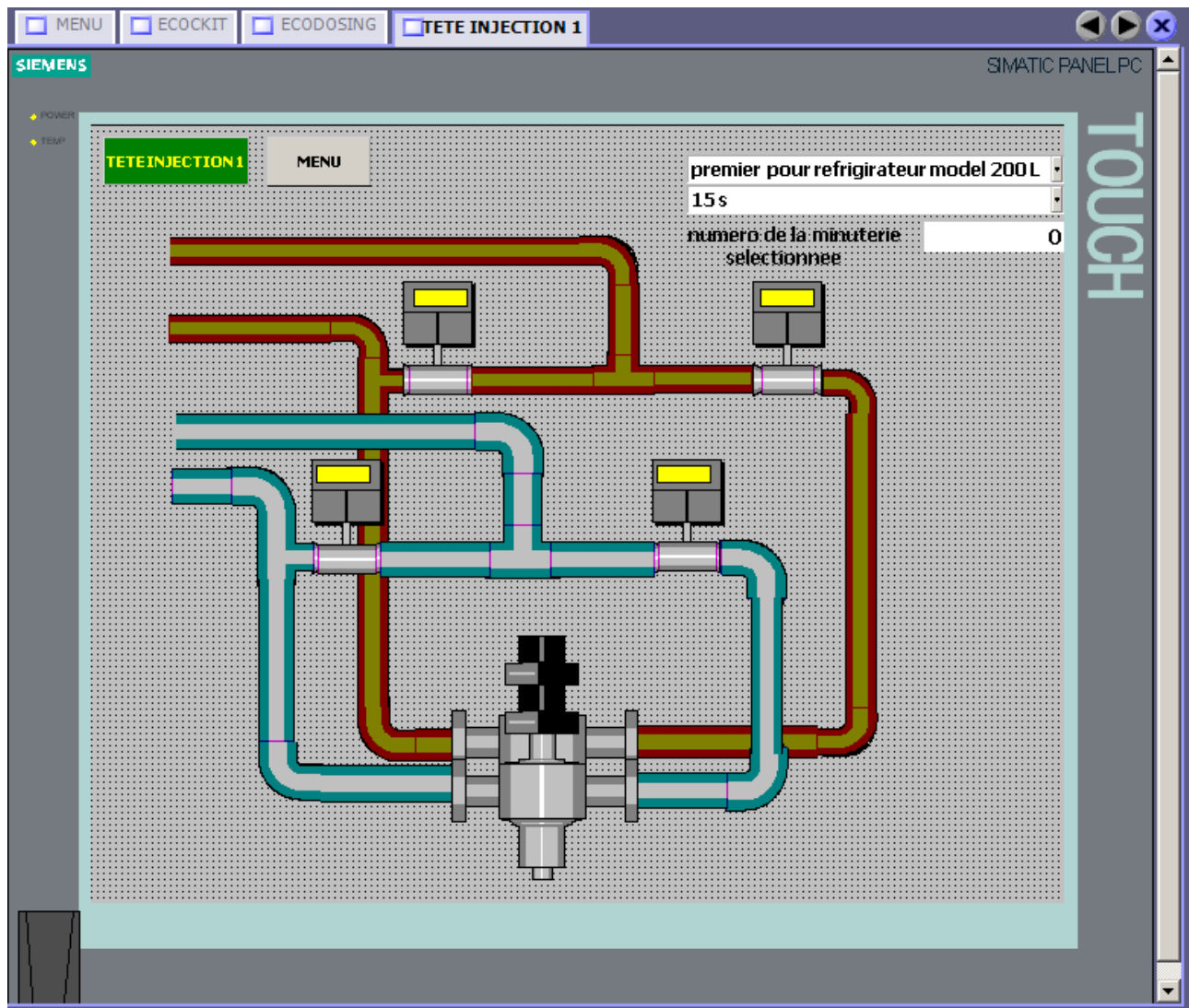


**Figure V.11:** Vue « Tête d'injection ».

La figure V.11 permet de visualiser le fonctionnement de la tête d'injection armoire.

A chaque demande de moulage on actionnera les soupapes suivantes :

- Soupape « sectionneur tête 1 », en s'ouvrant, fait affluer le matériel à la tête d'injection ;
- Soupape « by-pass », en se fermant, on fera passer par la tête d'injection tout le matériel débité par les pompes ;
- Soupape « autonettoyante tête 1 », en s'ouvrant, la tête est prête pour l'injection ;
- Activation temps établi dans le temporisateur « temps de recyclage haute pression ».

A fin temps recyclage haute pression, l'ouverture du tiroir de moulage permet la sortie du matériel de la tête pendant le temps de moulage établi par le temporisateur.

**V.4- Conclusion :**

Dans ce dernier chapitre consacré à la supervision de la station de moussage, nous avons élaboré sous le logiciel Win CC quelques vues permettant de suivre l'évolution du procédé.

# **CONCLUSION GENERALE**

## **Conclusion générale :**

Notre projet de fin d'étude effectué a l'entreprise d'électroménager (ENIEM) dans la zone industrielle (Oued-Aissi), nous a apporté des connaissances pratiques et l'application de la théorie dans l'industrie.

Le but de notre projet est de concevoir une solution programmable plus performante pour la station de moussage des armoires de réfrigérateurs et remplacer l'automate S5 existant par un API S7-300.

Nous avons modélisé la station par l'outil GRAFCET et proposé une solution de commande automatisée par l'API S7-300 à l'aide de son langage de programmation STEP7.

Dans la dernière étape de notre travail, nous avons supervisé notre station en développant des vues qui décrivent son fonctionnement.

Nous espérons que notre travail sera concrétisé sur le plan pratique et qu'il apportera un plus à l'entreprise.

# **BIBLIOGRAPHIE**

# Bibliographie

- [1] Documentation de la station à mousser les armoires, unité FROID (R1) de l'ENIEM.
- [2] Documentation technique SIMATIC MANAGER, version 5.4 2006.
- [3] **M. BLANCHARD** « Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET », Edition CEPADUES 1994.
- [4] G. MICHEL, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels », Edition DUNOD, 1987
- [5] **Site** de l'usine ENIEM «[www .eniem.dz](http://www.eniem.dz) ».
- [6] Mémoire de fin d'études U.M.M.T.O département automatique «Automatisation de l'équipement de moussage des portes de réfrigérateurs par API S7-300 à l'ENIEM », promotion 2007/2008.
- [7] Mémoire de fin d'études U.M.M.T.O département automatique « Développement d'une solution programmable d'un équipement de transfert à l'aide d'un automate programmable industriel S7-300 de l'unité FROID de l'ENIEM », promotion 2006/2007.
- [8] **Site web** <http://pagesperso-orange.fr/xcotton/electron/coursetdocs.html>.
- [9] **CD OMRON.**
- [10] Documentation technique SIMATIC WIN CC.
- [11] **Site web** <http://www.courselec.free.fr>.

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



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

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme

*DE MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE*  
*OPTION : AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLES*

*Thème*

Automatisation et supervision d'une  
station de moussage  
« Annexe »

Proposé par :

M<sup>r</sup> SI SALEM ALI

Présenté par :

M<sup>r</sup> SID ALI Samir

M<sup>r</sup> SI TAHAR Abdelkader

Dirigé par :

M<sup>r</sup> Y.MESSAR

Soutenu le : 03 / 10 /2013

*Promotion 2013*

# **LE PROGRAMME**

**OB1 - <offline>**

""

Nom : Famille :  
Auteur : Version : 0.1  
Version de bloc : 2  
Horodatage Code : 19/09/2013 12:06:48  
Interface : 15/02/1996 16:51:12  
Longueur (bloc/code /données locales) : 00276 00054 00022

| Nom            | Type de données | Adresse | Commentaire                                               |
|----------------|-----------------|---------|-----------------------------------------------------------|
| TEMP           |                 | 0.0     |                                                           |
| OB1_EV_CLASS   | Byte            | 0.0     | Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1) |
| OB1_SCAN_1     | Byte            | 1.0     | 1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)     |
| OB1_PRIORITY   | Byte            | 2.0     | Priority of OB Execution                                  |
| OB1_OB_NUMBR   | Byte            | 3.0     | 1 (Organization block 1, OB1)                             |
| OB1_RESERVED_1 | Byte            | 4.0     | Reserved for system                                       |
| OB1_RESERVED_2 | Byte            | 5.0     | Reserved for system                                       |
| OB1_PREV_CYCLE | Int             | 6.0     | Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)            |
| OB1_MIN_CYCLE  | Int             | 8.0     | Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)                  |
| OB1_MAX_CYCLE  | Int             | 10.0    | Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)                  |
| OB1_DATE_TIME  | Date_And_Time   | 12.0    | Date and time OB1 started                                 |

**Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"****Réseau : 1 RETARD POMPES EN MACHE**

```
SV      "T0"      T0      -- INTERMITTENCE
UN      "T0"      T0      -- INTERMITTENCE
L        S5T#400MS
CALL    "POMPE"   FC1
CALL    "COMMANDE" FC2
CALL    "TEMPS"   FC3
BE
```

**FC1 - <offline>**

"POMPE"

Nom : M000

Auteur :

Famille :

Version : 0.1

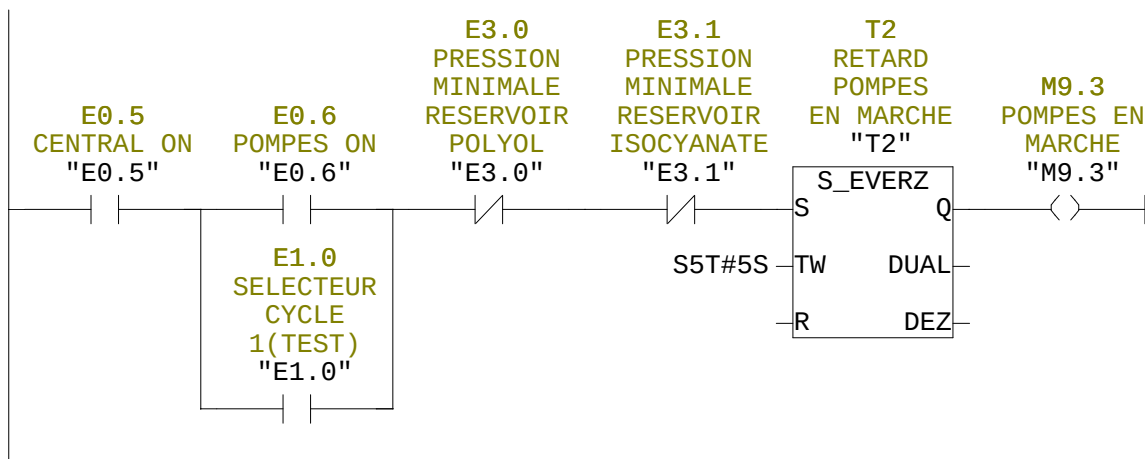
Version de bloc : 2

Horodatage Code : 18/10/2013 22:58:41

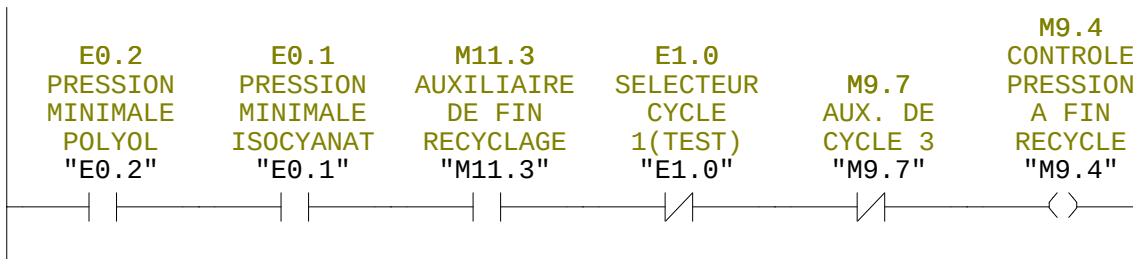
Interface : 13/05/2013 10:15:50

Longueur (bloc/code /données locales) : 00444 00316 00000

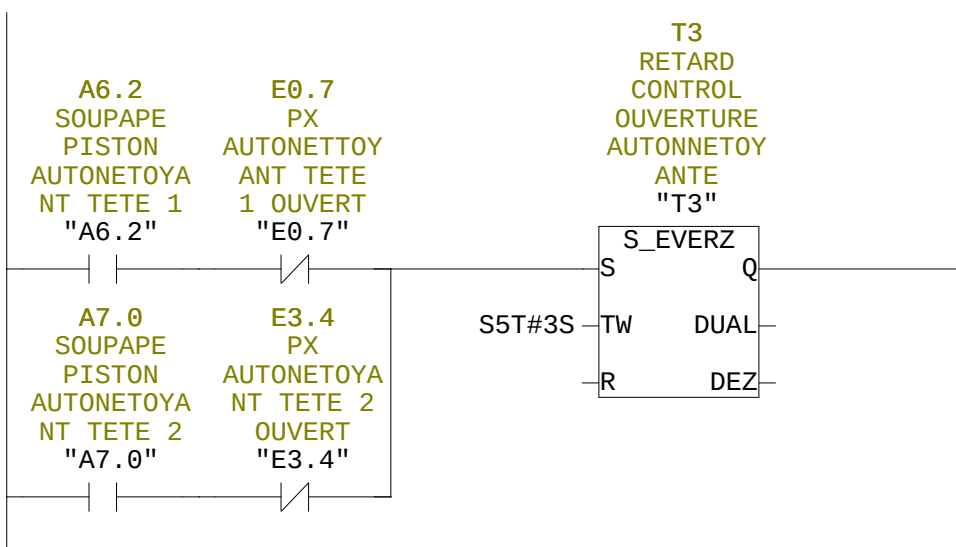
| Nom     | Type de données | Adresse | Commentaire |
|---------|-----------------|---------|-------------|
| IN      |                 | 0.0     |             |
| OUT     |                 | 0.0     |             |
| IN_OUT  |                 | 0.0     |             |
| TEMP    |                 | 0.0     |             |
| RETURN  |                 | 0.0     |             |
| RET_VAL |                 | 0.0     |             |

