

République Algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
Université AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
UAMO (ALGERIE)  
Faculté des sciences et des sciences appliquées



Département de Génie Electrique



# mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme  
MASTER en Electrotechnique

OPTION : Electromécanique et Systèmes de Commande

## Thème

*Commande séquentielle et supervision des équipements  
électromécanique de l'atelier de broyage cru par un API  
S7-300*

*Présenté par :*

*Mr : DJELLAL Amar*

*Mr : BENABDALLAH Ahmed Tidjani*

*Encadreur :*

*Mr : ISSAOUNI Salim*

*Soutenu le 23/09/2017 devant le jury composé de :*

*Mr. MOHAMMEDI*

*Maître à l'université de Bouira*

*Président*

*Mr. ISSAOUNI*

*Maître à l'université de Bouira*

*Encadreur*

*Mr. BEHLOUL*

*Maître à l'université de Bouira*

*Examineur*

2016/2017



*Sommaire*

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
------------------------------------	---

## **CHAPITRE I : GENERALITES ET OUTILS**

I.1. INTRODUCTION .....	3
I.2. INITIATION AU GRAFCET .....	3
I.2.1. Définition GRAFCET .....	3
I.2.2. Description du GRAFCET .....	3
I.2.3. Les concepts de base du GRAFCET .....	4
I.2.4. Règles d'évolution d'un GRAFCET .....	5
I.2.5. Les structures de base .....	6
I.2.6. Liaison entre grafjets .....	9
I.2.7. Structuration par macro-étapes .....	9
I.3. DESCRIPTION DE WINCC .....	10
I.3.1. Définition IHM (Interface-Homme-Machine) .....	10
I.3.2. Les taches charger par IHM .....	10
I.3.3. SIMATIC HMI .....	11
I.3.4. Concepts d'automatisation .....	12
I.3.5. Accès à distance aux pupitres opérateur : .....	14
I.3.6. Envoi automatique de messages : .....	15
I.3.7. Utilisation de pupitres opérateur personnels .....	15
I.4. LES LANGAGES DE PROGRAMMATION DES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS .....	16
I.4.1. Choix d'un automate programmable .....	16
I.5. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7 – 300 .....	17
I.5.1. Modularité .....	18
I.5.2. Module d'alimentation .....	19
I.5.3. Unités centrales (CPU) .....	20
I.5.4. Coupleur (I M) .....	21
I.5.5. Module communication (CP) .....	21
I.5.6. Modules de fonctions (FM) .....	22

I.5.7.	Modules de signaux (SM).....	22
I.6.	PROGRAMMATION DE L’AUTOMATE S7 - 300.....	25
I.6.1.	Logiciel de programmation.....	25
I.6.2.	Application de STEP7.....	26
I.6.3.	Les langages de programmation .....	26
I.6.4.	Représentation des éléments principaux :.....	28
I.6.5.	Conception de programme avec le step7 .....	28
I.6.6.	Création d’un projet avec STEP7.....	30
I.6.7.	Configuration et paramétrage du matériel .....	33
I.6.8.	Le programme utilisateur .....	33
I.6.9.	Création de la table des mnémoniques.....	35
I.6.10.	Structuration du programme utilisateur.....	35
I.7.	CONCLUSION.....	37

## **CHAPITRE II : PRESENTATION DE L’ENTREPRISE ET DESCRIPTION DE L’ATELIER**

II.	INTRODUCTION .....	38
II.1.	PRESENTATION DE L’ENTREPRISE.....	38
II.1.1.	Identification de l’usine .....	38
II.2.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES .....	39
II.2.1.	ORGANIGRAMME DE LA FILIALE SC/ SOUR EL GHOZLANE.....	40
II.2.2.	Processus de fabrication du ciment.....	40
II.3.	PROCESSUS DE FABRICATION DE CIMENT .....	46
II.4.	GENERALITE DE L’ATELIER BROYAGE CRU .....	47
II.5.	ALIMENTATION BROYEUR CRU.....	47
II.5.1.	Description.....	47
II.6.	LE BROYEUR DU CRU.....	48
II.6.1.	Description.....	48
II.6.2.	Broyeur horizontale.....	48
II.6.3.	Séparateur : .....	49
II.6.4.	Aéroglossière : .....	50
II.6.5.	Elévateurs :.....	51

II.6.6.	Bandes transporteuses (tapis roulant) .....	51
II.6.7.	Transport vers silo homogénéisation .....	52
II.6.8.	Surpresseurs R1U11/ R1U12 .....	53
II.7.	L'INSTRUMENTATION.....	53
II.7.1.	Les capteurs.....	53
II.7.2.	Les actionneurs .....	61
II.8.	STRUCTURE DES CIRCUITS DE COMMANDE ET DE PUISSANCE .....	62
II.8.1.	Circuit de commande .....	62
II.8.2.	Circuit de puissance .....	62
II.8.3.	Les appareils de commande, de signalisation et de protection : .....	62
II.9.	CONCLUSION.....	68

## **CHAPITRE III : PROGRAMMATION SIMULATION ET VISUALISATION L'ATELIER BROYAGE CRU**

III.	INTRODUCTION .....	69
III.1.	CAHIER DES CHARGES DE LA DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT SEQUENTIELLE DE L'ATELIER BROYAGE CRU .....	69
III.1.1.	Mode local.....	69
III.1.2.	Mode automatique.....	69
III.1.2.1.	Séquence de démarrage de l'alimentation.....	70
III.1.2.2.	Séquence d'arrêt de l'alimentation .....	70
III.1.2.3.	Séquence de démarrage broyeur cru et transport matière .....	70
III.1.2.4.	Séquence d'arrêt broyeur et transport matière .....	71
III.2.	GENERALITES SUR LA SUPERVISION .....	72
III.2.1.	Définition de la supervision .....	72
III.2.2.	Avantage de la supervision.....	73
III.2.3.	Architecture d'un réseau de supervision .....	73
III.2.4.	Le rôle de la supervision .....	73
III.2.4.1.	Les modules fonctionnels d'un système de supervision .....	73
III.3.	ACTIVATION DU PROJET.....	74
III.3.1.	Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM .....	74
III.3.1.1.	Définition S7-PLSIM .....	74
III.3.1.2.	Etapas de simulation d'un projet.....	74

III.4.	VISUALISATION D'ETAT DU PROGRAMME .....	76
III.5.	LA SUPERVISION .....	128
III.6.	CONCLUSION.....	130
	<b>Conclusion générale .....</b>	<b>131</b>



*Liste des figures*

# Liste des Figures

## chapitre I

<b>Figure I.1:</b> Présentation d'une étape .....	4
<b>Figure I.2:</b> La Déférence entre étape vide et avec action .....	4
<b>Figure I.3:</b> une transition.....	5
<b>Figure I.4:</b> liaisons orientées de haut vers le bas .....	5
<b>Figure I.5:</b> présentation des étapes actives .....	6
<b>Figure I.6:</b> franchissement simultané.....	6
<b>Figure I.7:</b> séquence dans un GRAFCET .....	7
<b>Figure I.8:</b> présente saut l'étape.....	7
<b>Figure I.9:</b> Divergence en OU .....	8
<b>Figure I.10:</b> divergence-convergence en ET.....	8
<b>Figure I.11:</b> Liaison entre grafcet .....	9
<b>Figure I.12:</b> La Présentation d'une Macro-étape .....	9
<b>Figure I.13:</b> Présentation du système WinCC flexible .....	12
<b>Figure I.14:</b> un pupitre opérateur relié a un automate .....	12
<b>Figure I.15:</b> Plusieurs pupitres opérateur sont reliés à un ou plusieurs systèmes d'automatisation .....	13
<b>Figure I.16:</b> Un système IHM est relié à un PC via Ethernet ou des PROFIBUS .....	13
<b>Figure I.17:</b> Accès à distance aux pupitres opérateur .....	14
<b>Figure I.18:</b> présente de pupitres opérateur personnels .....	15
<b>Figure I.19:</b> Structure interne d'un API .....	16
<b>Figure I.20:</b> la structure de l'automate SIMATIC S7-300. ....	17
<b>Figure I.21:</b> Gamme SIMATIC S7. ....	17
<b>Figure I.22:</b> Le profilé – support pour l'API S7 – 300. ....	19
<b>Figure I.23:</b> Schéma de raccordement PS 307-5 .....	19
<b>Figure I.24:</b> Organes de commande et de visualisation des CPU .....	20
<b>Figure I.25:</b> Organes de commande et de visualisation des CPU .....	22
<b>Figure I.26:</b> module Entrée/sortie .....	23
<b>Figure I.27:</b> Utilisation de modules analogiques. ....	24
<b>Figure I.28:</b> les langages de programmation CONT, LIST ou LOG. ....	26



<b>Figure I.29:</b> Exemple de programmation en langage à contact.....	27
<b>Figure I.30:</b> Exemple de programmation en langage LOG.....	27
<b>Figure I.31:</b> les différents parti du STEP 7 .....	28
<b>Figure I.32:</b> Organisation pour la création de projets sous STEP7.....	29
<b>Figure I.33:</b> symbole d'adresse absolue.....	30
<b>Figure I.34:</b> Fenêtre du SIMATIC manager .....	30
<b>Figure I.35:</b> Fenêtre du nouveau projet.....	31
<b>Figure I.36:</b> présentation de la fenêtre principale .....	32
<b>Figure I.37:</b> Déroulement d'un programme utilisateur .....	36

## chapitre II

<b>Figure II.1:</b> Organigramme de la filiale SC/ Sour el Ghozlane.....	40
<b>Figure II.2:</b> Le Carrière.....	41
<b>Figure II.3:</b> Concassage et transport la matière premières .....	41
<b>Figure II.4:</b> Concassage des ajouts .....	41
<b>Figure II.5:</b> Stockage des matières concassées.....	42
<b>Figure II.6:</b> Hall et grateur portique ajouts.....	42
<b>Figure II.7:</b> Atelier broyage cru .....	43
<b>Figure II.8:</b> Broyeur cru.....	43
<b>Figure II.9:</b> Atelier d'homogénéisation.....	44
<b>Figure II.10:</b> Le four rotatif .....	44
<b>Figure II.11:</b> Silos de stockage clinker .....	44
<b>Figure II.12:</b> Broyage ciment .....	45
<b>Figure II.13:</b> Expédition .....	45
<b>Figure II.14:</b> Processus de fabrication de ciment .....	46
<b>Figure II.15:</b> Schéma de l'atelier .....	47
<b>Figure II.16:</b> Présentation de broyeur Cru .....	49
<b>Figure II.17:</b> Présentation de séparateur .....	50
<b>Figure II.18:</b> Présentation d'Aérogliissière .....	50
<b>Figure II.19:</b> Ventilateur d'Aérogliissière .....	50
<b>Figure II.20:</b> L'élévateur à godets .....	51
<b>Figure II.21:</b> Les bandes transporteuses .....	52
<b>Figure II.22:</b> Constitution d'un capteur.....	56