**Bloc : FC1 POMPE****Réseau : 1 RETARD POMPES EN MACHE****Réseau : 2 COMANDE A LA THERMOSTATISATION**

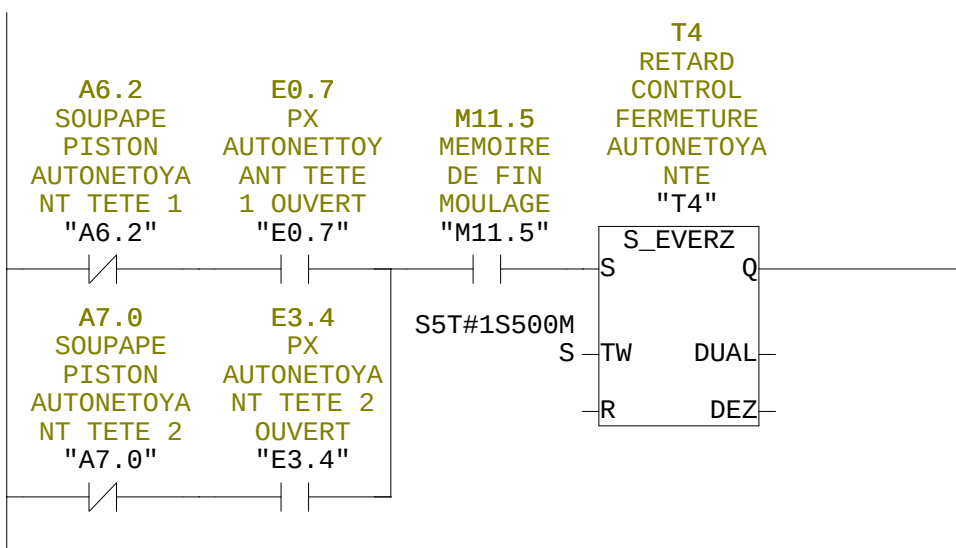
## Réseau : 3      CONTROLE PRESSION A FIN RECYCLE



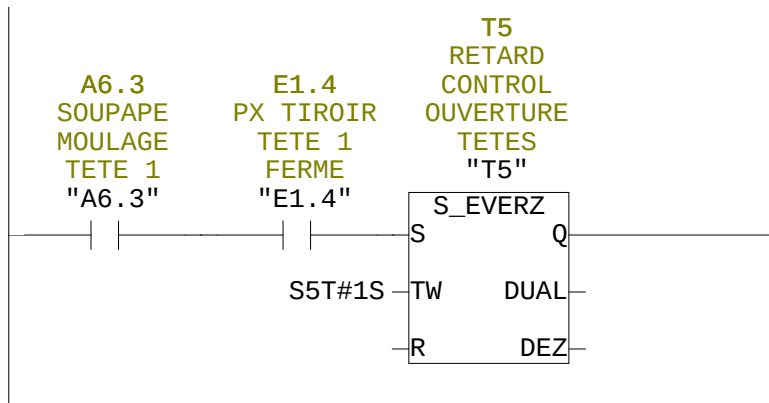
## Réseau : 4      RETARD CONTROL OUVERTURE AUTONNETOYANTE



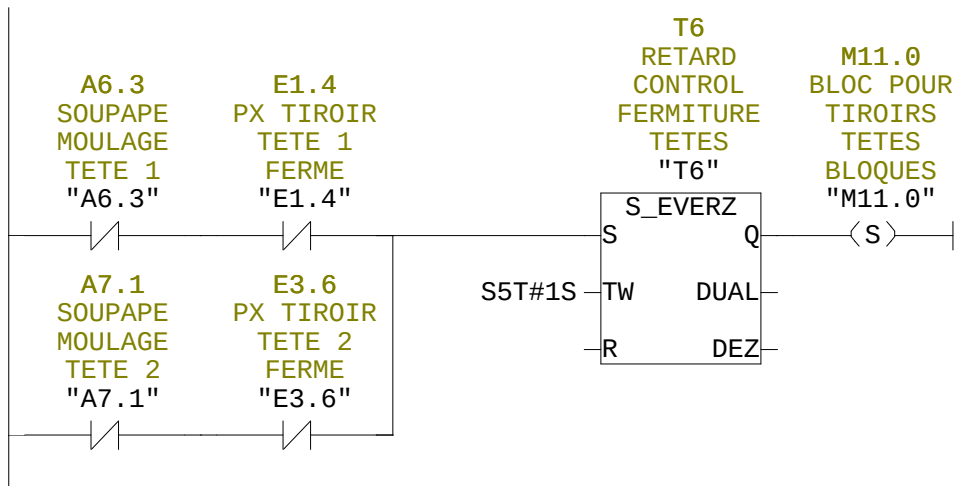
## Réseau : 5      RETARD CONTROL FERMETURE AUTONNETOYANTE



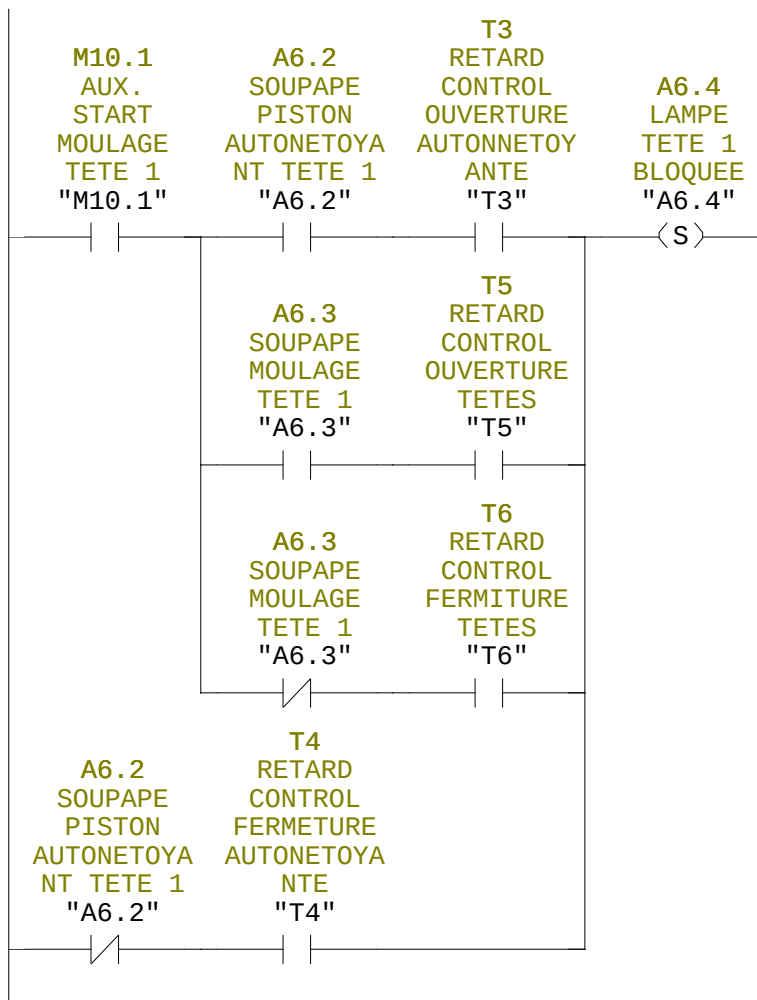
Réseau : 6      RETARD CONTROL OUVERTURE TETES



Réseau : 7      RETARD CONTROL FERMITURE TETES



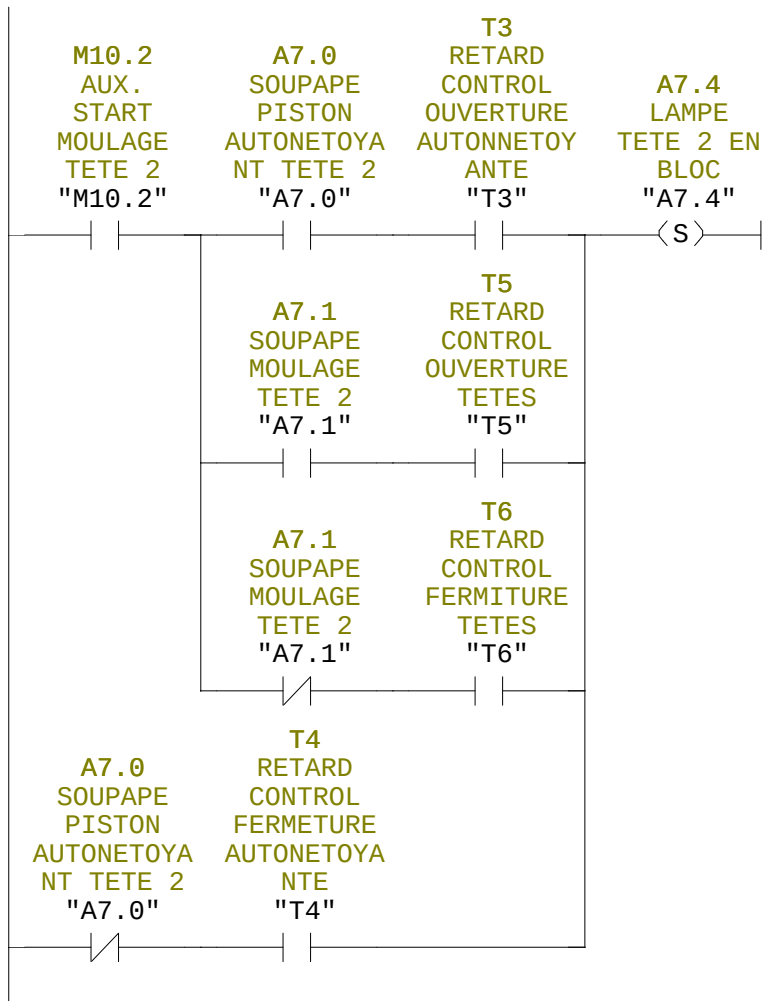
Réseau : 8 LAMPE TETE 1 BLOQUEE



Réseau : 9 LAMPE TETE 1 BLOQUEE



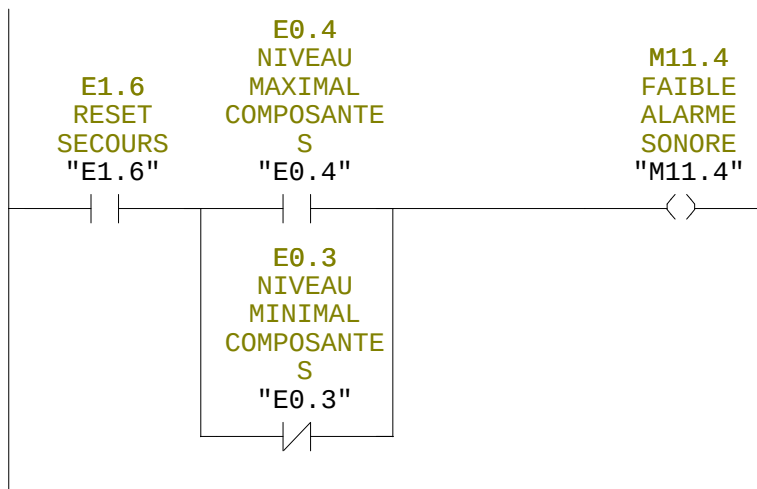
Réseau : 10 LAMPE TETE 2 EN BLOC



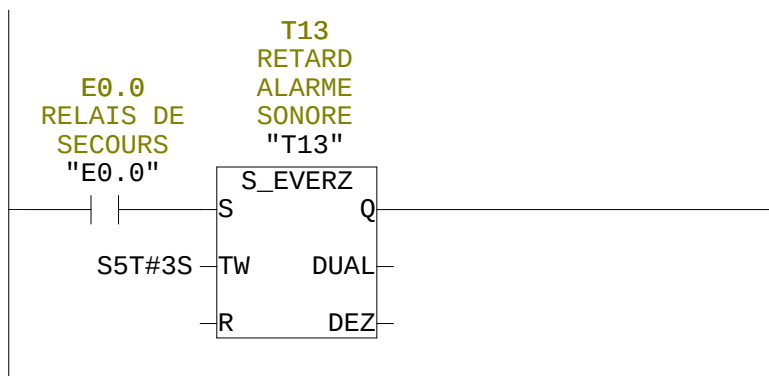
Réseau : 11 LAMPE TETE 2 EN BLOC



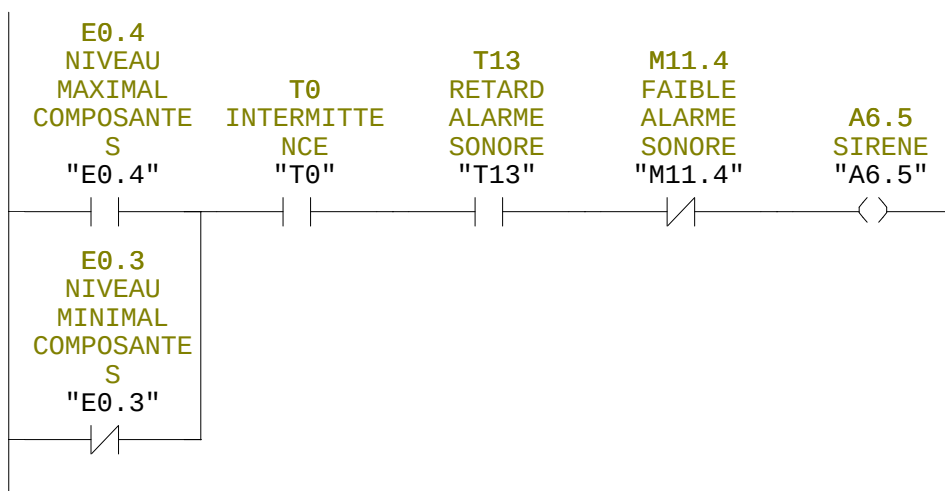
## Réseau : 12 FAIBLE ALARME SONORE



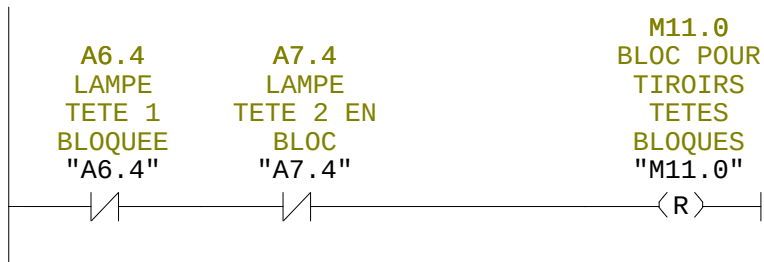
## Réseau : 13 RETARD ALARME SONORE



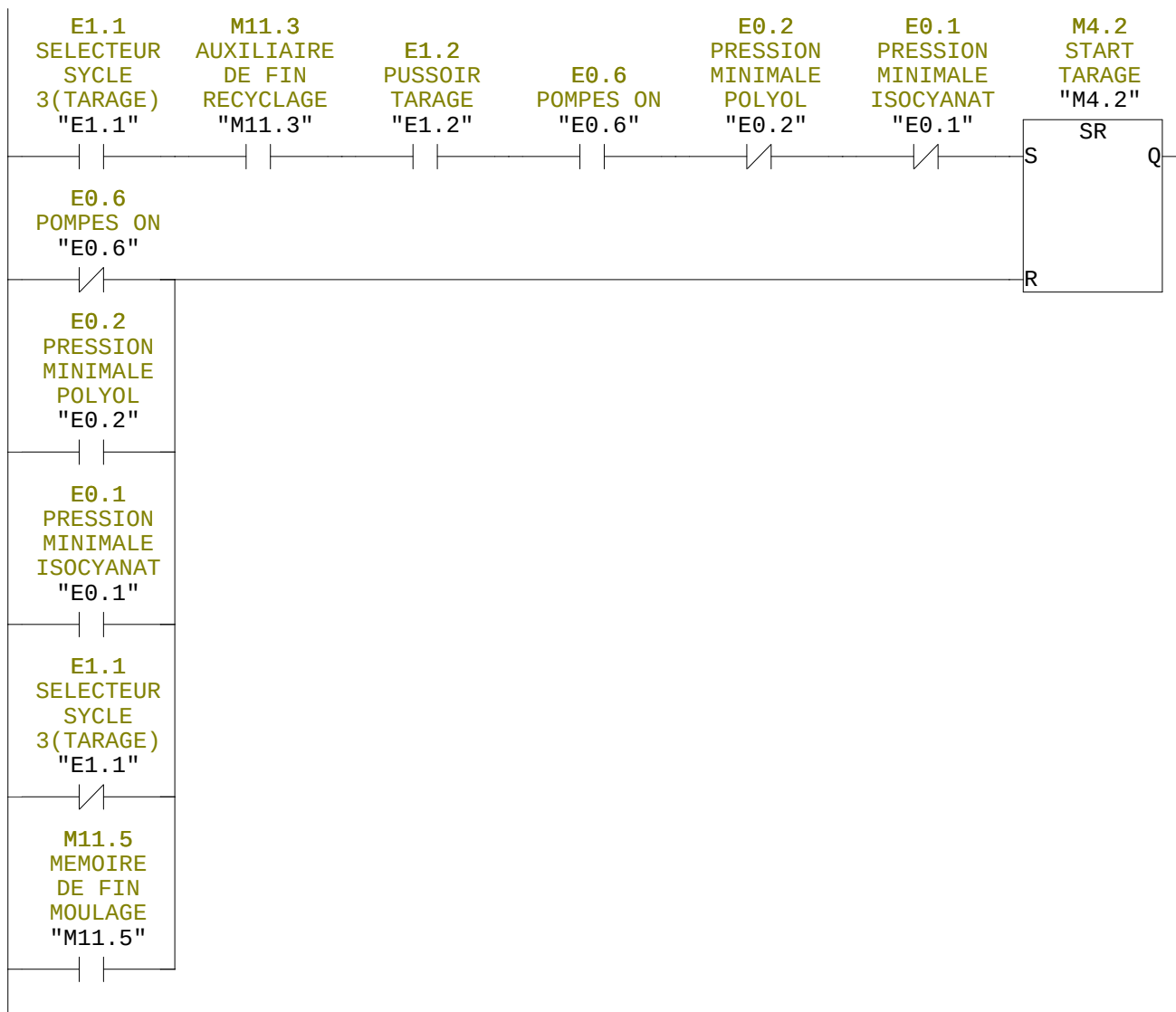
## Réseau : 14 SIRENE



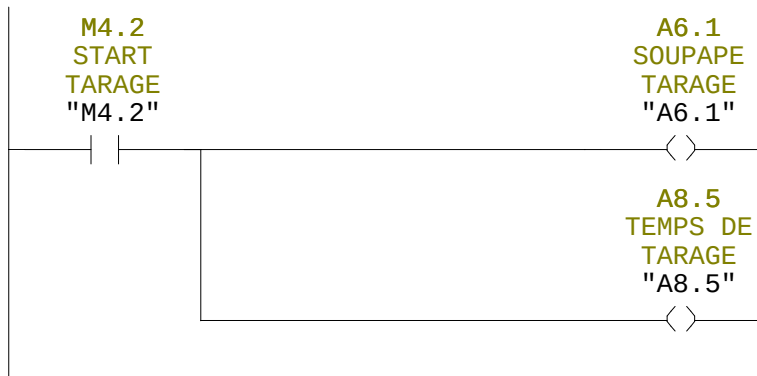
Réseau : 15      BLOC POUR TIROIRS TETES BLOQUES



Réseau : 16      START TARAGE



|                                 |
|---------------------------------|
| Réseau : 17      SOUPAPE TARAGE |
|---------------------------------|



|             |
|-------------|
| Réseau : 18 |
|-------------|

BE

**FC2 - <offline>**

"COMMANDE"

Nom :

Famille :

Auteur :

Version : 0.1

Version de bloc : 2

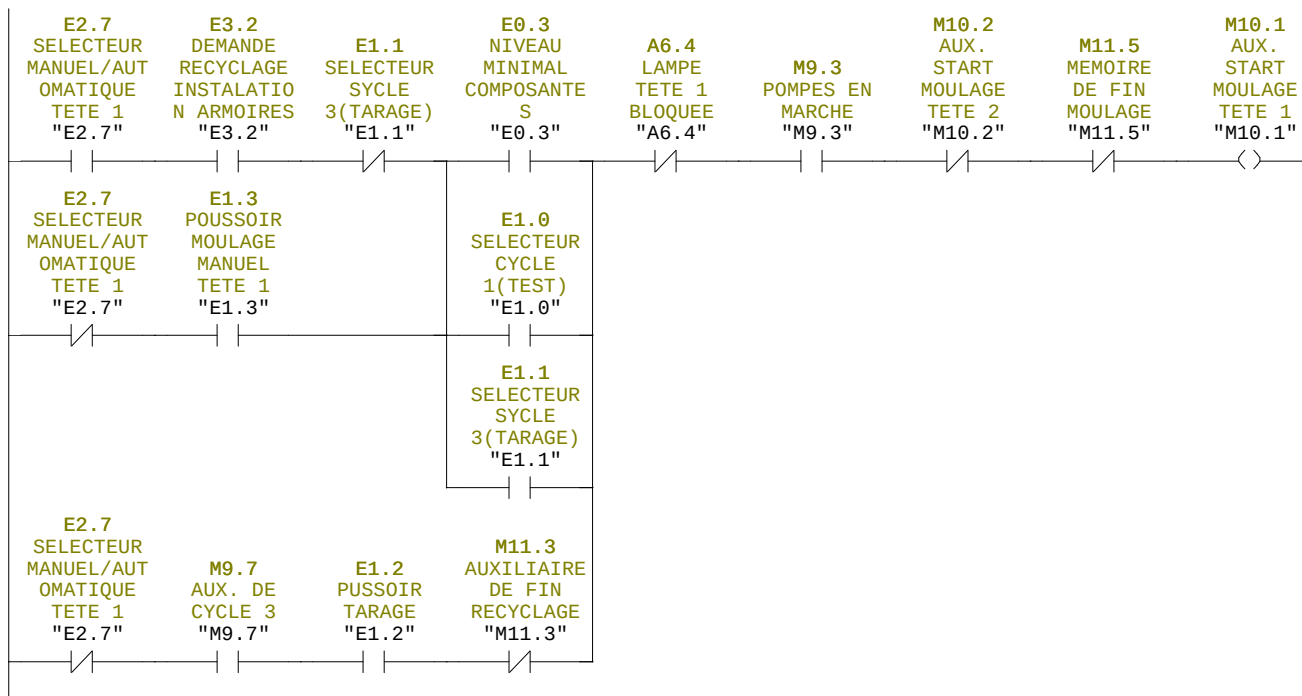
Horodatage Code :

19/10/2013 00:13:12

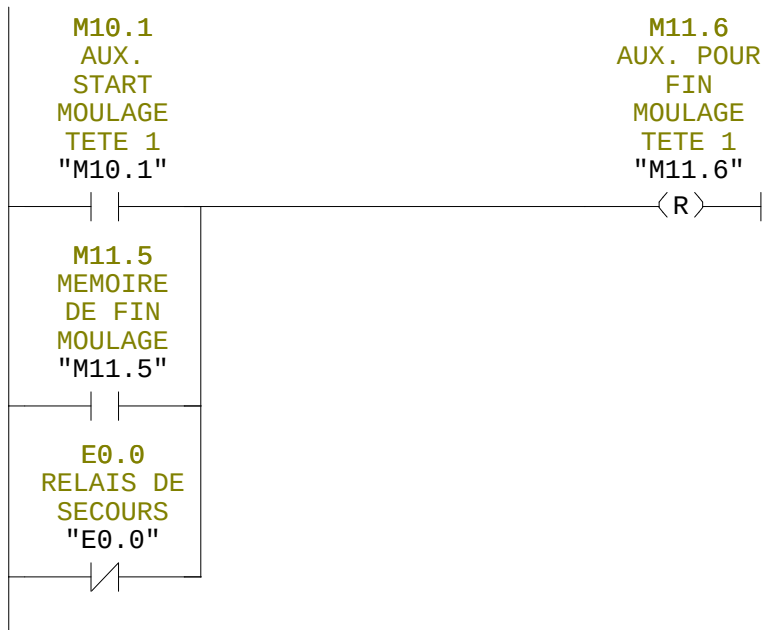
Interface : 13/05/2013 10:38:09

Longueur (bloc/code /données locales) : 00696 00552 00000

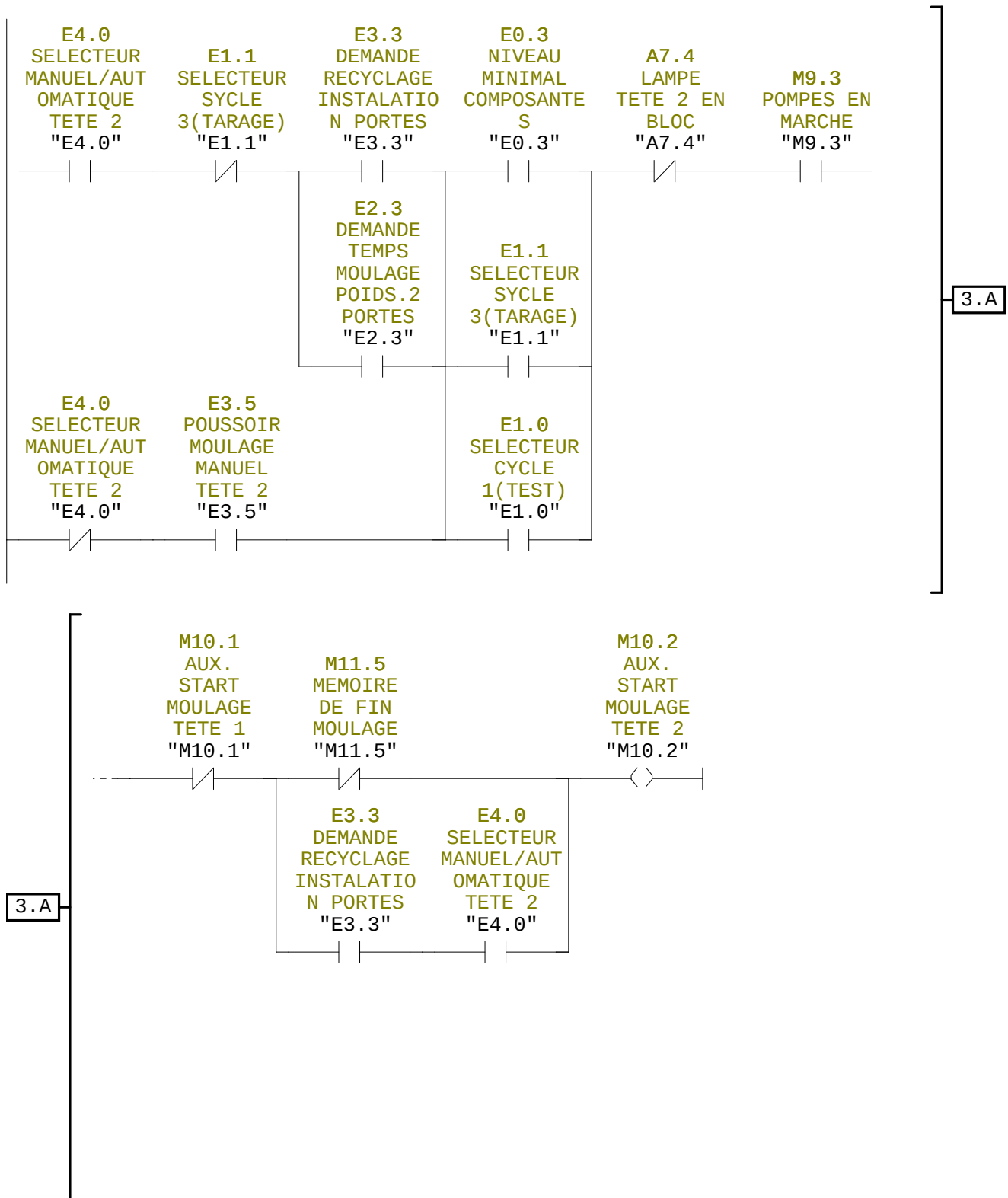
| Nom     | Type de données | Adresse | Commentaire |
|---------|-----------------|---------|-------------|
| IN      |                 | 0.0     |             |
| OUT     |                 | 0.0     |             |
| IN_OUT  |                 | 0.0     |             |
| TEMP    |                 | 0.0     |             |
| RETURN  |                 | 0.0     |             |
| RET_VAL |                 | 0.0     |             |

**Bloc : FC2 COMMANDE****Réseau : 1      AUX. START MOULAGE TETE 1**

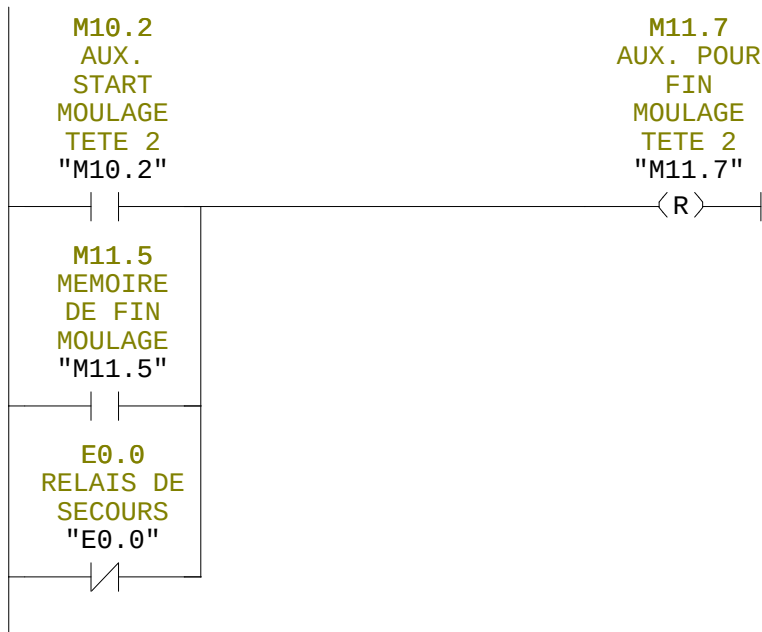
|            |                              |
|------------|------------------------------|
| Réseau : 2 | AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 1 |
|------------|------------------------------|