<b>Figure II.23:</b> Capteur fin de cours .....	59
<b>Figure II.24:</b> Capteur de passage .....	59
<b>Figure II.25:</b> illustre l'emploi d'un câble de sécurité.....	60
<b>Figure II.26:</b> capteur TOR a débordement de bonde.....	60
<b>Figure II.27:</b> capteur TOR un contrôleur de rotation.....	60
<b>Figure II.28:</b> Les capteurs des températures.....	61
<b>Figure II.29:</b> Moteur Asynchrone.....	61
<b>Figure II.30:</b> Disjoncteur .....	62
<b>Figure II.31:</b> Sectionneur.....	63
<b>Figure II.32:</b> Interrupteur sectionneur .....	63
<b>Figure II.33:</b> Relais thermique.....	63
<b>Figure II.34:</b> Contacteur .....	64
<b>Figure II.35:</b> Temporisateur.....	64
<b>Figure II.36:</b> Bloc de contacts auxiliaires.....	65
<b>Figure II.37:</b> Différentes configurations de Contacts auxiliaires .....	65
<b>Figure II.38:</b> contacteur auxiliaire .....	66
<b>Figure II.39:</b> capteur de fin de course.....	66
<b>Figure II.40:</b> Fusible .....	67
<b>Figure II.41:</b> Boutons poussoirs .....	67

## chapitre III

<b>Figure III.1:</b> Fenêtre des variables entrée.....	74
<b>Figure III.2:</b> Fenêtre des variables de sortie.....	75
<b>Figure III.3:</b> Fenêtre des mémentos.....	75
<b>Figure III.4:</b> Fenêtre de temporisation.....	75
<b>Figure III.5:</b> La partie d'alimentation de l'atelier broyage Cru.....	128
<b>Figure III.6:</b> La partie broyage Cru de l'atelier.....	129
<b>Figure III.7:</b> la partie stockage de la matière (homogénéisation).....	129



*Liste des Tableaux*

# Liste des Tableaux

## Chapitre I

<b>Tableau I.1:</b> nomenclatures .....	20
<b>Tableau I.2:</b> La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits .....	24
<b>Tableau I.3:</b> présentation des signes des graphes principaux .....	28

## Chapitre II

<b>Tableau II.1:</b> Caractéristiques technique des équipements de l'usine.....	39
<b>Tableau II.2:</b> Fiche technique de l'usine .....	39
<b>Tableau II.3:</b> différents capteurs actifs et leurs Effet .....	55
<b>Tableau II.4:</b> différentes grandeurs mesurées par le capteur passif .....	56



*Liste des abréviations*

# Liste des abréviations

**X** : étape.

**P.ex.** : par exemple

**IHM** : Interface Homme Machine

**ANA** : Analogique

**TOR** : Tout Ou Rien

**CAN** : Convertisseur Analogique Numérique

**CNA** : Convertisseur Numérique Analogique

**FLS** : Frederik Laessoe Smidth

**OB** : bloc opérationnel (*Operation Bloc*)

**ISO** : Organisation internationale de normalisation.

**PDG** : Président Directeur Général.

**Inf** : Inferieur

**Sup** : Supérieur

**MTBF** : Le temps moyen entre pannes (*Mean Time Between Failures*)

**MP** : Matière Première.

**KLX** : klaxon.



*Introduction général*

# Introduction générale

Depuis la nuit des temps l'homme a su développer ses techniques de travail, lui qui était obligé de commander ses machines manuellement a su inventer la commande a base de relais, qui était interconnectés par des fils a l'intérieur d'un tableau de bord, mais les relais étaient très inflexibles aux améliorations. Puis l'évolution des domaines techniques a traduit un développement massif de l'industrie est une approche de plus en plus globale des problèmes pour répondre à une grande multiplicité des besoins de communications.

L'automate programmable industriel (**API**) ou Programmable Logic Controller (**PLC**) est devenu le constituant le plus répandu de l'automatisation. Il occupe une place de choix non seulement dans l'industrie mais aussi dans plusieurs secteurs, dans le but de remplir des rôles de commandes et de communications, et répondre aux besoins d'adaptation et de flexibilité des activités économique actuelles. Vu cette importante place qu'occupe les API nous devons mettre en évidence :

- Leurs capacités de s'intégrer dans un ensemble plus large, et donc à répondre aux besoins d'un système automatisé de production (**SAP**)
- Leurs caractéristiques propres, matérielles et logicielles.

L'automatisation a pour objectif :

- Accroître la productivité du système, c'est-à-dire augmenter la quantité de produit élaborée pendant une durée donnée.
- Améliorer la qualité des produits.
- S'adapter à des contextes particuliers tels que l'adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (spatial, nucléaire, ...etc.) et d'adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation des lourdes charges, tâches répétitives simultanées,... etc.)
- Augmenter la sécurité dans le milieu industriel.

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études on a effectué un stage pratique au niveau de la «Société des Ciments de Sour El Ghoulane». Un projet d'automatisation nous a été proposé, il consiste à automatiser une partie de l'installation existante qui est l'atelier de broyage Cru sachant qu'une partie de l'installation est déjà en mode automatique , réalisée avec un automate du type FLS 625.

Afin de mieux gérer toute l'installation on a proposé de réaliser une automatisation globale de l'installation avec un seul automate (s7-300).



Pour réaliser notre projet on a divisé notre travail en trois chapitres comme suit :

- ♦ **Chapitre I :** contient des généralités et outils sur la programmation, simulation et supervision.
- ♦ **Chapitre II :** ce chapitre est spécialement dédié à la description de l'entreprise « Société des Ciments de Sour El Ghozlane » et leur atelier broyage cru.
- ♦ **Chapitre III :** dédié à la programmation, simulation et visualisation de l'atelier broyage cru.

En fin on termine notre projet par une conclusion générale qui résume et récapitule l'essentiel de travail.



*Chapitre I*

## I.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre on a étudié les Automates programmables industrielles (API) et leur programmation à travers des simulateurs et des logicielles de programmation tel que le SIMATIC Manager et le GRAFCET ensuite l'interprétation des résultats par la visualisation par le SIMATIC WinCC flexible.

## I.2. INITIATION AU GRAFCET

### I.2.1. *Définition GRAFCET*

Le GRAFCET fut donc créé pour représenter de façon symbolique et graphique le fonctionnement d'un automate. Cela permet une meilleure compréhension de l'automatisme par tous les intervenants. Un GRAFCET est établi pour chaque machine lors de sa conception, puis utilisé tout au long de sa vie : réalisation, mise en point, maintenance, modifications, réglages.

Le langage GRAFCET doit donc être connu de toutes les personnes concernées par les automatismes, depuis leur conception jusqu'à leur exploitation. [1]

### I.2.2. *Description du GRAFCET*

La description du comportement attendu d'un automate peut se représenter par un GRAFCET d'un certain « niveau ». La caractérisation du « niveau » du GRAFCET nécessite de prendre en compte trois dimensions :

- ✚ Un point de vue système,
- ✚ Un point de vue Partie Opérative,
- ✚ Un point de vue Partie Commande.

#### I.2.2.1. *Les spécifications*

Caractérisant la nature des spécifications techniques auxquelles doit satisfaire la Partie Commande. On distingue trois groupes de spécifications :

- ✚ Spécifications fonctionnelles,
- ✚ Spécifications technologiques,
- ✚ Spécifications opérationnelles.

#### I.2.2.2. *La finesse*

Caractérisant le niveau de détail dans la description du fonctionnement, d'un niveau global (ou macro-représentation) jusqu'au niveau de détail complet où toutes les actions et informations élémentaires sont prises en compte [1].

### I.2.3. Les concepts de base du GRAFCET

#### I.2.3.1. Etape

Une étape symbolise un état ou une partie de l'état du système automatisé. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape  $i$ , représentée par un carré repéré numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape  $X_i$ . Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, sinon 0. La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale et représentée par un carré double.

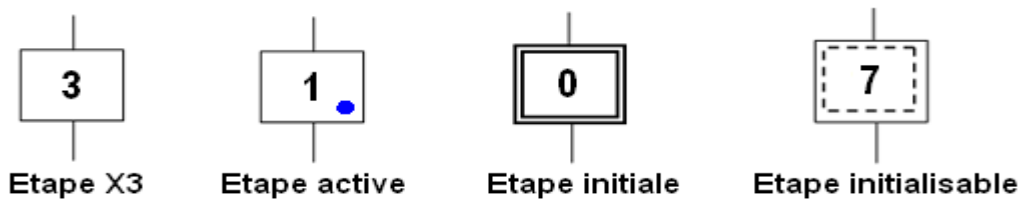


Figure I.1: Présentation d'une étape

**Remarque :** Dans un GRAFCET il doit y avoir au moins une étape initiale.

#### I.2.3.2. Actions associées aux étapes

A chaque étape est associée une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres GRAFCET. Mais on peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape vide (sans action).