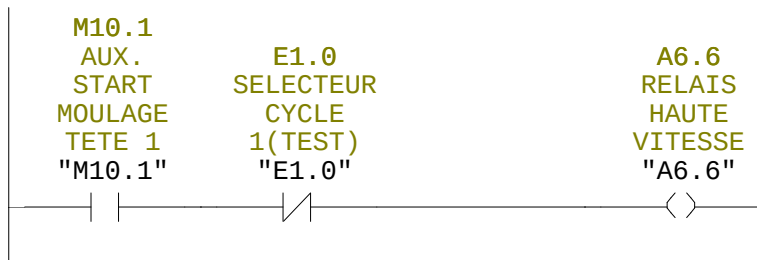
Réseau : 3      AUX. START MOULAGE TETE 2



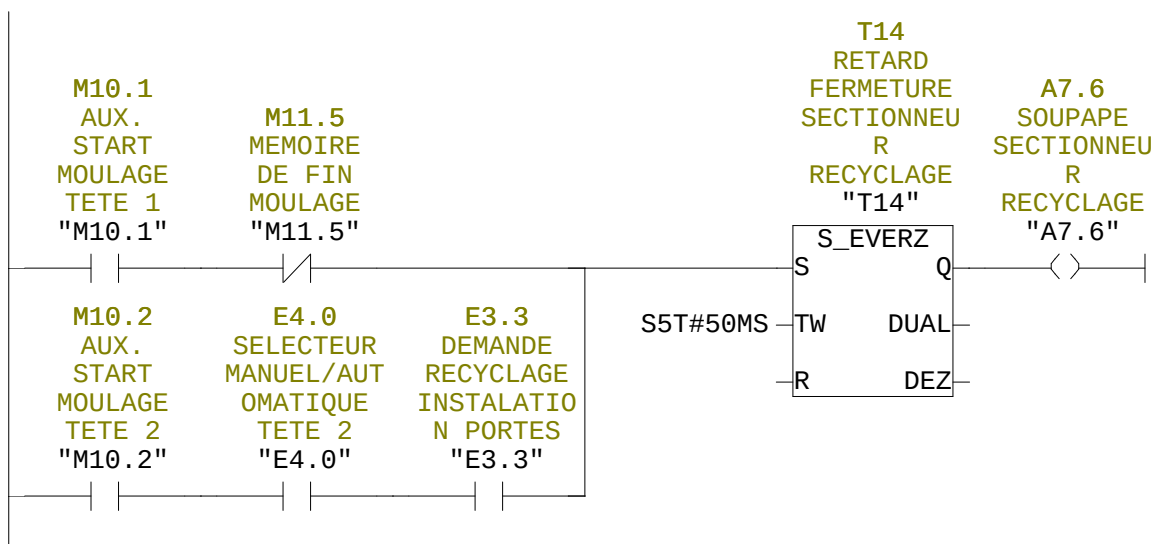
Réseau : 4      AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 2



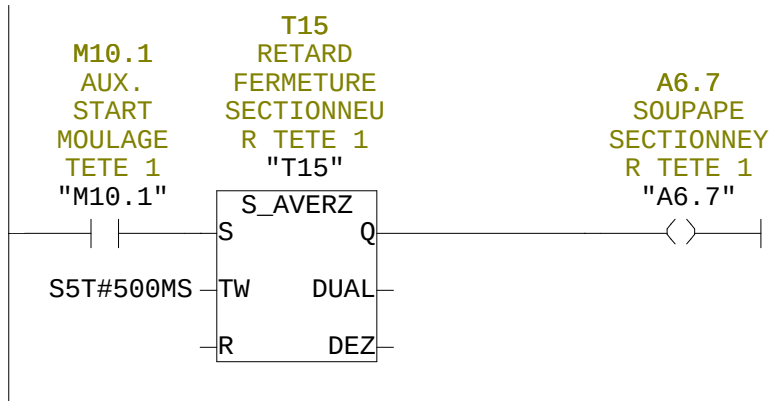
Réseau : 5      RELAIS HAUTE VITESSE



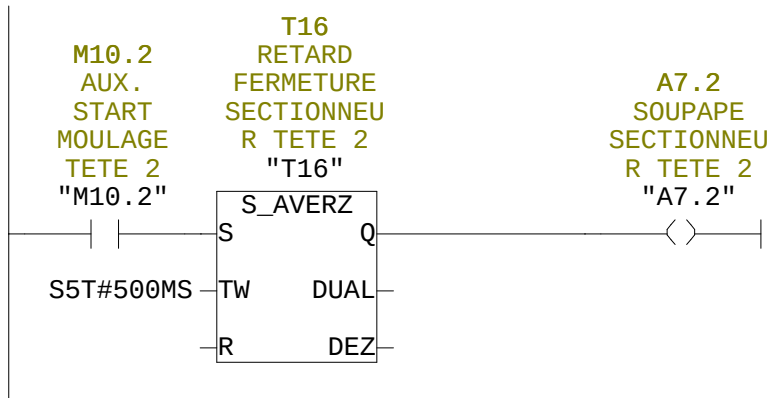
Réseau : 6      RETARD FERMETURE SECTIONNEUR RECYCLAGE



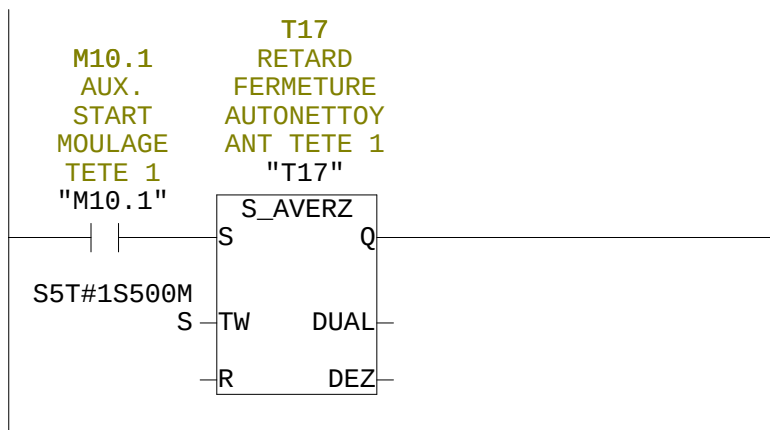
Réseau : 7      RETARD FERMETURE SECTIONNEUR TETE 1



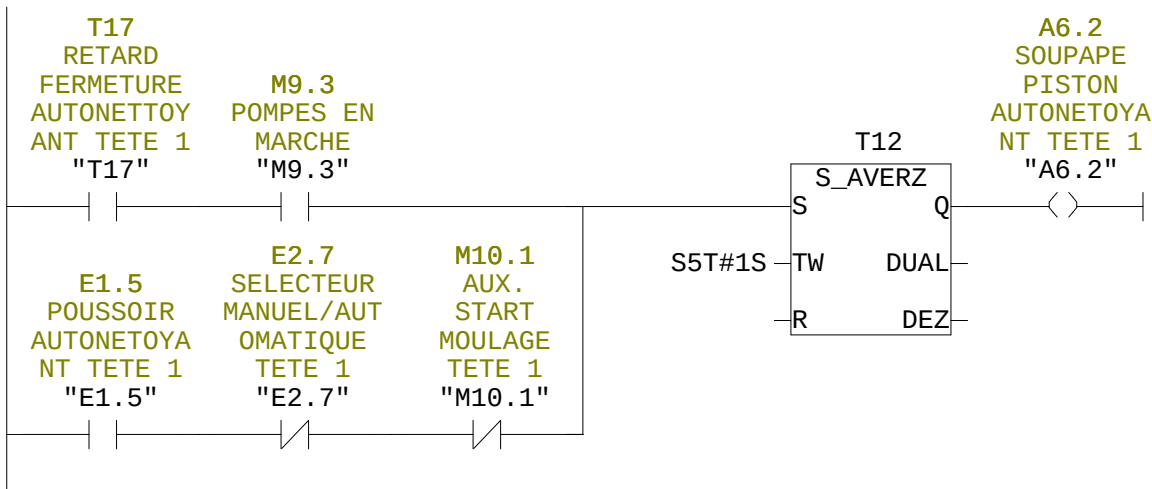
Réseau : 8      RETARD CONTROL FERMETURE TETES



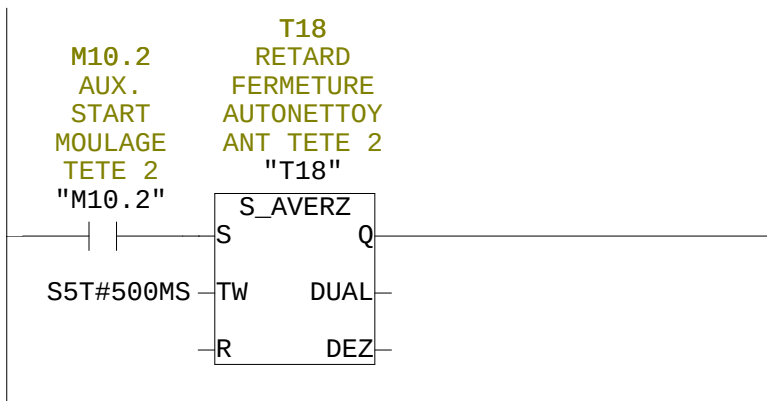
Réseau : 9      RETARD FERMETURE AUTONETTOYANT TETE 1



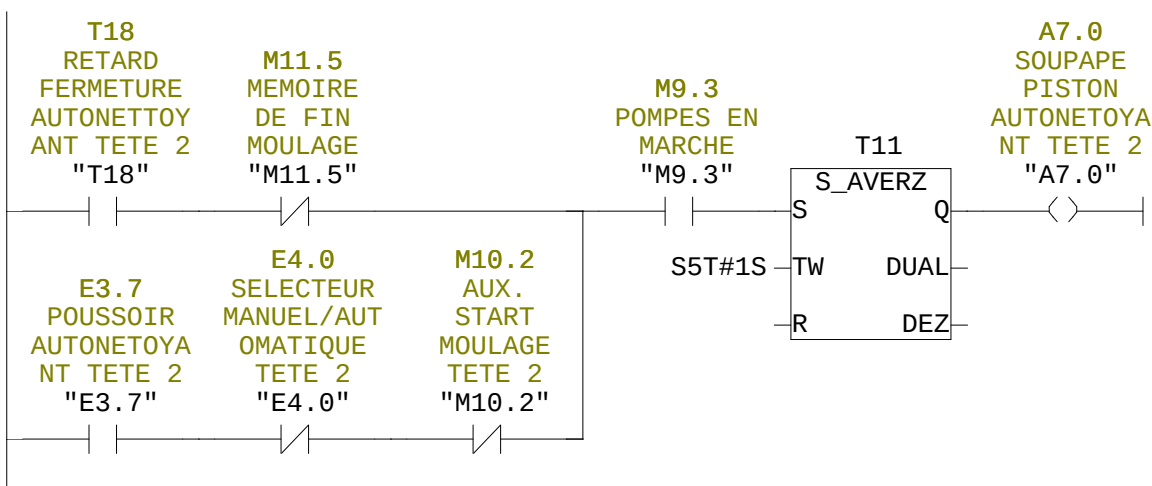
Réseau : 10



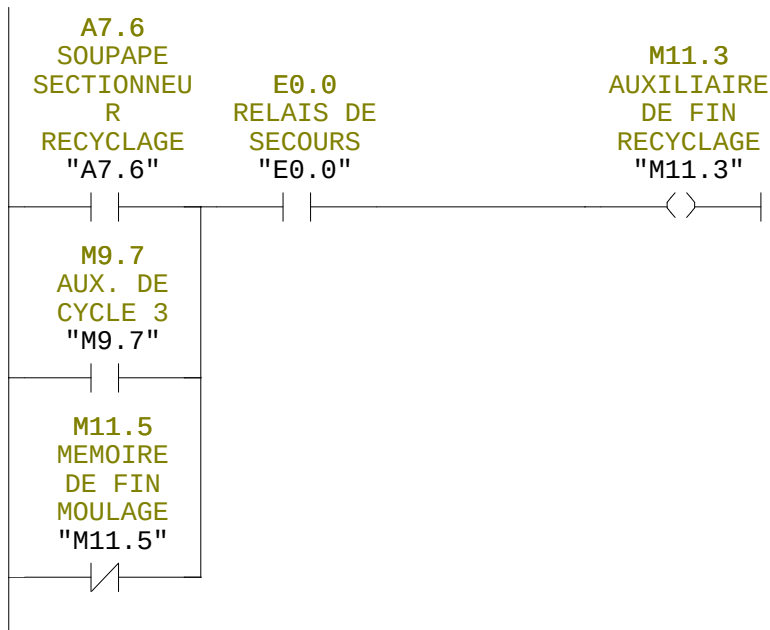
Réseau : 11 RETARD FERMETURE AUTONETTOYANT TETE 2



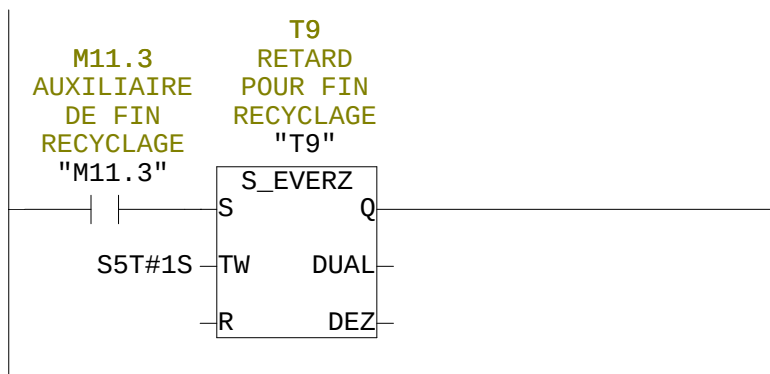
Réseau : 12



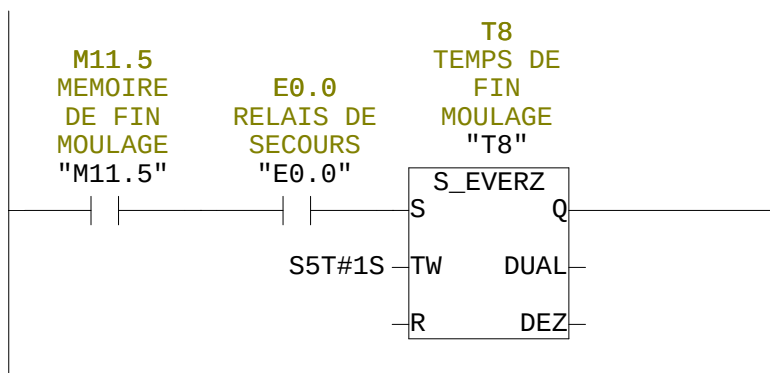
## Réseau : 13      AUXILIAIRE DE FIN RECYCLAGE