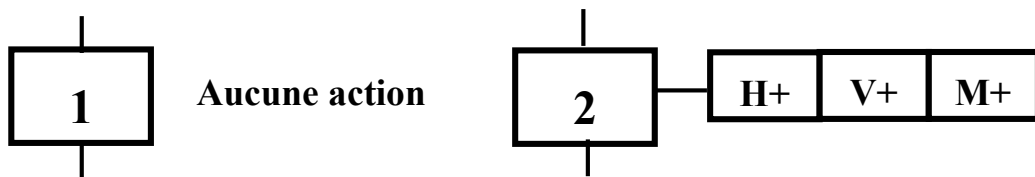


Figure I.2: La Différence entre étape vide et avec action

#### I.2.3.3. Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

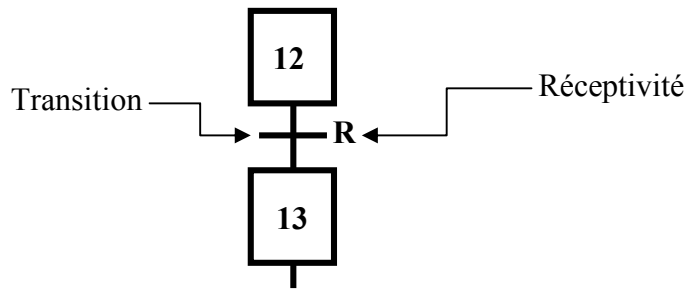


Figure I.3: une transition

**Remarque:** Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie (égale à 1).

### I.2.3.4. Liaisons orientées

Elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.[1]

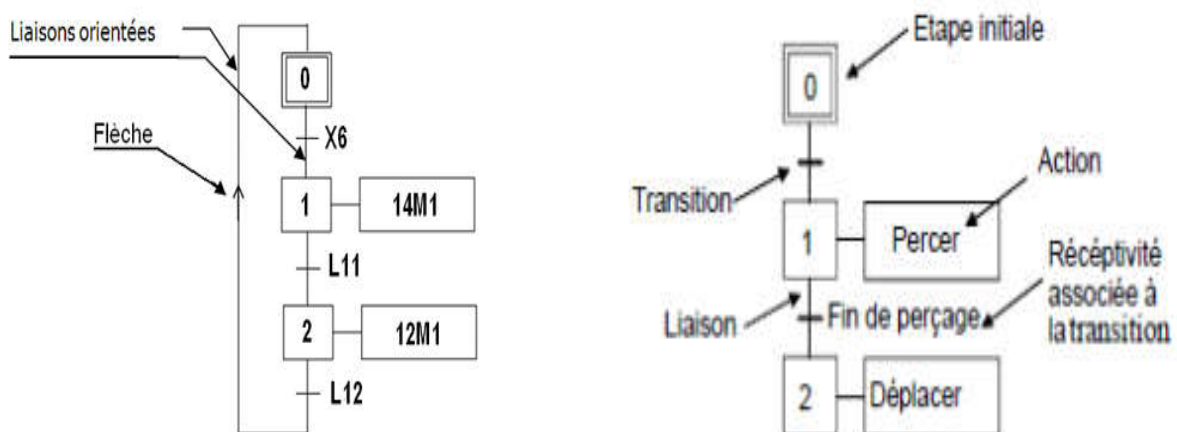


Figure I.4: liaisons orientées de haut vers le bas [1]

## I.2.4. Règles d'évolution d'un GRAFCET

### I.2.4.1. Règle N°1 : Condition initiale

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives.

### I.2.4.2. Règle N°2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, **et seulement si** la réceptivité associée est **vraie**.

**I.2.4.3. Règle N°3 : Evolution des étapes actives**

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

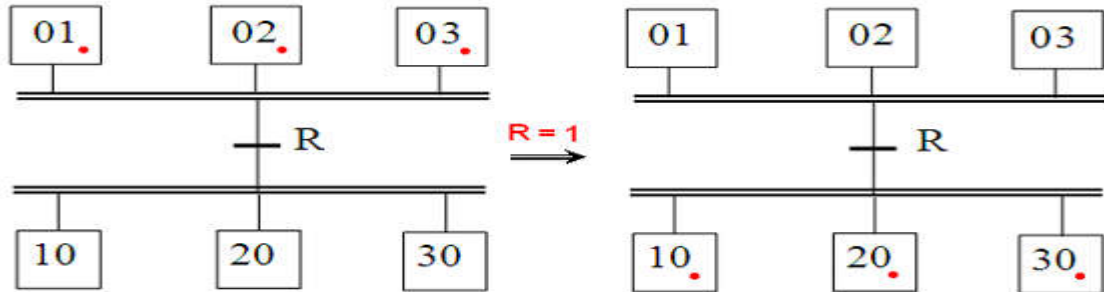


Figure I.5: présentation des étapes actives [1]

**I.2.4.4. Règle N°4 : Franchissement simultané**

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies. [1]

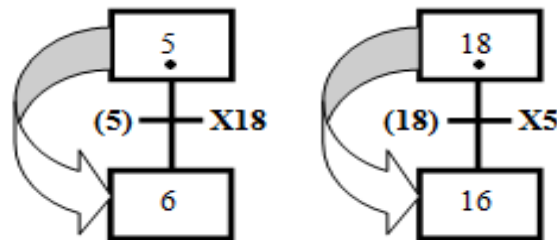


Figure I.6: franchissement simultané

**I.2.4.5. Règle N°5 : Conflit d'activation**

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires. [1]

**I.2.5. Les structures de base**

**I.2.5.1. Notion de Séquence :**

Une séquence, dans un Grafcet, est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre. Autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition AVAL et une seule transition AMONT. [1]

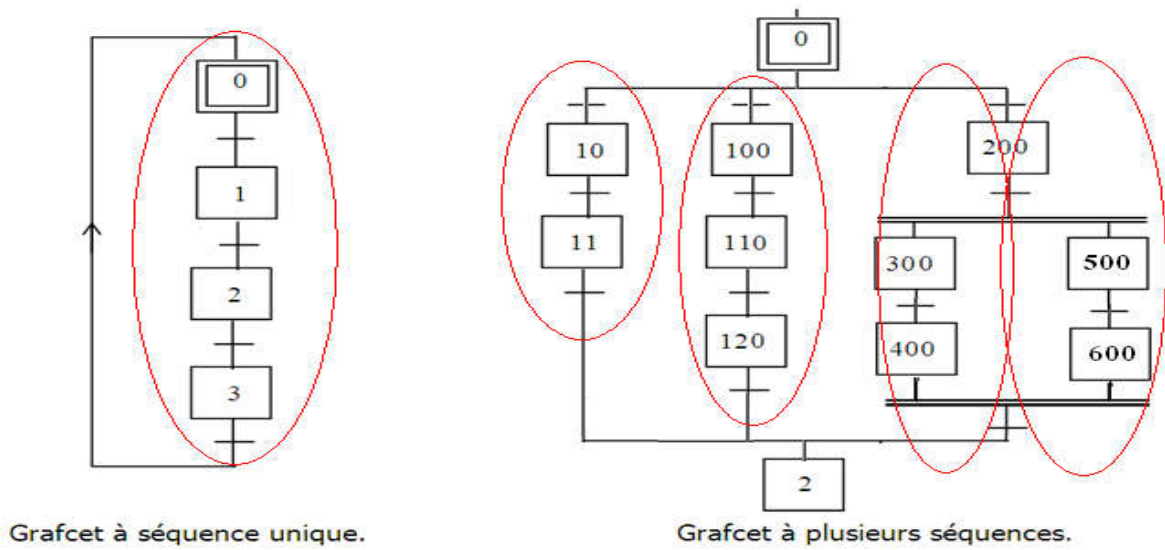


Figure I.7: séquence dans un GRAFCET

**1.2.5.2. Saut d'étapes et reprise de séquence :**

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser, La reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue. [1]

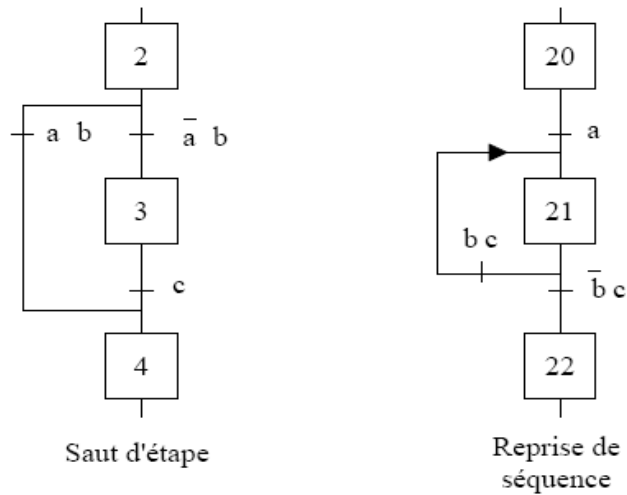


Figure I.8: présente saut l'étape

**1.2.5.3. Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences (Divergence en OU)**

On dit qu'il y a Aiguillage ou divergence en OU lorsque le grafcet se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel. Comme la divergence en OU on rencontre aussi la convergence en OU. On dit qu'il y a convergence en OU, lorsque deux ou plusieurs séquences du grafcet converge vers une seule séquence. [2]

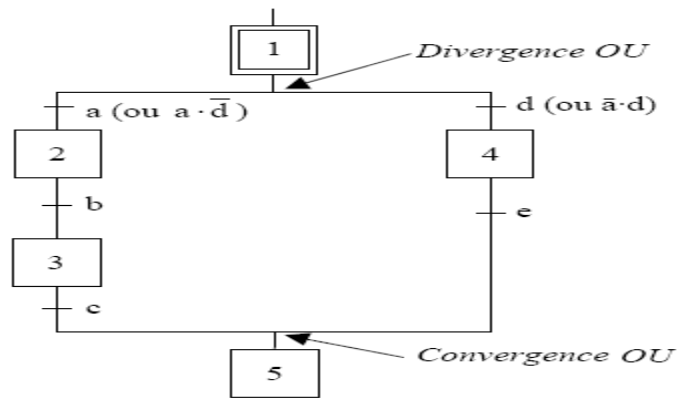


Figure I.9: Divergence en OU

Si les deux conditions **a** et **d** sont à 1 simultanément, les étapes 2 et 4 vont devenir actives simultanément, situation non voulue par le concepteur. Donc elles doivent être des conditions exclusives

**I.2.5.4. Parallélisme entre deux ou plusieurs séquences (ou séquences simultanées ou divergence - convergence en ET)**

Au contraire de l'aiguillage où ne peut se dérouler qu'une seule activité à la fois, On dit qu'on se trouve en présence d'un parallélisme structurel, si plusieurs activités indépendantes pouvant se dérouler en parallèle. Le début d'une divergence en ET et la fin d'une convergence en ET d'un parallélisme structurel sont représentés par deux traits parallèles. [2]

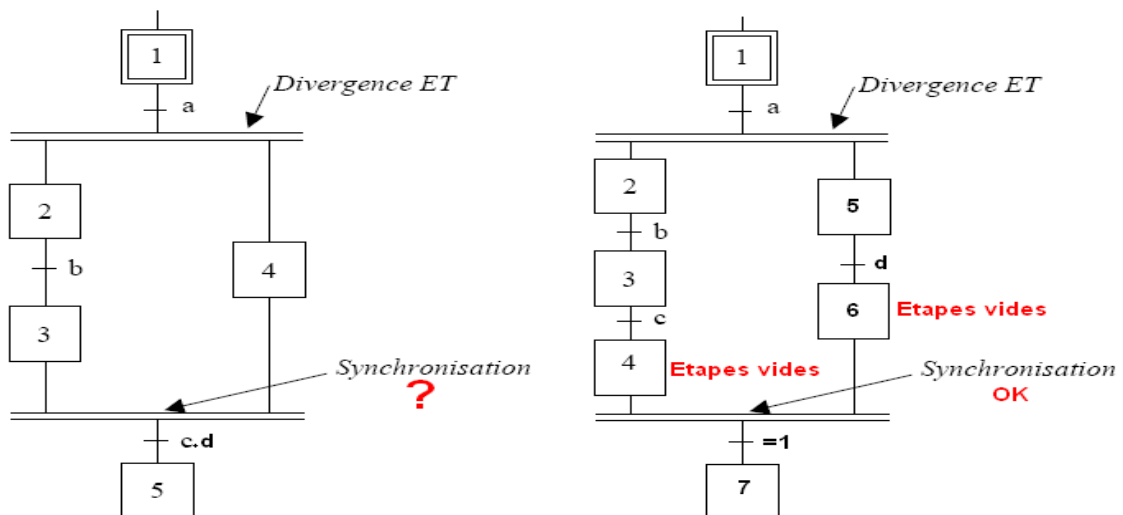


Figure I.10: divergence-convergence en ET

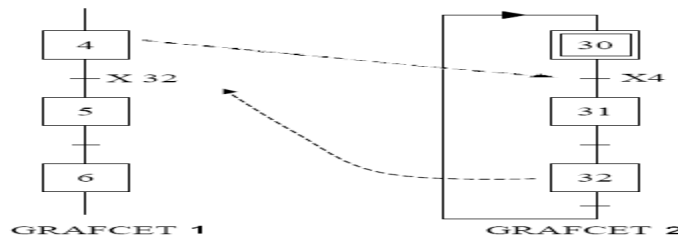
La synchronisation permet d'attendre la fin de plusieurs activités se déroulant en parallèle, pour continuer par une seule. [1]



**I.2.6. Liaison entre grafquets**

Une étape dans un grafquet peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre grafquet. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux grafquets c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre.[1]

Avec la notion de macro-représentation, on se donne le moyen de reporter à plus tard la description détaillée de certaines séquences. La macro-étape est la représentation unique d'un ensemble d'étapes et de transitions nommé expansion de macro-étape.



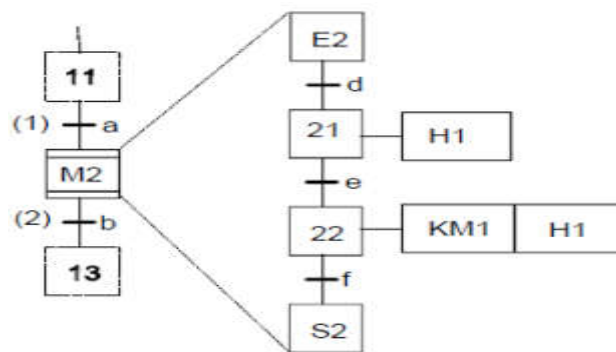
**Figure I.11:** Liaison entre grafquet [1]

**I.2.7. Structuration par macro-étapes**

L'expansion de la macro-étape commence par une seule étape d'entrée et se termine par une seule étape de sortie, étapes qui représentent les seuls liens possibles avec le GRAFCET auquel elle appartient.[2]

La représentation de la macro-étape est donnée par le symbole : M2

La figure 12 illustre la présentation d'une Macro-étape M2 avec son expansion :



**Figure I.12:** La Présentation d'une Macro-étape [2]

Dans la figure I.12 ; le franchissement de la transition (1) active l'étape E2. La transition (2) ne sera validée que lorsque l'étape S2 sera active. En plus le franchissement de la transition (2) désactive l'étape S2.

### **I.3. DESCRIPTION DE WINCC**

#### **I.3.1. *Définition IHM (Interface-Homme-Machine)***

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation).

Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation. [3]

#### **I.3.2. *Les taches charger par IHM***

##### **I.3.2.1. *Représentation du process***

Le processus est représenté sur le pupitre opérateur. Lorsqu'un état du processus évolue p. ex., l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.

##### **I.3.2.2. *Commande du processus***

L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique. Il peut p. ex. définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

##### **I.3.2.3. *Vue des alarmes***

Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, p. ex. lorsqu'une valeur limite est franchie.

##### **I.3.2.4. *Archivage de valeurs processus et d'alarmes***

Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM. Vous pouvez ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée.

##### **I.3.2.5. *Documentation de valeurs processus et d'alarmes***

Les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal. Vous pouvez ainsi consulter les données de production à la fin d'une équipe

### **I.3.3. SIMATIC HMI**

SIMATIC HMI offre une gamme complète permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande. SIMATIC HMI vous permet de maîtriser le processus à tout instant et de maintenir les machines et installations en état de marche. Les systèmes SIMATIC HMI simples sont p. ex. de petites consoles à écran tactile mises en œuvre sur site.

A l'autre extrémité de la gamme SIMATIC HMI se trouve des systèmes utilisés pour la conduite et la surveillance de chaînes de production. [3]

#### **I.3.3.1. Définition de SIMATIC WinCC flexible**

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants:

- ✚ Simplicité.
- ✚ Ouverture.
- ✚ Flexibilité

#### **I.3.3.2. Eléments de WinCC flexible**

WinCC flexible Engineering System est le logiciel avec lequel vous réalisez toutes les tâches de configuration requises. L'édition WinCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.[3]

##### **✚ WinCC flexible Runtime**

WinCC flexible Runtime est le logiciel de visualisation de process. Dans Runtime, vous exécutez le projet en mode process.

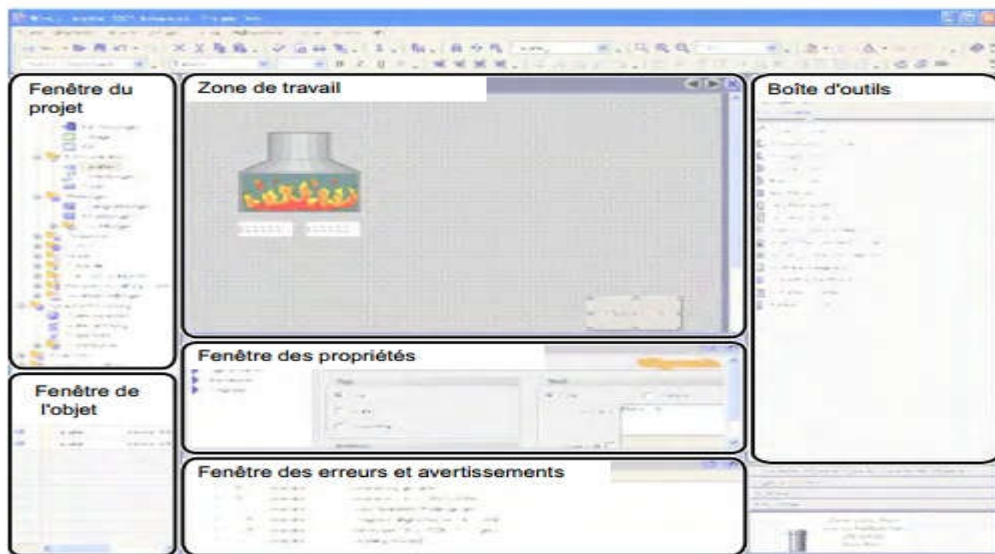
##### **✚ Options WinCC flexible**

Les options WinCC flexible permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WinCC flexible. Chaque option nécessite une licence particulière.

#### **I.3.3.3. Présentation du système WinCC flexible**

##### **I.3.3.3.1. Principe :**

Lorsque vous créez ou ouvrez un projet sous WinCC flexible, l'écran de l'ordinateur de configuration affiche WinCC flexible Workbench. La fenêtre de projet affiche la structure du projet et permet de gérer celui-ci.



**Figure I.13:** Présentation du système WinCC flexible [3]

WinCC flexible met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration. Vous configurerez p. ex. l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur "Vues". Pour la configuration d'alarmes, vous utiliserez p. ex. l'éditeur "Alarmes de bit". Toutes les données de configuration d'un projet sont enregistrées dans une base de données de projet. [3]

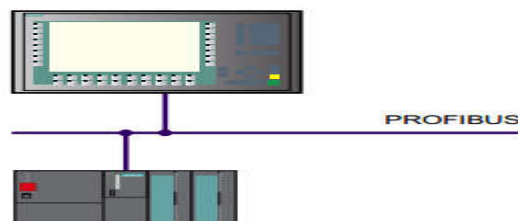
### **I.3.4. Concepts d'automatisation**

#### **I.3.4.1. Concepts d'automatisation avec WinCC flexible**

WinCC flexible assure la configuration de divers concepts d'automatisation. Avec WinCC flexible, vous pouvez en particulier réaliser les concepts suivants de manière standard. [3]

#### **I.3.4.2. Système d'automatisation avec un pupitre opérateur**

On appelle système monoposte, un pupitre opérateur directement relié à un automate via le bus système. [3]

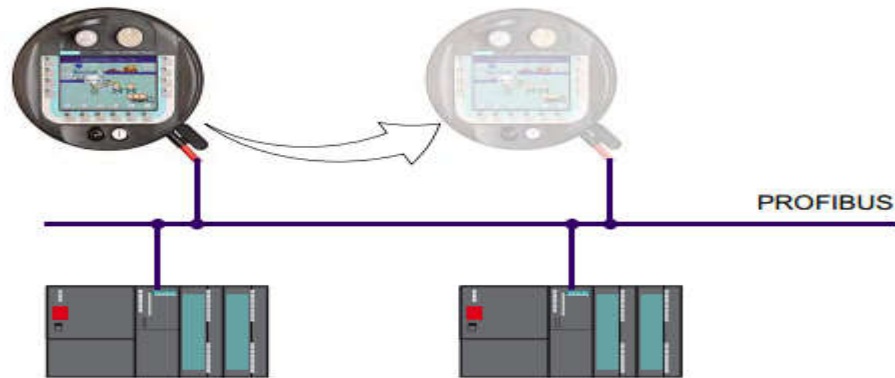


**Figure I.14:** un pupitre opérateur relié a un automate [3]

Généralement intégrés à la production, les systèmes monopostes peuvent cependant également assurer le contrôle-commande de processus indépendants ou de parties d'installations.