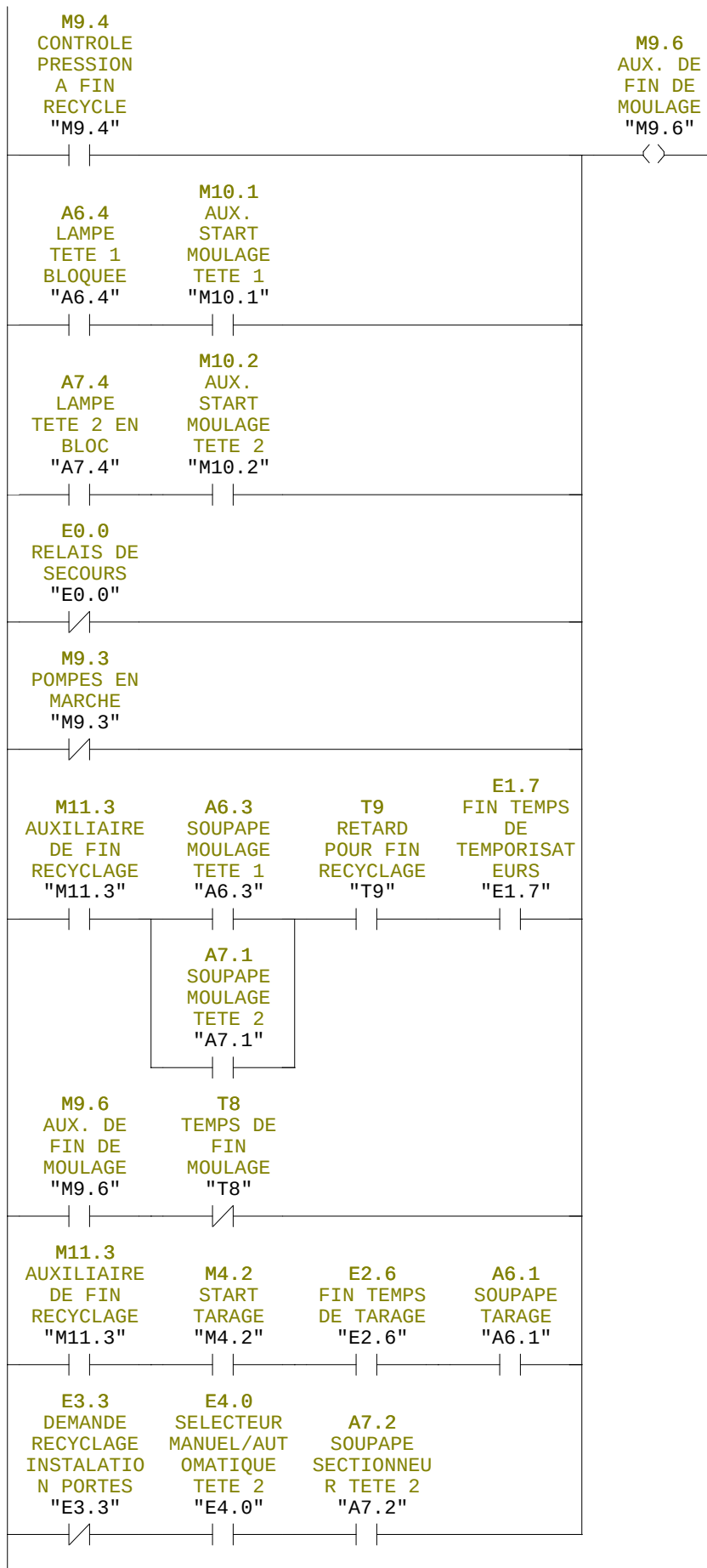
## Réseau : 14      RETARTARD POUR FIN RECYCLAGE



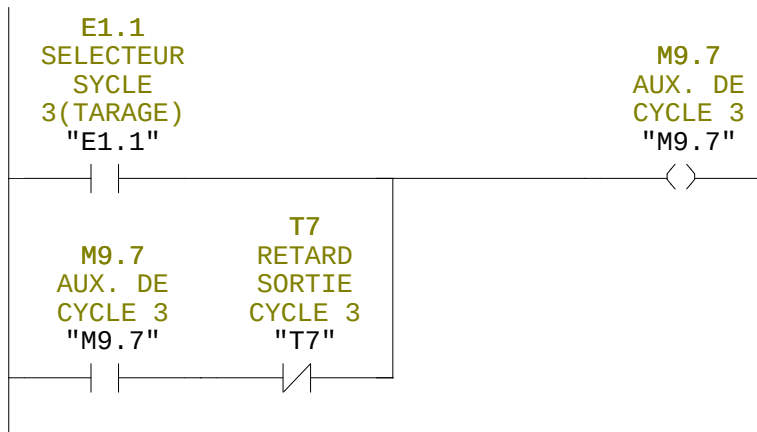
## Réseau : 15      TEMPS DE FIN MOULAGE



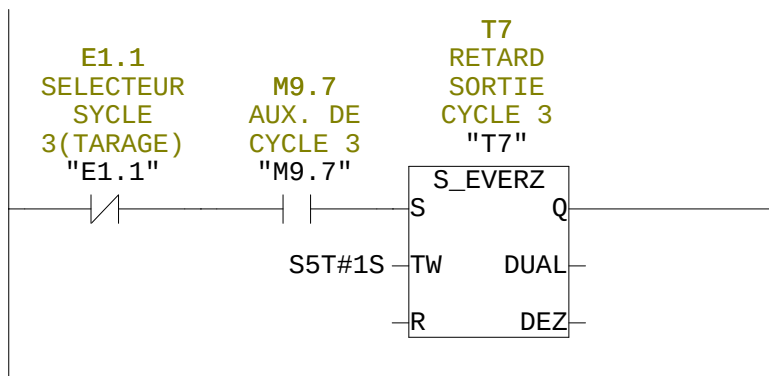
Réseau : 16      AUX. DE FIN DE MOULAGE



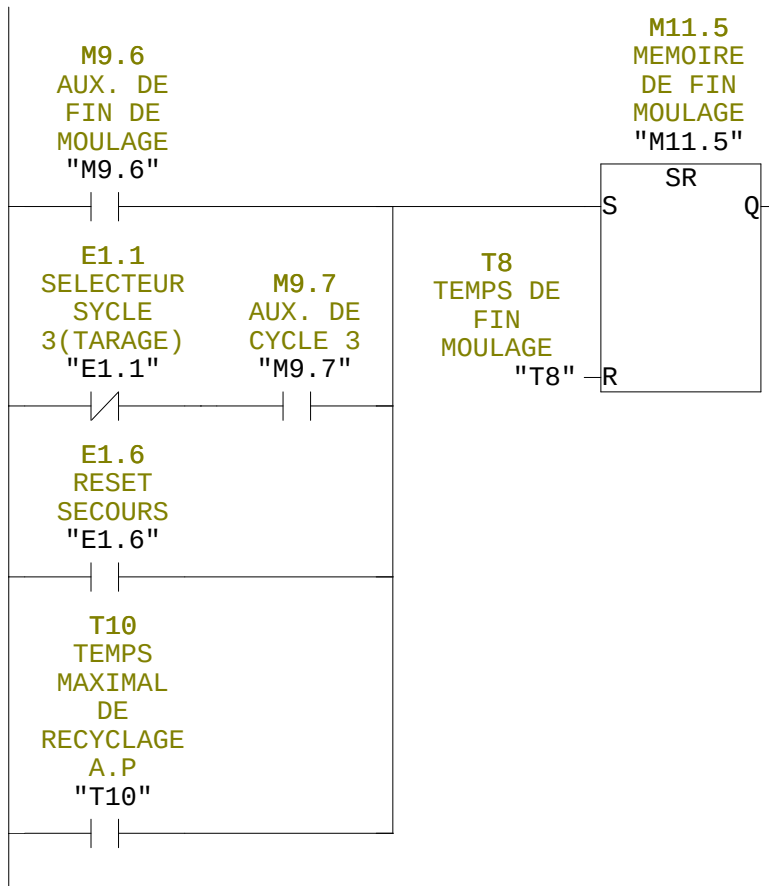
Réseau : 17      AUX. DE CYCLE 3



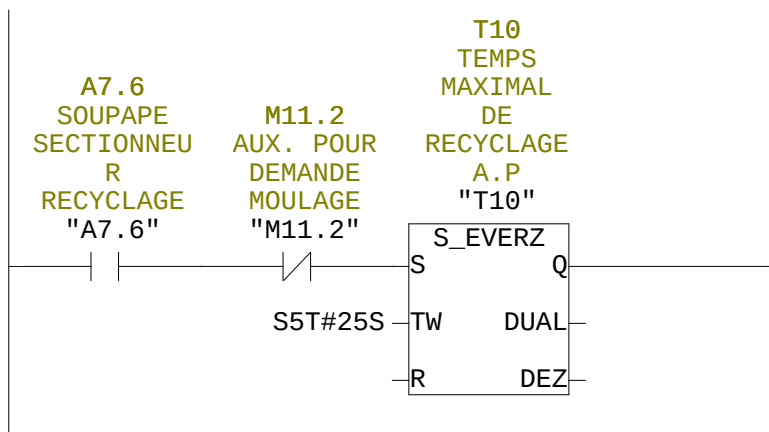
Réseau : 18      RETARD SORTIE CYCLE 3



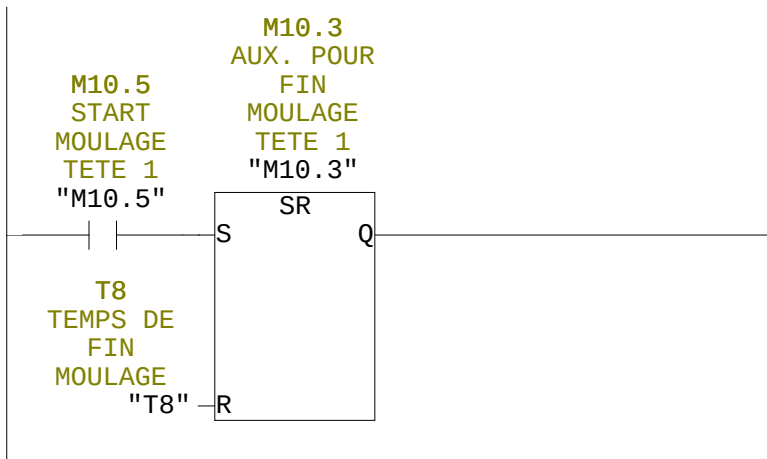
Réseau : 19 MEMOIRE DE FIN MOULAGE



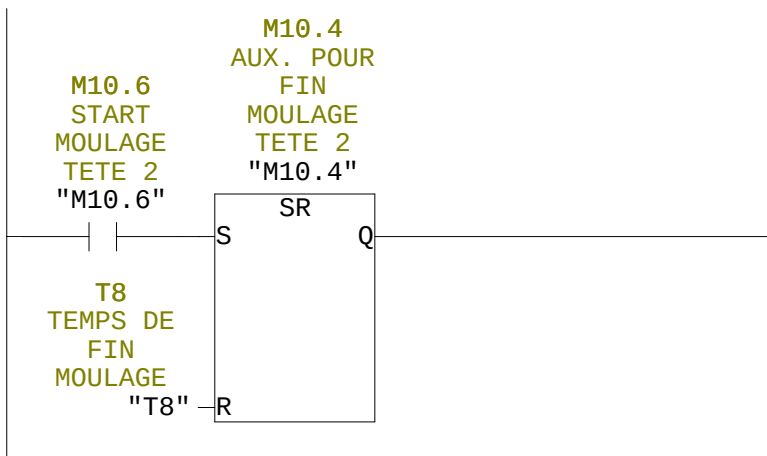
Réseau : 20 TEMPS MAXIMAL DE RECYCLAGE A.P



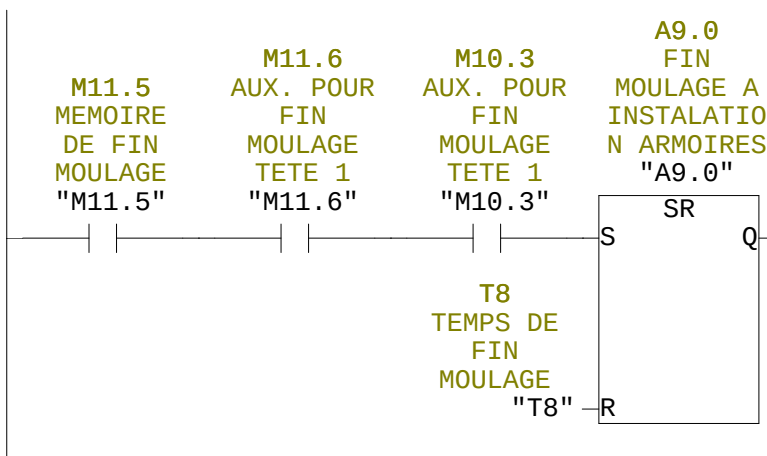
Réseau : 21      AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 1



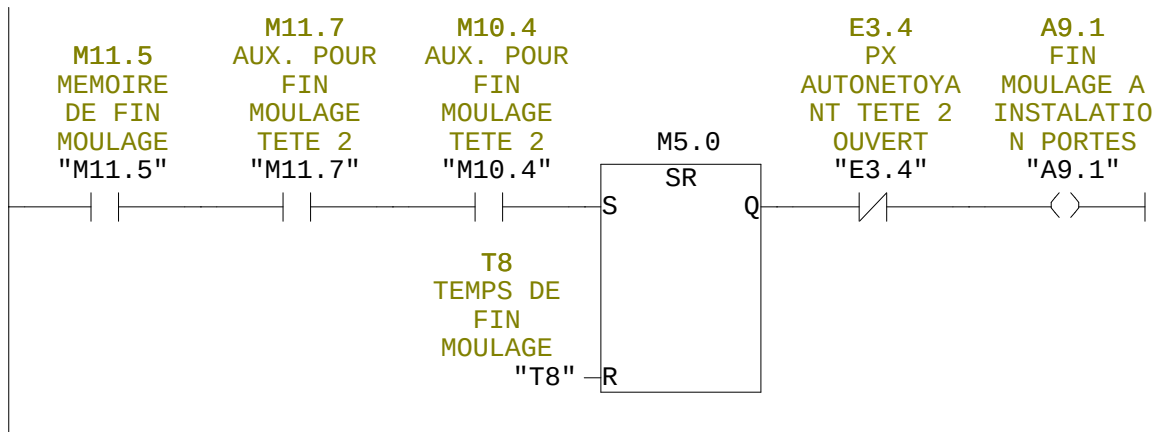
Réseau : 22      AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 2