### I.3.4.3. *Système d'automatisation avec plusieurs pupitres opérateur :*

Plusieurs pupitres opérateur sont reliés à un ou plusieurs systèmes d'automatisation via un bus système (p. ex. PROFIBUS ou Ethernet).

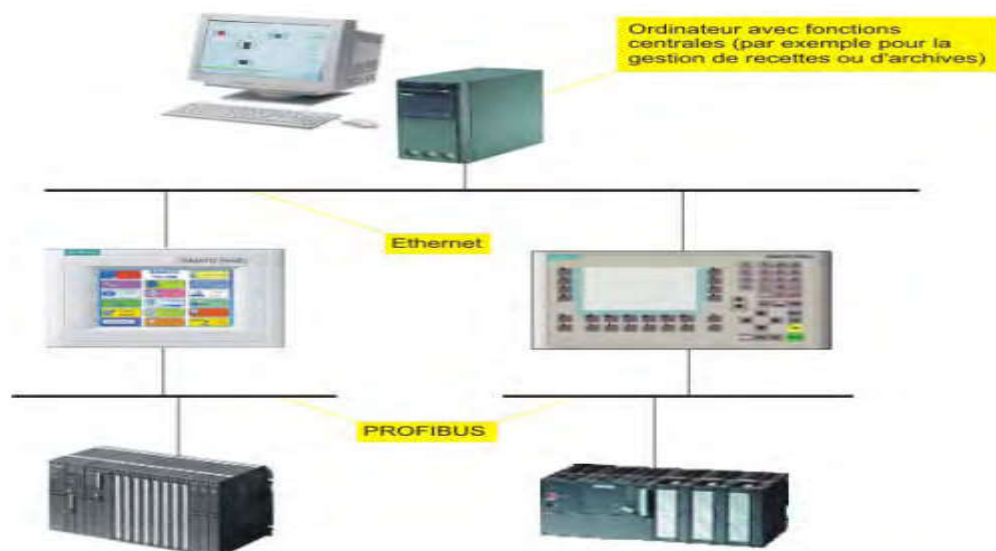


**Figure I.15:** Plusieurs pupitres opérateur sont reliés à un ou plusieurs systèmes d'automatisation [3]

De tels systèmes sont p. ex. mis en œuvre dans une chaîne de production pour permettre la commande de l'installation depuis plusieurs endroits.

### I.3.4.4. *Système IHM avec fonctions centrales :*

Un système IHM est relié à un PC via Ethernet. Le PC maître réalise les fonctions centrales, p. ex. la gestion des recettes. Les enregistrements de recette requis sont mis à disposition du système IHM esclave.[3]



**Figure I.16:** Un système IHM est relié à un PC via Ethernet ou des PROFIBUS [3]

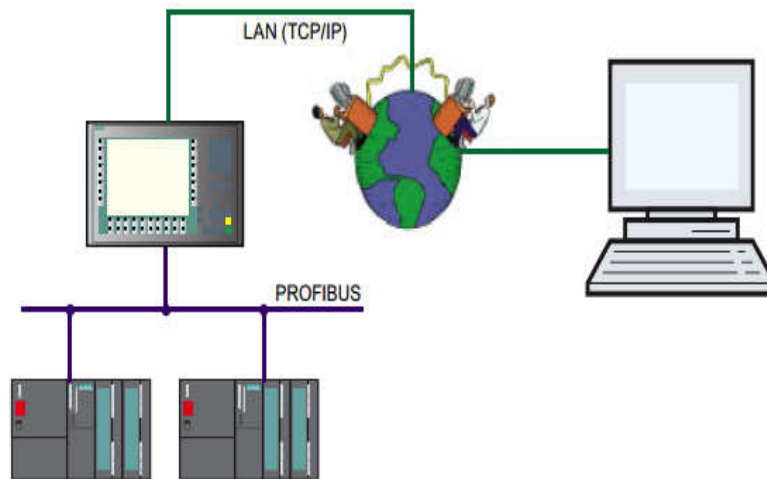
### I.3.5. Accès à distance aux pupitres opérateur :

Grâce à l'option Sm@rtService, vous pouvez vous connecter à un pupitre opérateur via un réseau (Internet, LAN) depuis votre poste de travail.

#### Exemple :

Une entreprise de taille moyenne a passé un contrat de maintenance avec une société de service externe. En cas de maintenance, le technicien peut se connecter à distance au pupitre opérateur et ainsi en afficher l'interface utilisateur directement sur son poste de travail. Les projets actualisés peuvent ainsi être transférés plus rapidement, ce qui, là encore, réduit les temps d'immobilisation d'une machine.[3]

#### I.3.5.1. Applications possibles



**Figure I.17:** Accès à distance aux pupitres opérateur [3]

Vous pouvez utiliser l'accès à distance via un réseau pour les applications suivantes :

#### ✚ *Contrôle-commande à distance*

Vous pouvez commander un pupitre opérateur et contrôler le process en cours depuis votre poste de travail.

#### ✚ *Gestion à distance*

Vous pouvez transférer un projet sur un pupitre opérateur depuis votre poste de travail. Ceci vous permet d'actualiser des projets de manière centrale.

#### ✚ *Diagnostic à distance*

Chaque pupitre met à votre disposition des pages HTML, dans lesquelles un navigateur vous permet de chercher p. ex. le logiciel installé, sa version ou encore des événements système .[3]

### I.3.6. *Envoi automatique de messages :*

La défaillance d'une machine causée par une panne engendre des frais. Une alarme reçue à temps par le technicien de service contribue à réduire au minimum les temps d'immobilisation imprévus.

#### *Exemple :*

La présence d'impuretés dans une conduite diminue le débit du produit réfrigérant. En cas de dépassement bas de la valeur limite, le pupitre opérateur affiche un avertissement. Cet avertissement est également envoyé sous forme de courrier électronique au technicien de service. [3]

#### I.3.6.1. *Principe*

La mise en œuvre requiert l'option "Sm@rtAccess". Afin de permettre l'envoi de messages par courrier électronique, l'IHM doit avoir accès à un serveur de courrier électronique. Le client du courrier électronique envoie les messages via Intranet ou Internet. L'envoi automatique de messages permet de garantir que toutes les personnes concernées (p. ex. le chef d'équipe et le chef des ventes) seraient informées à temps de l'état de la machine. [3]

### I.3.7. *Utilisation de pupitres opérateur personnels*

#### I.3.7.1. *Introduction :*

L'utilisation de pupitres opérateur personnels permet la mise en service ou la maintenance d'une machine indépendamment d'un pupitre opérateur particulier.

**Exemple :** Différentes machines se trouvent dans une unité de production. Un technicien est responsable de leur mise en service et de leur maintenance. Il possède un pupitre opérateur personnel (PDA, Personal Digital Assistant) lui permettant d'exécuter les tâches de maintenance sur les machines.

#### I.3.7.2. *Principe :*

La mise en œuvre requiert l'option "Sm@rtAccess". Le pupitre opérateur personnel se connecte au serveur et affiche les vues de process.



**Figure I.18:** présente de pupitres opérateur personnels

## I.4. LES LANGAGES DE PROGRAMMATION DES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS

L'automate programmable industriel (API) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. L'automate trouve sa place dans les domaines les plus variés comme dans les chaînes de fabrication (usinage, montage, remplissage, etc....), pour les opérations de manutention (stockage, chargement, - etc....), il assure les fonctions les plus complexes comme la régulation de ces systèmes. On trouve sur le marché différentes variétés, ceci est dû à la diversité des constructeurs (ABB, TOSHIBA, ALLEN BRADLEY, SIEMENS....) qui utilisent des langages de programmation différents.

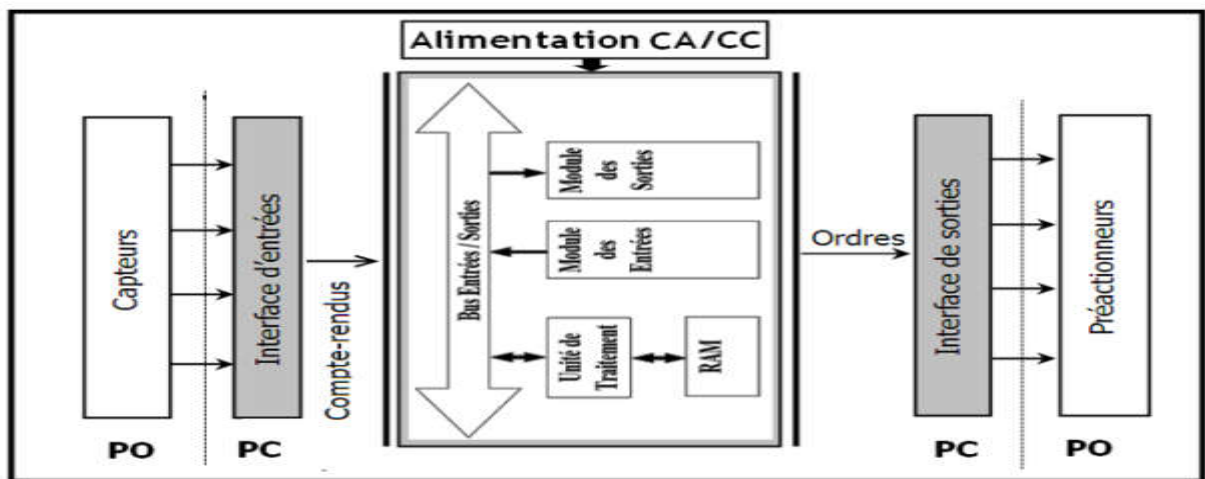


Figure I.19: Structure interne d'un API [4]

### I.4.1. Choix d'un automate programmable

Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier des charges de son système et de regarder sur le marché l'automate le mieux adapté aux besoins, en considérant un certain nombre de critères importants :

- ✚ Le nombre d'entrées/sorties,
- ✚ La nature des entrées/sorties (numérique, analogique, etc....),
- ✚ La nature du traitement (temporisation, comptage, etc....),
- ✚ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ✚ La communication avec les autres systèmes,
- ✚ Les moyens de sauvegarde du programme (Disquette, carte mémoire, etc....),
- ✚ La fiabilité et la robustesse,
- ✚ Choix de la société ou d'un groupe et les contacts commerciaux.
- ✚ En tenant compte des points soulignés précédemment, nous avons choisi comme système de traitement des informations de l'atelier broyeur cru l'automate SIEMENS, S7 – 300.



### I.5. PRESENTATION DE L'AUTOMATE S7 – 300

L'automate programmable industriel S7 – 300 fabriqué par SIEMENS, qui fait parti de la gamme SIMATIC S7 est un automate destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes.

La configuration et le jeu d'instruction des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire les exigences typiques et industrielles et la capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée.

L'automate lui-même est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU, du coupleur et de modules d'entrées/sorties.

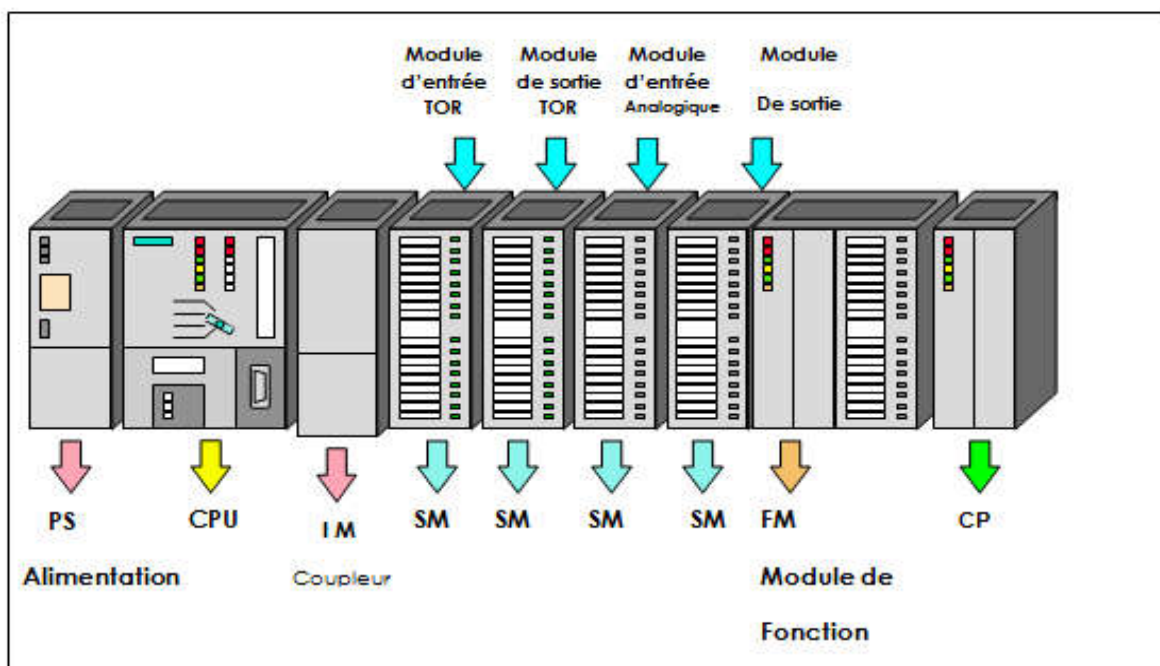


Figure I.20: la structure de l'automate SIMATIC S7-300. [4]

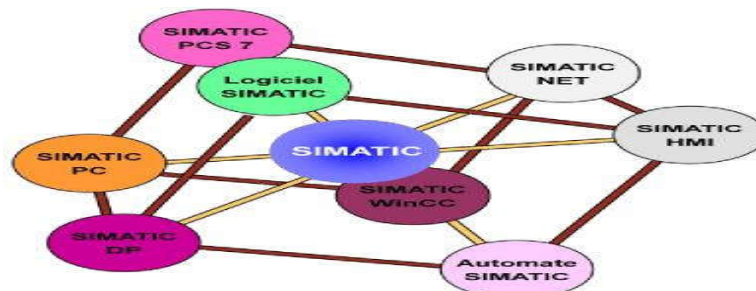


Figure I.21: Gamme SIMATIC S7. [5]

- ✚ **SIMATIC HMI** : technologie d'interface homme machine.
- ✚ **SIMATIC PC** : PC industriel.
- ✚ **SIMATIC PCS 7** : système de contrôle des procédés.
- ✚ **SIMATIC WinCC**: système de supervision pour la surveillance de processus automatisés.
- ✚ **SIMATIC DP** : réseau Profibus.
- ✚ **Logiciel SIMATIC** : logiciel d'automatisation.
- ✚ **Automate SIMATIC** : automate.
- ✚ **SIMATIC NET** : communication industrielle.

### I.5.1. Modularité

Le S7 – 300 est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible (Figure I. 22) Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation, Les types des modules sont les suivants:

1. Modules d'alimentations (PS).
2. Unité centrale (CPU).
3. Coupleurs (IM).
4. Processeurs de communication (CP).
5. Modules de fonctionnements (FM).
6. Modules de signaux (SM).
7. Modules de simulation (SM 374).

### *Qu'est qu'un profilé support ?*

Les profilés supports ou les châssis (rack) constituent des éléments mécaniques de base de la SIMATIC S7 – 300, ils remplissent les fonctions suivantes :

- ✓ La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- ✓ La distribution de la tension.
- ✓ L'acheminement du bus de fond de panier aux différents modules. [4]

Dans le S7 – 300; les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités, c'est-à-dire que le profilé support dans le S7 – 300 contient au maximum 11 emplacements (**figure I.22**).

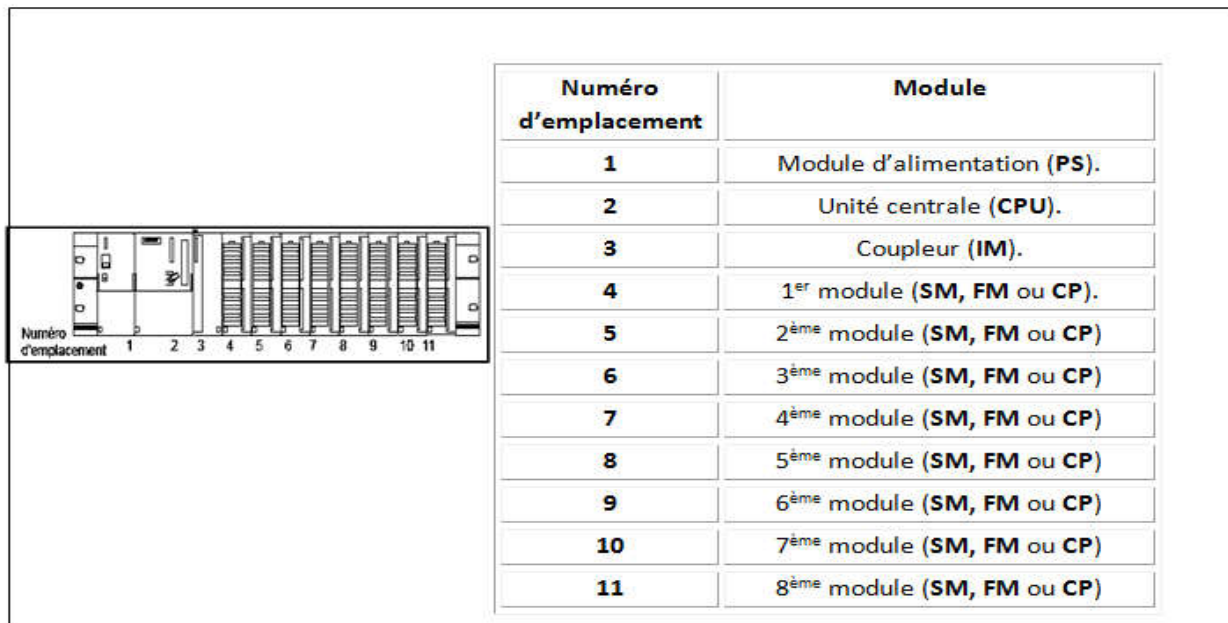


Figure I.22: Le profilé – support pour l’API S7 – 300.

**I.5.2. Module d’alimentation**

Le module d’alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de (24V, 48V, 120V ou 230V) pour l’alimentation de l’automate et des capteurs et actionneurs en (24V, 48V, 120V ou 230V).

Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l’aide des LEDS.

Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d’une pile de sauvegarde ou d’une alimentation externe. [4]

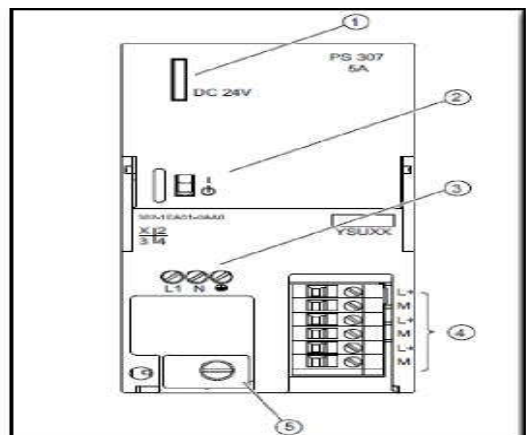


Figure I.23: Schéma de raccordement PS 307-5

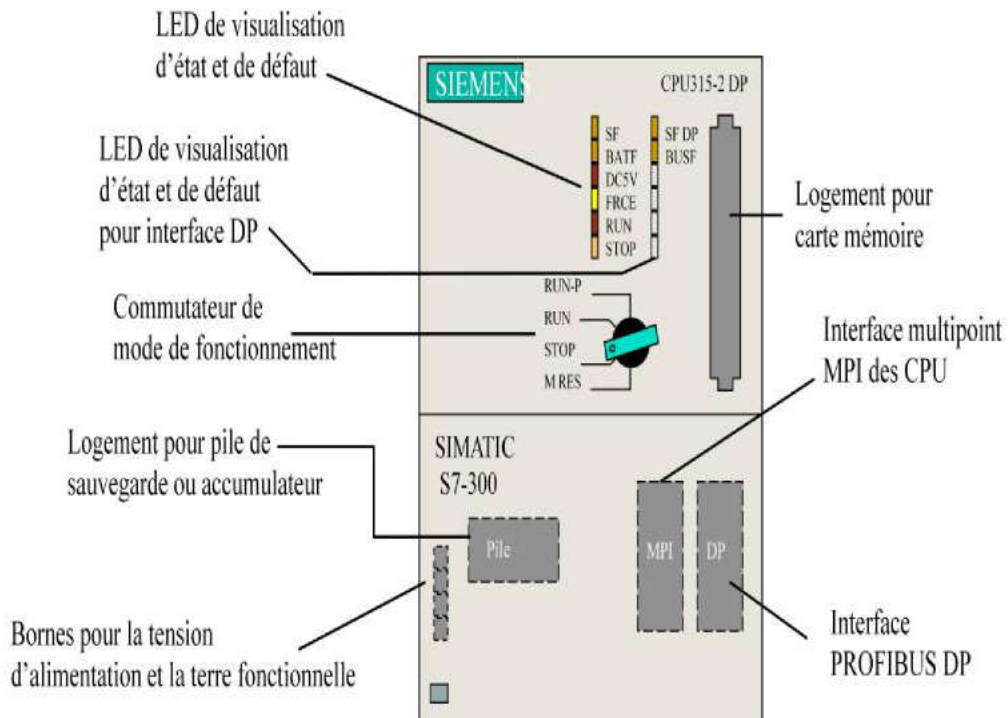
**Tableau I.1:** nomenclatures.

Nomenclatures	
1	Signalisation de la présence d'une tension de sortie DC 24 V
2	Commutateur ON/OFF du 24 V cc
3	Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection
4	Bornes pour la tension de sortie 24 V cc
5	Arrêt de traction

**I.5.3. Unités centrales (CPU)**

La CPU est le cerveau de l'automate car elle permet de:

- ✓ Lire les états des signaux d'entrées.
- ✓ Exécuter le programme utilisateur et commander les sorties.
- ✓ Régler le comportement au démarrage et diagnostiquer les défauts par les LEDS.



**Figure I.24:** Organes de commande et de visualisation des CPU [4]

Le S7 – 300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes [4] :

➔ **CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.**

➔ **CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM**

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction (FM)

➔ **CPU avec interface PROFILBUS DP (CPU 315 – 2 DP, CPU 316 – 2 DP CPU 318 – 2 DP)**

Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux, toutes ces CPU peuvent être utilisées comme maître DP ou esclave DP à l'exception de la CPU 318 – 2 DP où elle est utilisée uniquement comme un maître DP.

#### **I.5.4. Coupleur (IM)**

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphéries ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base. Pour l'API S7 – 300, les coupleurs disponibles sont :

➔ **IM 365** : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.

➔ **IM 360 et IM 361** : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

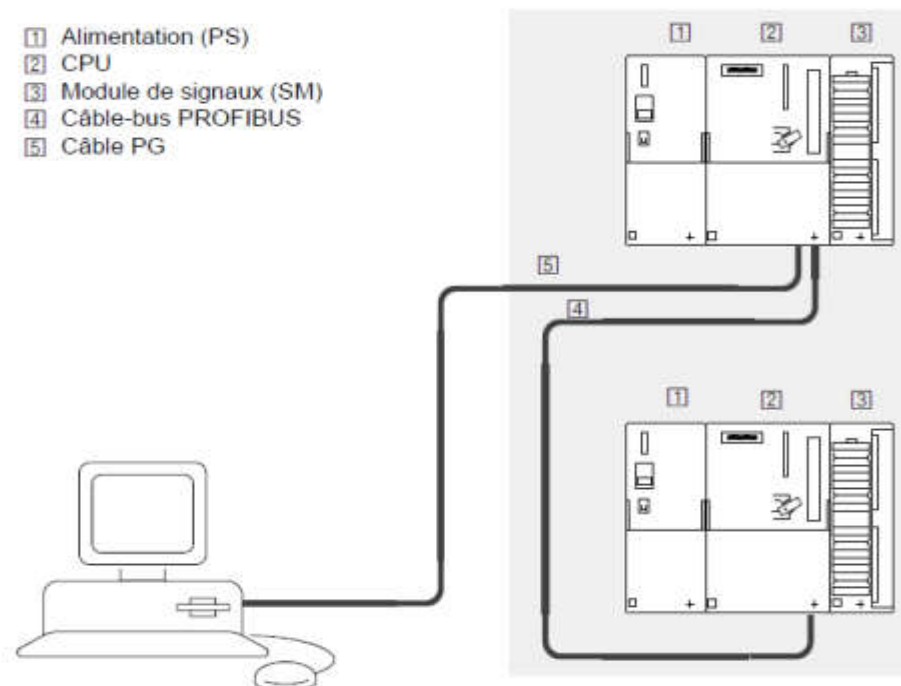
#### **I.5.5. Module communication (CP)**

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec:

- ✓ Des commandes robots.
- ✓ Communication avec des pupitres opérateurs.

Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

Plusieurs automates S7-300 peuvent communiquer entre eux et avec d'autres automates SIMATIC S7 au moyen d'un câble-bus PROFIBUS. Le S7-300 est programmé à l'aide d'une console de programmation (PG). Cette PG est à relier à la CPU par un câble PG [4]



**Figure I.25:** Organes de commande et de visualisation des CPU [5]

### I.5.6. Modules de fonctions (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs.

On peut citer les modules suivants :

- ✓ FM 354 et FM 357 : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- ✓ FM 353 : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- ✓ FM 355 : Module de régulation.
- ✓ FM 350 – 1 et FM 350 – 2 : Module de comptage.

### I.5.7. Modules de signaux (SM)

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées TOR, des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogique. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation.



**Figure I.26:** module Entrée/sortie

Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

#### ***1.5.7.1. Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322)***

Les modules d'entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7 – 300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers. En utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc...). [4]

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des capteurs, au niveau du signal interne du S7 – 300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7 – 300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou Pré – actionneurs.

#### ***1.5.7.2. Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332)***

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques, les entrées et les sorties analogiques possèdent des convertisseurs analogique – numérique et numérique – analogiques d'une résolution de 11 bits + bit de signe, les images des valeurs analogiques sont représentées sur 16 bits, pour les modules possédant une résolution inférieure à 15 bits + bit de signe, les bits de poids plus faibles ne sont pas représentatif. [4]



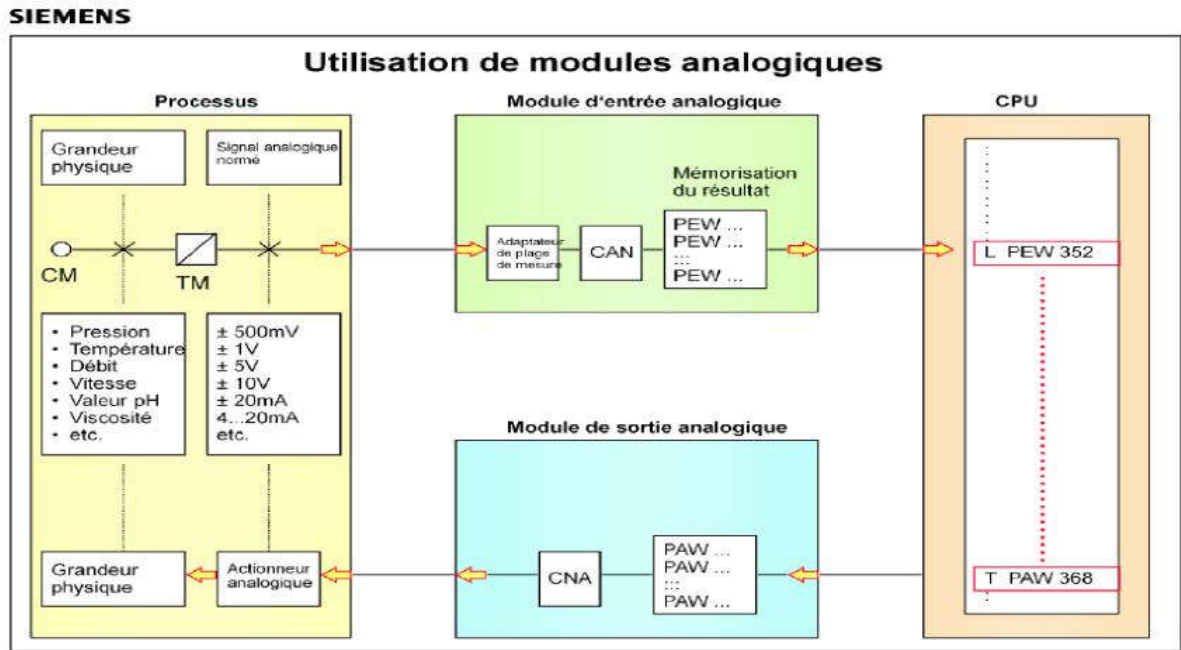


Figure I.27: Utilisation de modules analogiques.

**I.5.7.3. Les modules d'entrées analogiques (SM 331)**

Les modules d'entrées analogiques (SM 331) convertissent un signal analogique issu des capteurs analogiques en un signal numérique. Ces modules ne comportent qu'un circuit de conversion analogique numérique CAN, car la CPU de l'automate S7 – 300 ne peut lire que les valeurs analogiques binaires.

La conversion analogique/numérique concerne les entrées analogiques des étendues de tension ( $\pm 80$  mV,  $\pm 250$  mV,  $\pm 500$  mV,  $\pm 5$  V,  $\pm 10$  V), de courant ( $\pm 10$  mA,  $\pm 3,2$  mA,  $\pm 20$  mA), de résistance (150  $\Omega$ , 300  $\Omega$  et 600  $\Omega$ ) et de température, en un mot (de compléments à 2) au format de 8, 12 ou 16 bits, afin que l'automate puisse traiter ces variables par de la programmation (gestion d'alarme, contrôle, asservissement...).