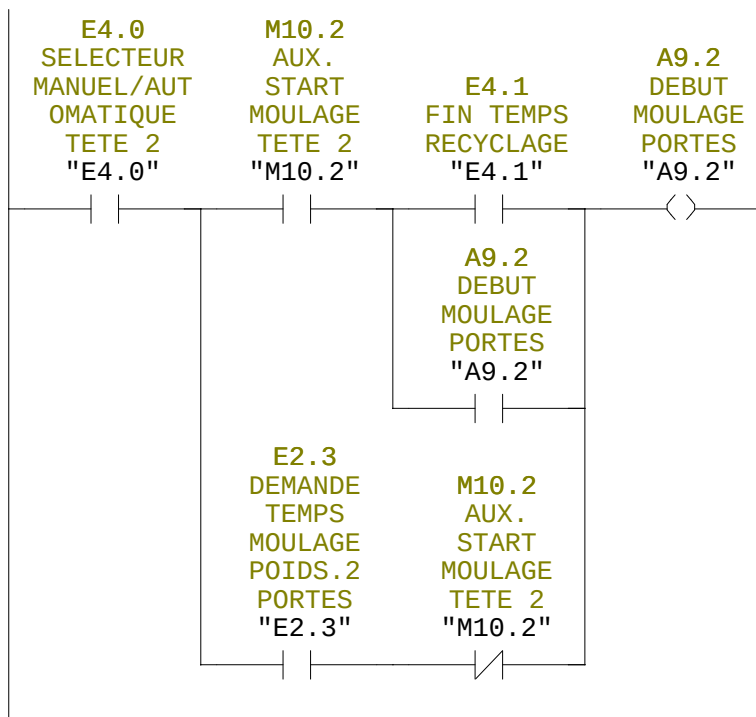
Réseau : 23      FIN MOULAGE A INSTALLATION ARMOIRES



Réseau : 24



Réseau : 25 DEBUT MOULAGE PORTES



Réseau : 26

BE

**FC3 - <offline>**

"TEMPS"

Nom :

Famille :

Auteur :

Version : 0.1

Version de bloc : 2

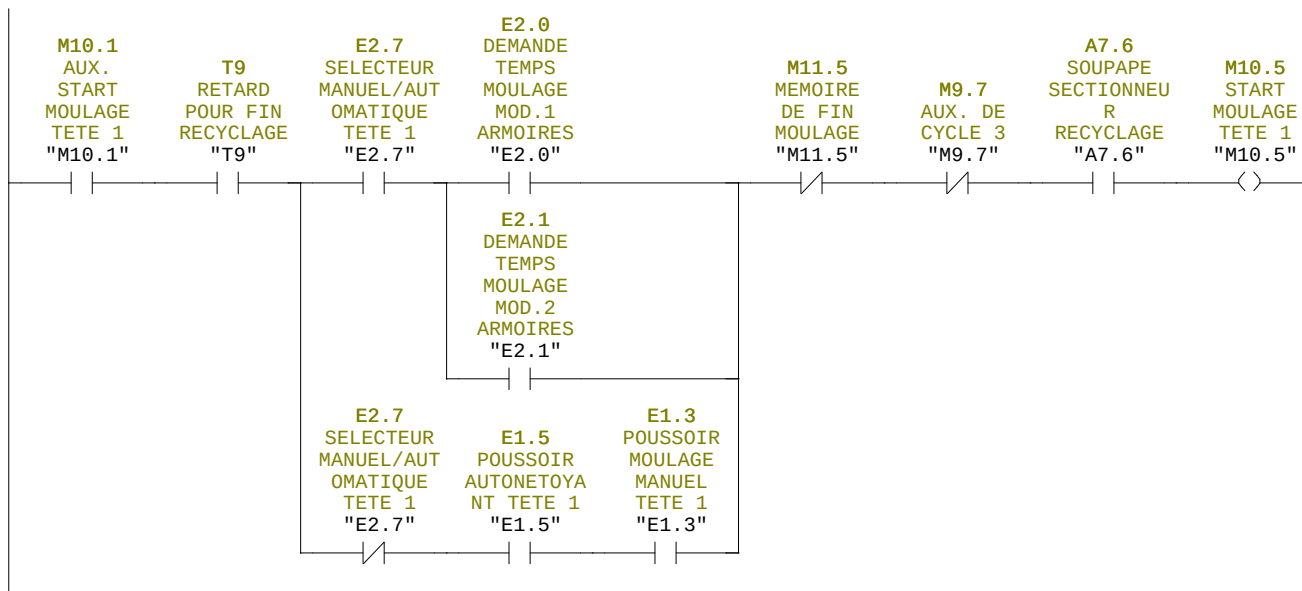
Horodatage Code :

18/10/2013 23:33:43

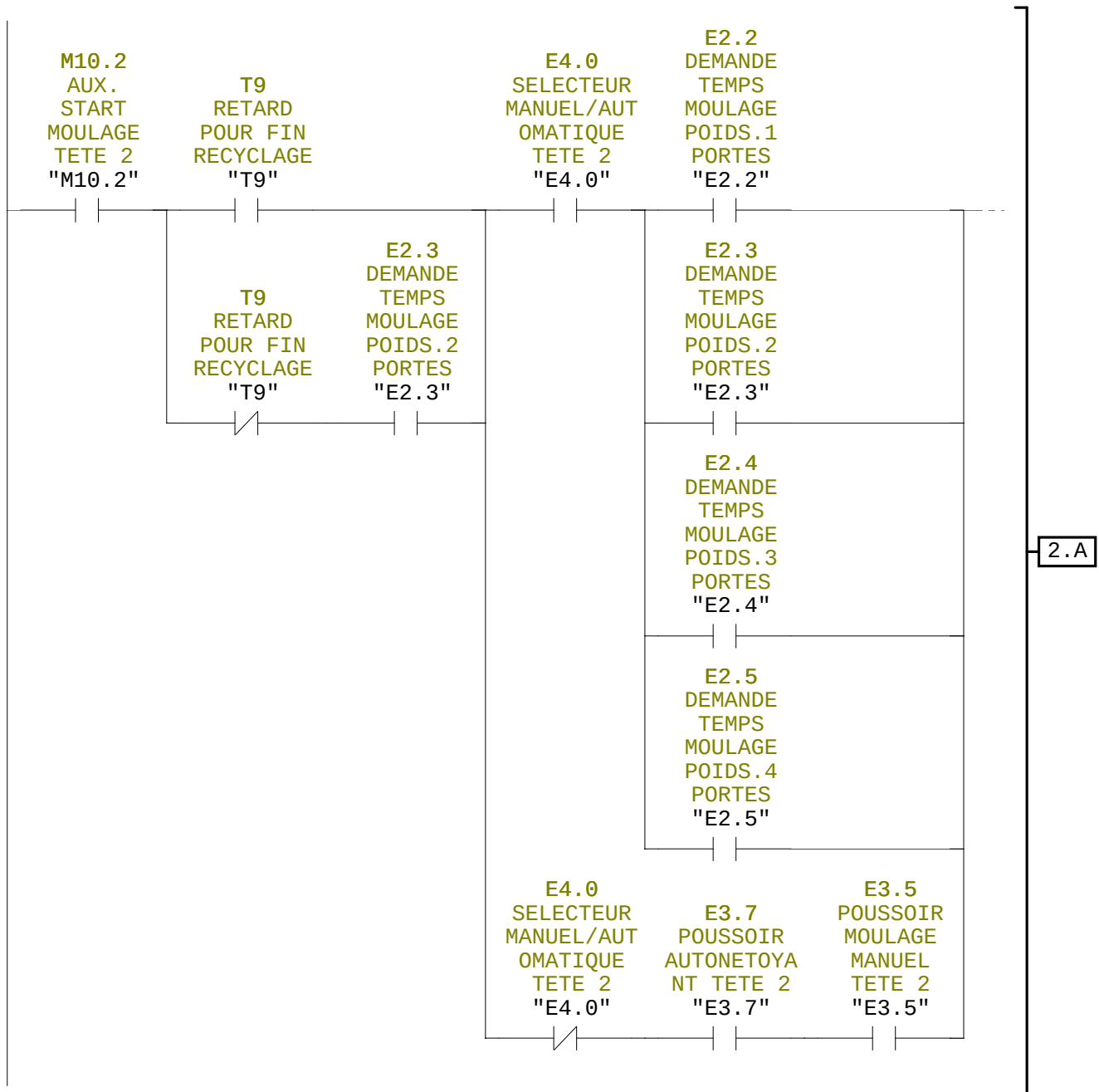
Interface : 13/05/2013 11:01:00

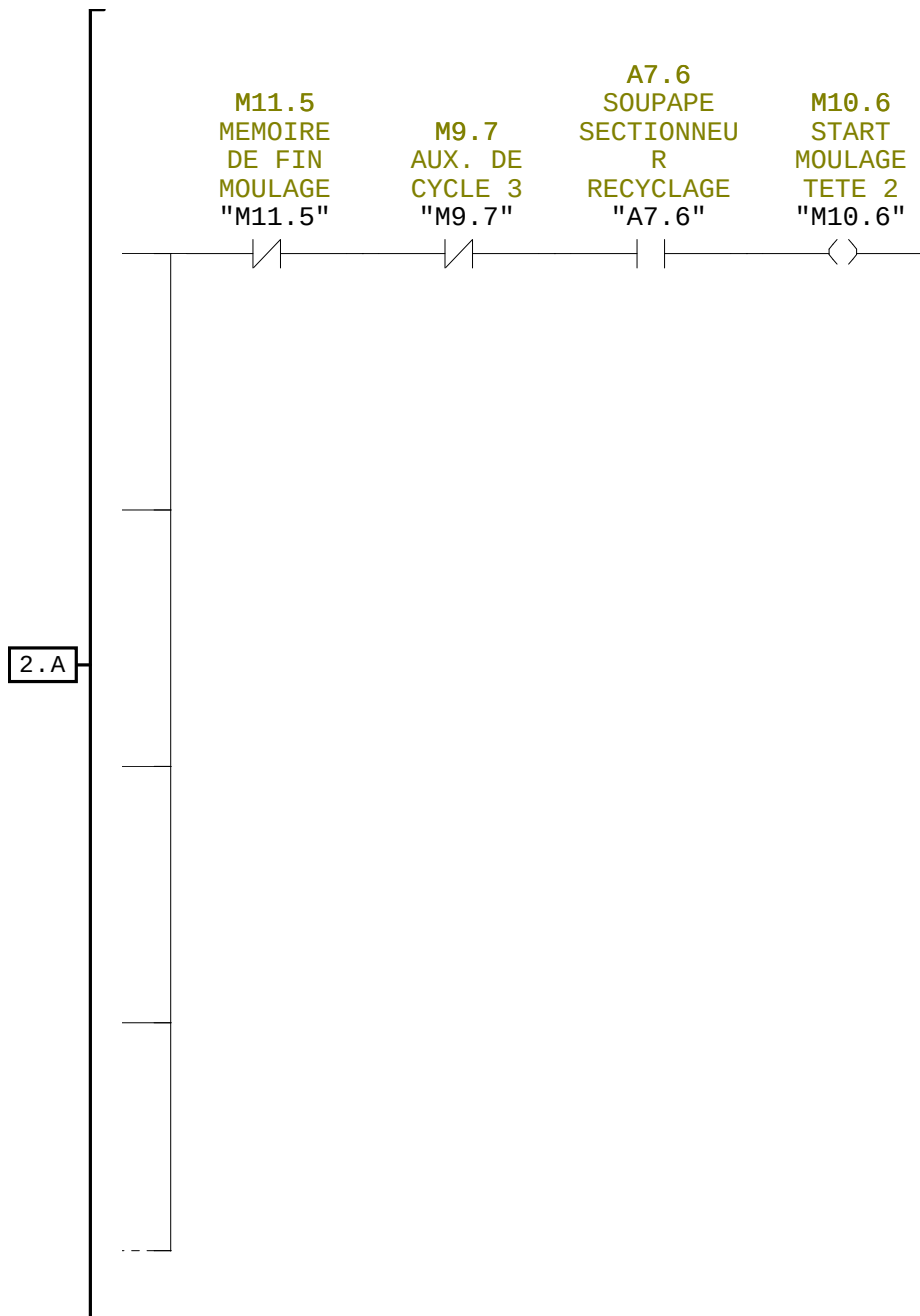
Longueur (bloc/code /données locales) : 00378 00258 00000

| Nom     | Type de données | Adresse | Commentaire |
|---------|-----------------|---------|-------------|
| IN      |                 | 0.0     |             |
| OUT     |                 | 0.0     |             |
| IN_OUT  |                 | 0.0     |             |
| TEMP    |                 | 0.0     |             |
| RETURN  |                 | 0.0     |             |
| RET_VAL |                 | 0.0     |             |

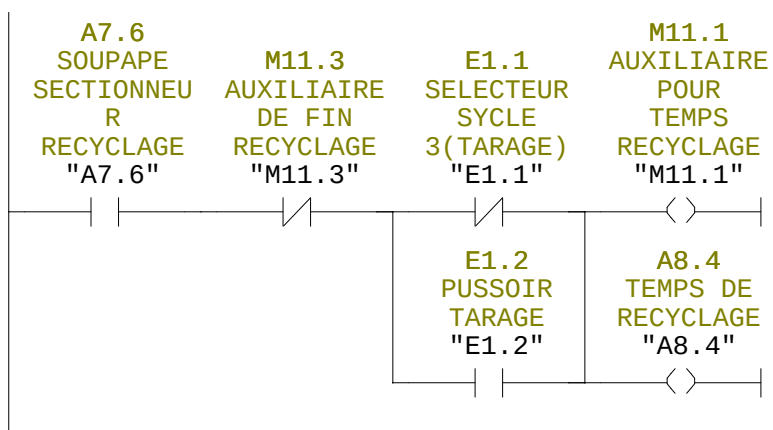
**Bloc : FC3 TEMPS****Réseau : 1      START MOULAGE TETE 1**

Réseau : 2      START MOULAGE TETE 2

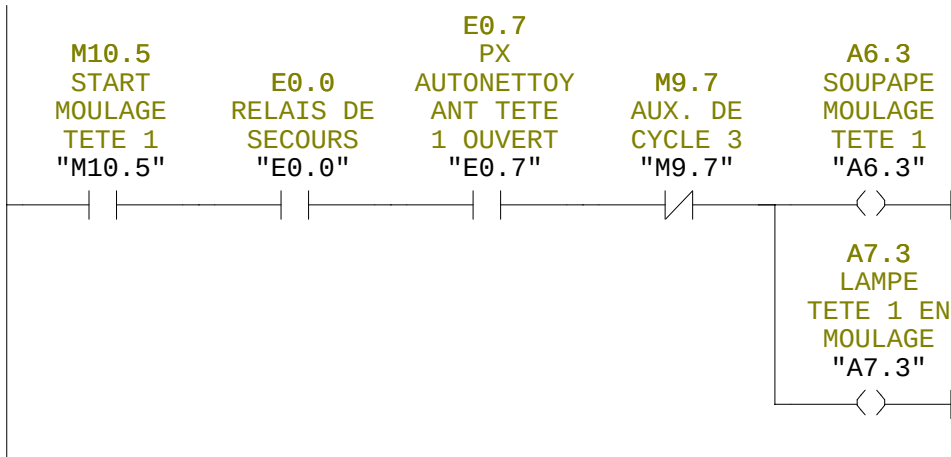




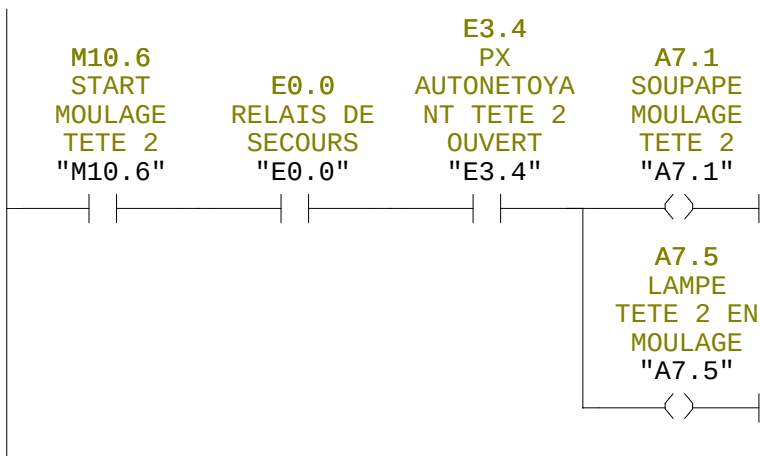
Réseau : 3      AUXILIAIRE POUR TEMPS RECYCLAGE



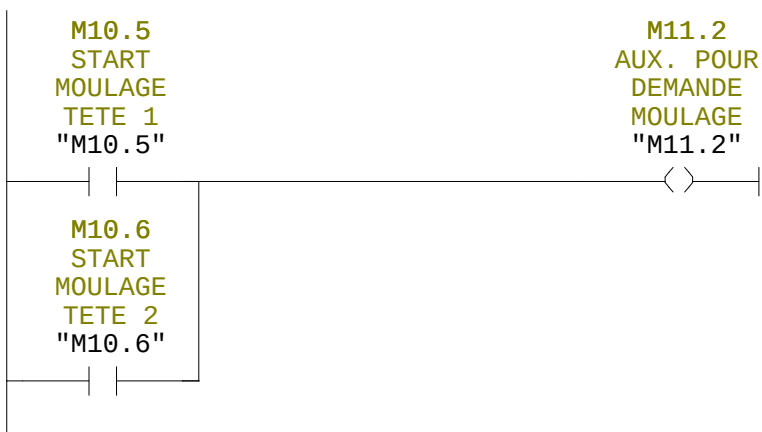
Réseau : 4 SOUPAPE MOULAGE TETE 1



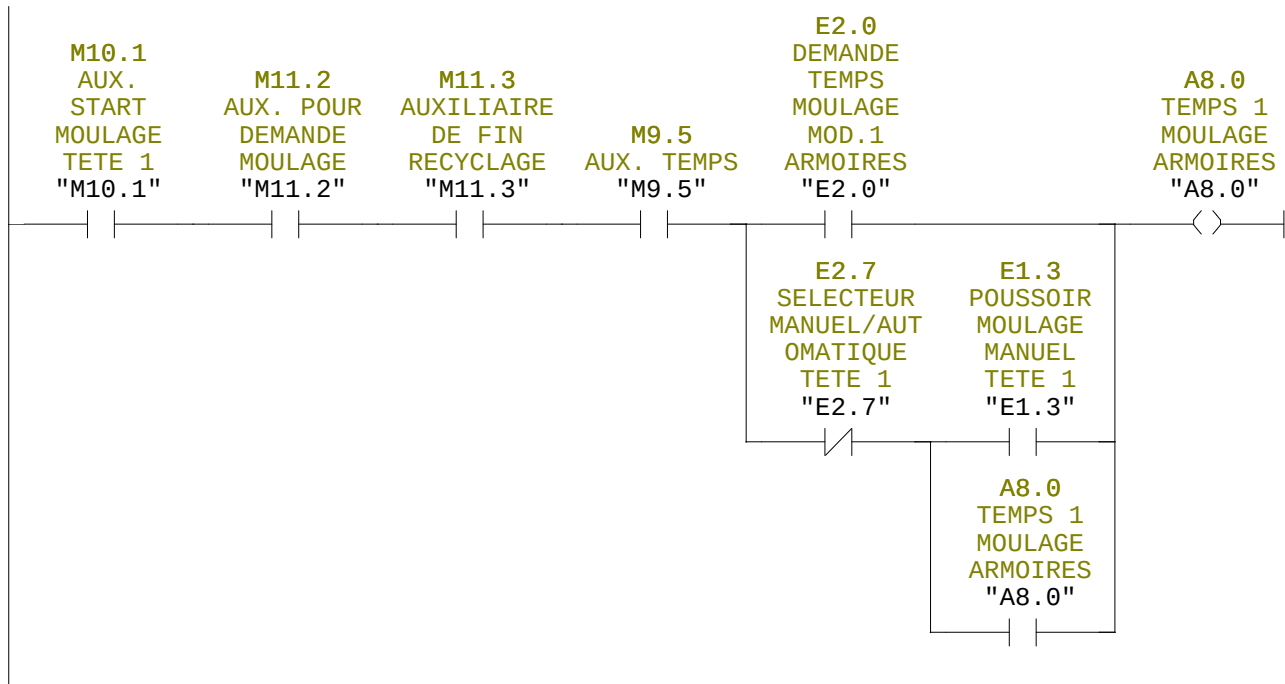
Réseau : 5 SOUPAPE MOULAGE TETE 2



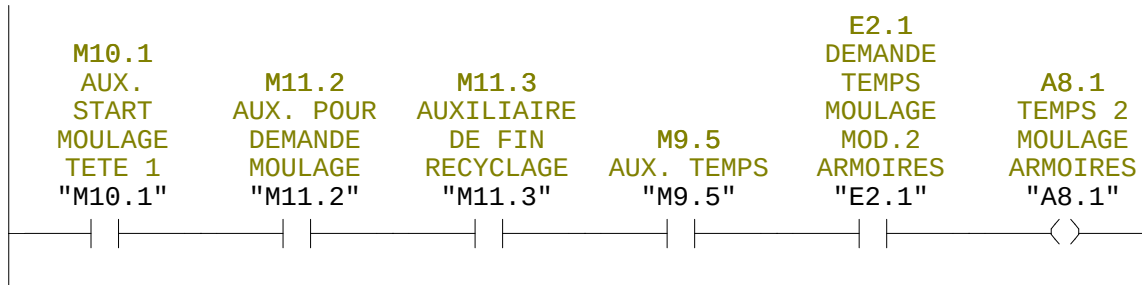
Réseau : 6 AUX. POUR DEMANDE MOULAGE



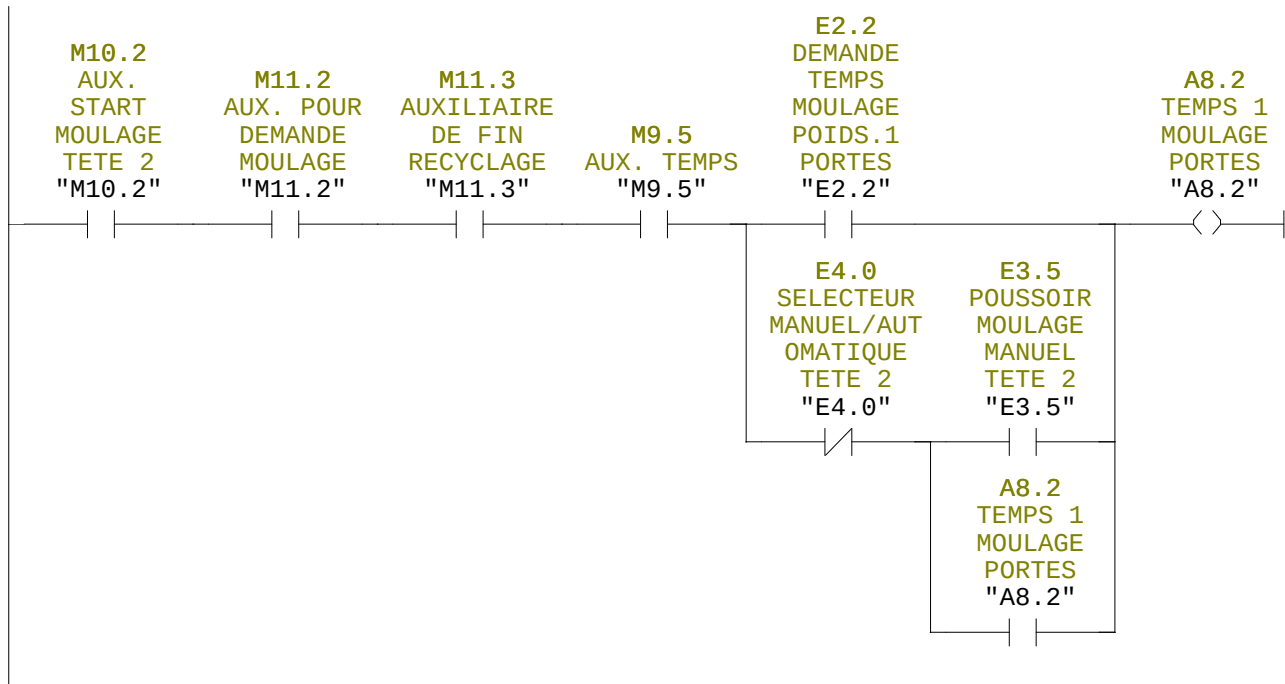
## Réseau : 7      TEMPS 1 MOULAGE ARMOIRES



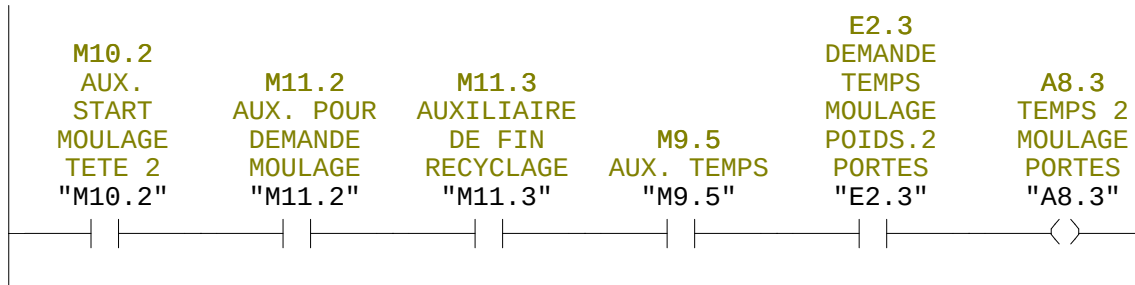
## Réseau : 8      TEMPS 2 MOULAGE ARMOIRES



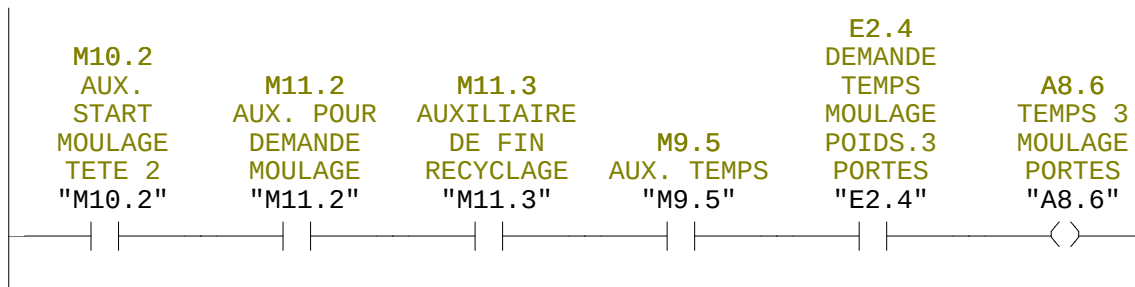
## Réseau : 9      TEMPS 1 MOULAGE PORTES



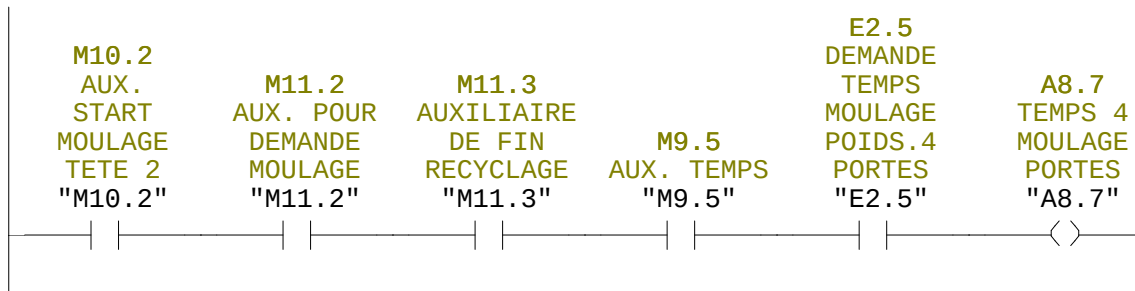
## Réseau : 10      TEMPS 2 MOULAGE PORTES



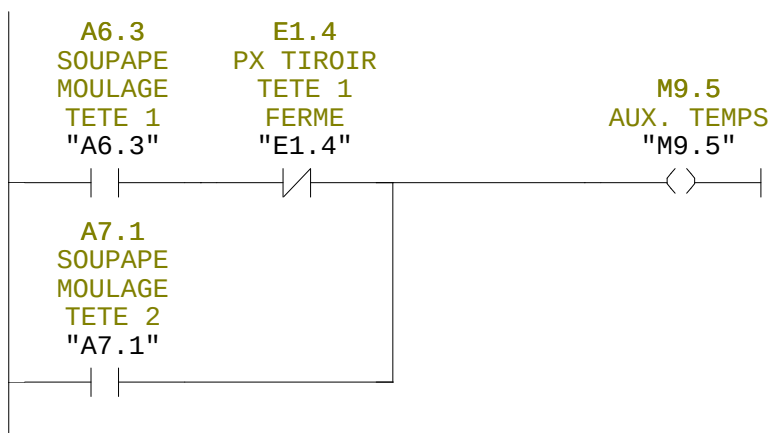
## Réseau : 11      TEMPS 3 MOULAGE PORTES



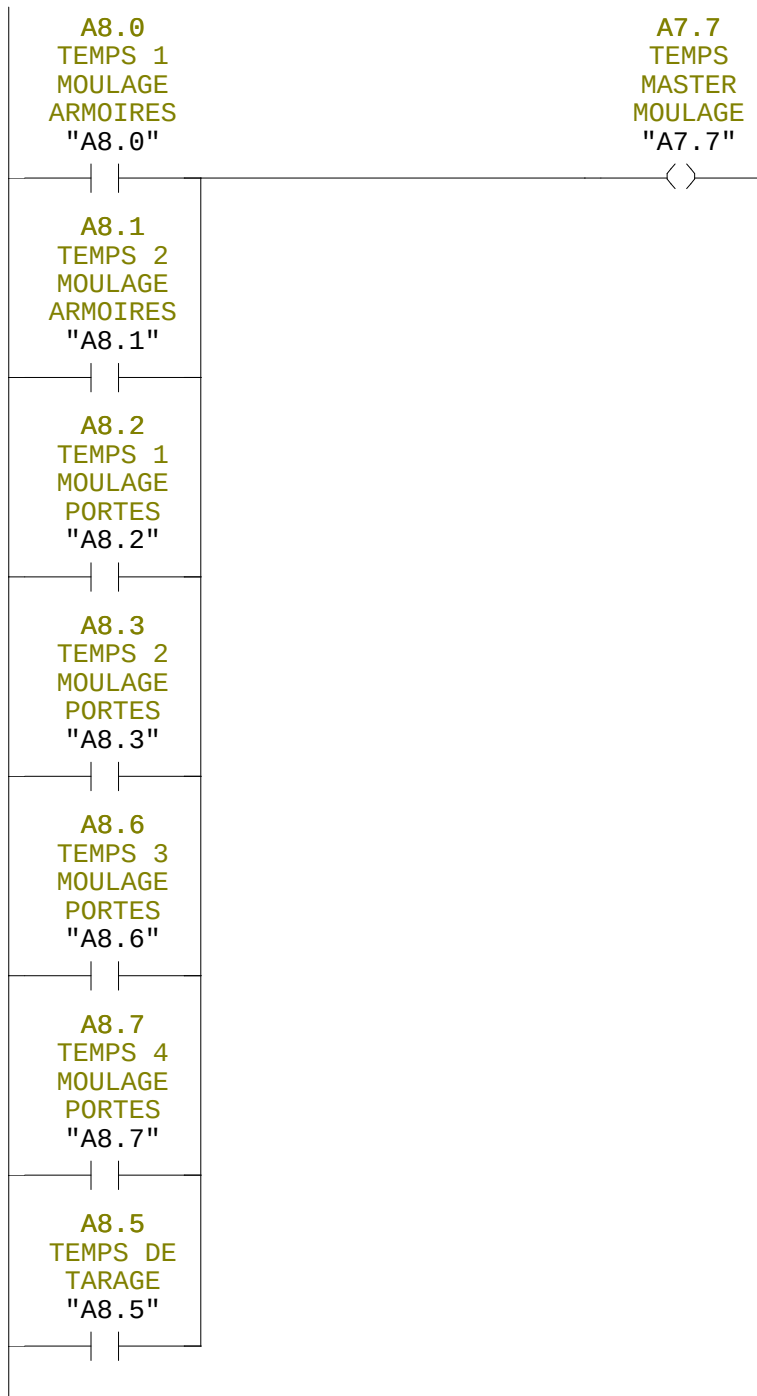
|             |                        |
|-------------|------------------------|
| Réseau : 12 | TEMPS 4 MOULAGE PORTES |
|-------------|------------------------|



|             |            |
|-------------|------------|
| Réseau : 13 | AUX. TEMPS |
|-------------|------------|



|             |                      |
|-------------|----------------------|
| Réseau : 14 | TEMPS MASTER MOULAGE |
|-------------|----------------------|



|             |
|-------------|
| Réseau : 15 |
|-------------|

BE

# **LES MNEMONIQUES**

**Propriétés de la table des mnémoniques**

Nom : Mnémoniques

Auteur :

Commentaire :

Date de création : 09/07/2013 12:06:47

Dernière modification : 19/10/2013 00:05:55

Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques

Nombre de mnémoniques : 104/104

Dernier tri : Mnémonique ordre croissant

| Etat | Mnémonique | Opérande | Type de données | Commentaire                          |
|------|------------|----------|-----------------|--------------------------------------|
|      | A6.0       | A 6.0    | BOOL            | COMANDE A LA THERMOSTATISATION       |
|      | A6.1       | A 6.1    | BOOL            | SOUPAPE TARAGE                       |
|      | A6.2       | A 6.2    | BOOL            | SOUPAPE PISTON AUTONETOYANT TETE 1   |
|      | A6.3       | A 6.3    | BOOL            | SOUPAPE MOULAGE TETE 1               |
|      | A6.4       | A 6.4    | BOOL            | LAMPE TETE 1 BLOQUEE                 |
|      | A6.5       | A 6.5    | BOOL            | SIRENE                               |
|      | A6.6       | A 6.6    | BOOL            | RELAIS HAUTE VITESSE                 |
|      | A6.7       | A 6.7    | BOOL            | SOUPAPE SECTIONNEUR TETE 1           |
|      | A7.0       | A 7.0    | BOOL            | SOUPAPE PISTON AUTONETOYANT TETE 2   |
|      | A7.1       | A 7.1    | BOOL            | SOUPAPE MOULAGE TETE 2               |
|      | A7.2       | A 7.2    | BOOL            | SOUPAPE SECTIONNEUR TETE 2           |
|      | A7.3       | A 7.3    | BOOL            | LAMPE TETE 1 EN MOULAGE              |
|      | A7.4       | A 7.4    | BOOL            | LAMPE TETE 2 EN BLOC                 |
|      | A7.5       | A 7.5    | BOOL            | LAMPE TETE 2 EN MOULAGE              |
|      | A7.6       | A 7.6    | BOOL            | SOUPAPE SECTIONNEUR RECYCLAGE        |
|      | A7.7       | A 7.7    | BOOL            | TEMPS MASTER MOULAGE                 |
|      | A8.0       | A 8.0    | BOOL            | TEMPS 1 MOULAGE ARMOIRES             |
|      | A8.1       | A 8.1    | BOOL            | TEMPS 2 MOULAGE ARMOIRES             |
|      | A8.2       | A 8.2    | BOOL            | TEMPS 1 MOULAGE PORTES               |
|      | A8.3       | A 8.3    | BOOL            | TEMPS 2 MOULAGE PORTES               |
|      | A8.4       | A 8.4    | BOOL            | TEMPS DE RECYCLAGE                   |
|      | A8.5       | A 8.5    | BOOL            | TEMPS DE TARAGE                      |
|      | A8.6       | A 8.6    | BOOL            | TEMPS 3 MOULAGE PORTES               |
|      | A8.7       | A 8.7    | BOOL            | TEMPS 4 MOULAGE PORTES               |
|      | A9.0       | A 9.0    | BOOL            | FIN MOULAGE A INSTALLATION ARMOIRES  |
|      | A9.1       | A 9.1    | BOOL            | FIN MOULAGE A INSTALLATION PORTES    |
|      | A9.2       | A 9.2    | BOOL            | DEBUT MOULAGE PORTES                 |
|      | COMMANDE   | FC 2     | FC 2            |                                      |
|      | E0.0       | E 0.0    | BOOL            | RELAIS DE SECOURS                    |
|      | E0.1       | E 0.1    | BOOL            | PRESSIION MINIMALE ISOCYANAT         |
|      | E0.2       | E 0.2    | BOOL            | PRESSIION MINIMALE POLYOL            |
|      | E0.3       | E 0.3    | BOOL            | NIVEAU MINIMAL COMPOSANTES           |
|      | E0.4       | E 0.4    | BOOL            | NIVEAU MAXIMAL COMPOSANTES           |
|      | E0.5       | E 0.5    | BOOL            | CENTRAL ON                           |
|      | E0.6       | E 0.6    | BOOL            | POMPES ON                            |
|      | E0.7       | E 0.7    | BOOL            | PX AUTONETTOYANT TETE 1 OUVERT       |
|      | E1.0       | E 1.0    | BOOL            | SELECTEUR CYCLE 1(TEST)              |
|      | E1.1       | E 1.1    | BOOL            | SELECTEUR SYCLE 3(TARAGE)            |
|      | E1.2       | E 1.2    | BOOL            | PUSOIR TARAGE                        |
|      | E1.3       | E 1.3    | BOOL            | POUSOIR MOULAGE MANUEL TETE 1        |
|      | E1.4       | E 1.4    | BOOL            | PX TIROIR TETE 1 FERME               |
|      | E1.5       | E 1.5    | BOOL            | POUSOIR AUTONETOYANT TETE 1          |
|      | E1.6       | E 1.6    | BOOL            | RESET SECOURS                        |
|      | E1.7       | E 1.7    | BOOL            | FIN TEMPS DE TEMPORISATEURS          |
|      | E2.0       | E 2.0    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE MOD.1 ARMOIRES |
|      | E2.1       | E 2.1    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE MOD.2 ARMOIRES |

| Etat | Mnémonique | Opérande | Type de données | Commentaire                             |
|------|------------|----------|-----------------|-----------------------------------------|
|      | E2.2       | E 2.2    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE POIDS.1 PORTES    |
|      | E2.3       | E 2.3    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE POIDS.2 PORTES    |
|      | E2.4       | E 2.4    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE POIDS.3 PORTES    |
|      | E2.5       | E 2.5    | BOOL            | DEMANDE TEMPS MOULAGE POIDS.4 PORTES    |
|      | E2.6       | E 2.6    | BOOL            | FIN TEMPS DE TARAGE                     |
|      | E2.7       | E 2.7    | BOOL            | SELECTEUR MANUEL/AUTOMATIQUE TETE 1     |
|      | E3.0       | E 3.0    | BOOL            | PRESSIION MINIMALE RESERVOIR POLYOL     |
|      | E3.1       | E 3.1    | BOOL            | PRESSIION MINIMALE RESERVOIR ISOCYANATE |
|      | E3.2       | E 3.2    | BOOL            | DEMANDE RECYCLAGE INSTALLATION ARMOIRES |
|      | E3.3       | E 3.3    | BOOL            | DEMANDE RECYCLAGE INSTALLATION PORTES   |
|      | E3.4       | E 3.4    | BOOL            | PX AUTONETOYANT TETE 2 OUVERT           |
|      | E3.5       | E 3.5    | BOOL            | POUSOIR MOULAGE MANUEL TETE 2           |
|      | E3.6       | E 3.6    | BOOL            | PX TIROIR TETE 2 FERME                  |
|      | E3.7       | E 3.7    | BOOL            | POUSOIR AUTONETOYANT TETE 2             |
|      | E4.0       | E 4.0    | BOOL            | SELECTEUR MANUEL/AUTOMATIQUE TETE 2     |
|      | E4.1       | E 4.1    | BOOL            | FIN TEMPS RECYCLAGE                     |
|      | Grafcet    | FB 1     | FB 1            |                                         |
|      | M10.0      | M 10.0   | BOOL            | AUX. ALARME                             |
|      | M10.1      | M 10.1   | BOOL            | AUX. START MOULAGE TETE 1               |
|      | M10.2      | M 10.2   | BOOL            | AUX. START MOULAGE TETE 2               |
|      | M10.3      | M 10.3   | BOOL            | AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 1            |
|      | M10.4      | M 10.4   | BOOL            | AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 2            |
|      | M10.5      | M 10.5   | BOOL            | START MOULAGE TETE 1                    |
|      | M10.6      | M 10.6   | BOOL            | START MOULAGE TETE 2                    |
|      | M10.7      | M 10.7   | BOOL            | AUX. POUR START RECYCLAGE MACHINE       |
|      | M11.0      | M 11.0   | BOOL            | BLOC POUR TIROIRS TETES BLOQUES         |
|      | M11.1      | M 11.1   | BOOL            | AUXILIAIRE POUR TEMPS RECYCLAGE         |
|      | M11.2      | M 11.2   | BOOL            | AUX. POUR DEMANDE MOULAGE               |
|      | M11.3      | M 11.3   | BOOL            | AUXILIAIRE DE FIN RECYCLAGE             |
|      | M11.4      | M 11.4   | BOOL            | FAIBLE ALARME SONORE                    |
|      | M11.5      | M 11.5   | BOOL            | MEMOIRE DE FIN MOULAGE                  |
|      | M11.6      | M 11.6   | BOOL            | AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 1            |
|      | M11.7      | M 11.7   | BOOL            | AUX. POUR FIN MOULAGE TETE 2            |
|      | M4.2       | M 4.2    | BOOL            | START TARAGE                            |
|      | M4.3       | M 4.3    | BOOL            | AUX. RECYCLAGE POMPES                   |
|      | M9.3       | M 9.3    | BOOL            | POMPES EN MARCHÉ                        |
|      | M9.4       | M 9.4    | BOOL            | CONTROLE PRESSIION A FIN RECYCLE        |
|      | M9.5       | M 9.5    | BOOL            | AUX. TEMPS                              |
|      | M9.6       | M 9.6    | BOOL            | AUX. DE FIN DE MOULAGE                  |
|      | M9.7       | M 9.7    | BOOL            | AUX. DE CYCLE 3                         |
|      | POMPE      | FC 1     | FC 1            |                                         |
|      | T0         | T 0      | TIMER           | INTERMITTENCE                           |
|      | T10        | T 10     | TIMER           | TEMPS MAXIMAL DE RECYCLAGE A.P          |
|      | T13        | T 13     | TIMER           | RETARD ALARME SONORE                    |
|      | T14        | T 14     | TIMER           | RETARD FERMETURE SECTIONNEUR RECYCLAGE  |
|      | T15        | T 15     | TIMER           | RETARD FERMETURE SECTIONNEUR TETE 1     |
|      | T16        | T 16     | TIMER           | RETARD FERMETURE SECTIONNEUR TETE 2     |
|      | T17        | T 17     | TIMER           | RETARD FERMETURE AUTONETTOYANT TETE 1   |
|      | T18        | T 18     | TIMER           | RETARD FERMETURE AUTONETTOYANT TETE 2   |
|      | T2         | T 2      | TIMER           | RETARD POMPES EN MARCHÉ                 |
|      | T3         | T 3      | TIMER           | RETARD CONTROL OUVERTURE AUTONNETOYANTE |
|      | T4         | T 4      | TIMER           | RETARD CONTROL FERMETURE AUTONETOYANTE  |
|      | T5         | T 5      | TIMER           | RETARD CONTROL OUVERTURE TETES          |
|      | T6         | T 6      | TIMER           | RETARD CONTROL FERMETURE TETES          |
|      | T7         | T 7      | TIMER           | RETARD SORTIE CYCLE 3                   |

| Etat | Mnémonique | Opérande | Type de données | Commentaire               |
|------|------------|----------|-----------------|---------------------------|
|      | T8         | T 8      | TIMER           | TEMPS DE FIN MOULAGE      |
|      | T9         | T 9      | TIMER           | RETARD POUR FIN RECYCLAGE |
|      | TEMPS      | FC 3     | FC 3            |                           |

## ***RESUME :***

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables SIEMENS. Nous avons développés un programme pour la station de moussage à l'aide du logiciel STEP7, on a utilisé l'automate S7-300 qui permet de répondre à la complexité de notre station. Il offre des avantages comme sa grande compatibilité avec le S5 et la facilite de passer de S5 vers S7.

Par la suite nous avons supervisés la station sous le logiciel Win CC flexible permettant de suivre l'évolution du procédé.

## ***Mot clé:***

STEP7, automate programmable S7-300, WIN CC flexible 2008