Tableau I.2: La représentation des valeurs analogiques sur 15 bits.

Résolution	Valeur analogique															
Numéro de bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Valeur de bit	S	$2^{14}$	$2^{13}$	$2^{12}$	$2^{11}$	$2^{10}$	$2^9$	$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

Le signe (S) d'une valeur analogique est toujours codé dans le bit n° 15. Il va prendre la valeur 0 si nous avons une valeur analogique positive et la valeur 1 si nous avons une valeur analogique négative.



#### ***1.5.7.4. Les modules de sorties analogiques (SM 332)***

Les modules de sorties analogiques (SM 332) réalisent la conversion des signaux numériques internes (du S7 – 300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré – actionneurs analogiques, ces modules comportent donc des circuits de convertisseurs numériques-analogiques CNA, le transfert des valeurs numériques vers le module s'effectue par multiplexage piloté par le processeur automate. La conversion des voies de sorties analogiques est réalisée séquentiellement, c'est-à-dire que les voies de sorties analogiques sont converties les unes après les autres.

Cependant, il existe des modules où ils sont à la fois des modules d'entrées et sorties analogiques (FM 334), ces modules réalisent les deux fonctions. [4]

#### ***1.5.7.5. Modules de simulation (SM 374)***

Le module de simulation SM 374 est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service en cours de fonctionnement. Dans le S7 – 300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que:

- ✓ La simulation des signaux des capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- ✓ La signalisation d'état des signaux de sorties par des LEDS. [4]

### **1.6. PROGRAMMATION DE L'AUTOMATE S7 - 300**

#### ***1.6.1. Logiciel de programmation***

Le logiciel de programmation permet de créer des programmes utilisateurs pour les automates programmables SIAMTIC S7, ce logiciel de programmation est le STEP7. [5]

#### ***Qu'est-ce que le STEP 7***

STEP7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- ✓ La création et gestion de projets.
- ✓ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- ✓ La gestion des mnémoniques.
- ✓ La création des programmes.
- ✓ Le chargement de programme dans les systèmes ciblés.
- ✓ Le test de l'installation d'automatisation.
- ✓ Le diagnostic lors de la perturbation dans l'installation.

Le STEP 7 s'exécute sous le système d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows et s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation.

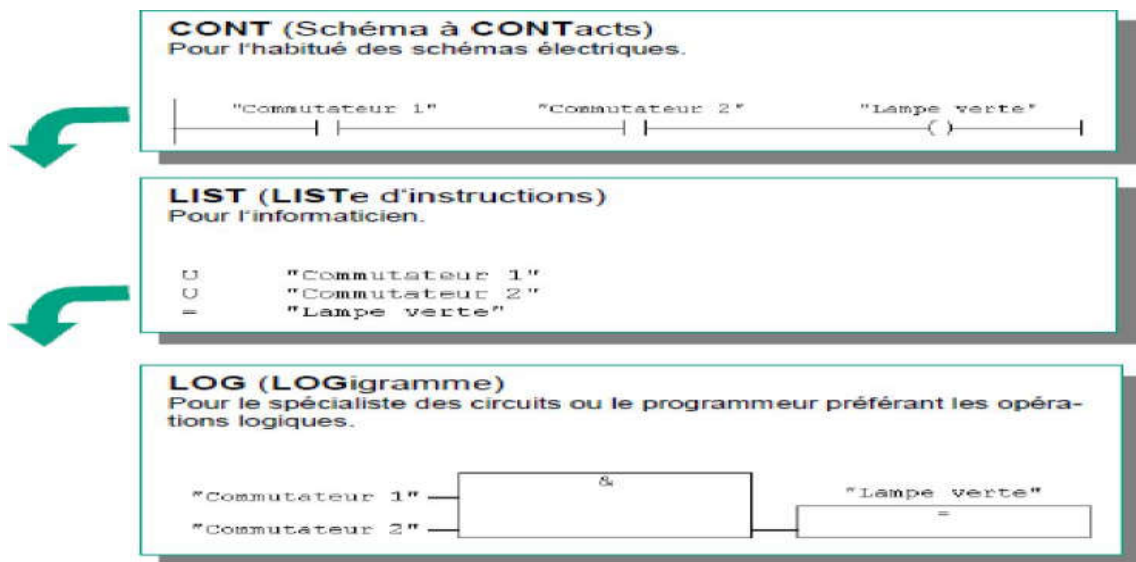
### I.6.2. Application de STEP7

Le logiciel STEP7 met à disposition les applications de base suivantes :

- ✓ Le gestionnaire de projets.
- ✓ La configuration matérielle.
- ✓ L'éditeur de mnémoniques.
- ✓ L'éditeur de programme CONT, LOG, LIST.
- ✓ La configuration de la communication NETPRO.
- ✓ Le diagnostic du matériel.[5]

### I.6.3. Les langages de programmation

Les langages de bases proposés dans l'éditeur de programme du logiciel STEP7 sont : CONT, LIST et LOG.

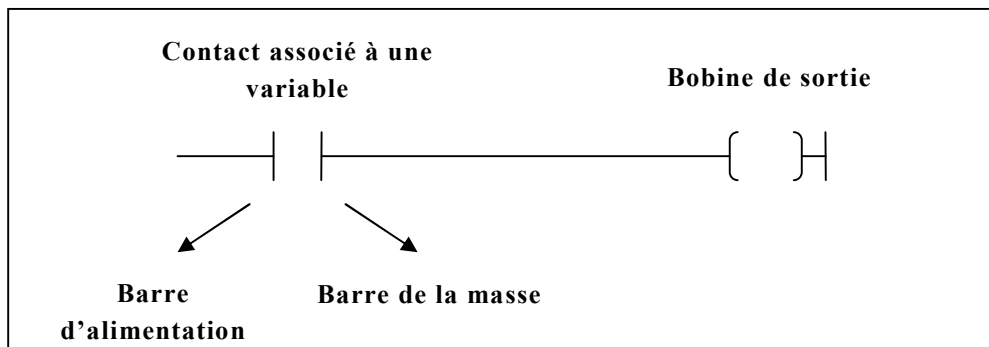


**Figure I.28:** les langages de programmation CONT, LIST ou LOG.

#### I.6.3.1. Le CONT

Le langage CONT appelé aussi langage à contact ou LEADER est un langage dont la logique est inspirée des réseaux électriques. C'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre

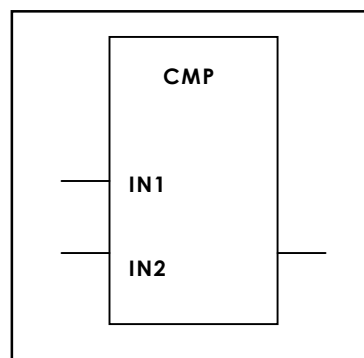
les barres d'alimentation en passant par les contacts (à fermeture et à ouverture) les éléments complexes et les bobines.



**Figure I.29:** Exemple de programmation en langage à contact.

### I.6.3.2. *Le LOG*

Le LOG appelé aussi le langage logique est un langage de programmation graphique qui utilise des portes logiques d'algèbre de BOOL, la base de ce langage est la logique binaire, mais on peut aussi faire des opérations plus complexes telles que les opérations mathématiques qui peuvent être représentées directement combinées avec les portes logiques. [4]











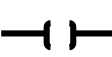

**Figure I.30:** Exemple de programmation en langage LOG

### I.6.3.3. *Le LIST*

Le langage LIST figure parmi les langages de base du logiciel STEP7, sa syntaxe est similaire à celle de l'assembleur. C'est le langage le plus proche du langage machine, ce qui lui donne l'avantage d'être le langage le plus adapté pour la programmation avec optimisation d'espace mémoire et de temps d'exécution. Il dispose d'un jeu d'instruction très important permettant la création de programmes utilisateurs complets. Tout programme écrit en CONT ou en LOG peut être réécrit en LIST. [4]

**I.6.4. Représentation des éléments principaux :**

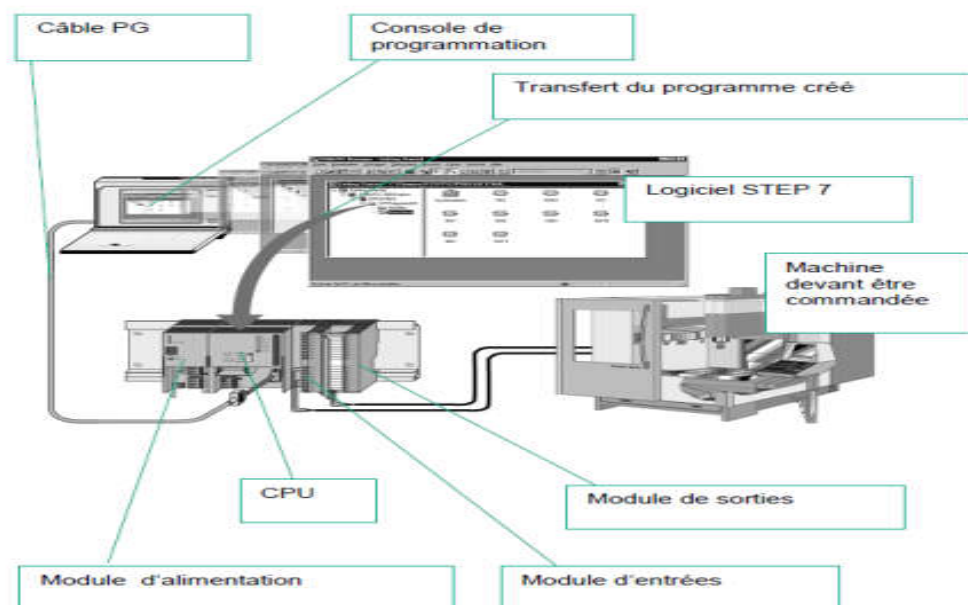
**Tableau I.3:** présentation des signes des graphes principaux

Grappe	Désignation	Fonction	Schéma à contact
	Contact à fermeture	Contact passant quand il est actionné	
	Contact à ouverture	Contact passant quand il n'est pas actionné	
	Connexion horizontal	Permet de relier les éléments action série	
	Connexion vertical	Permet de relier les éléments action en parallèle	
	Bobine vertical	La sortie prend la valeur du résultat logique	

**I.6.5. Conception de programme avec le step7**

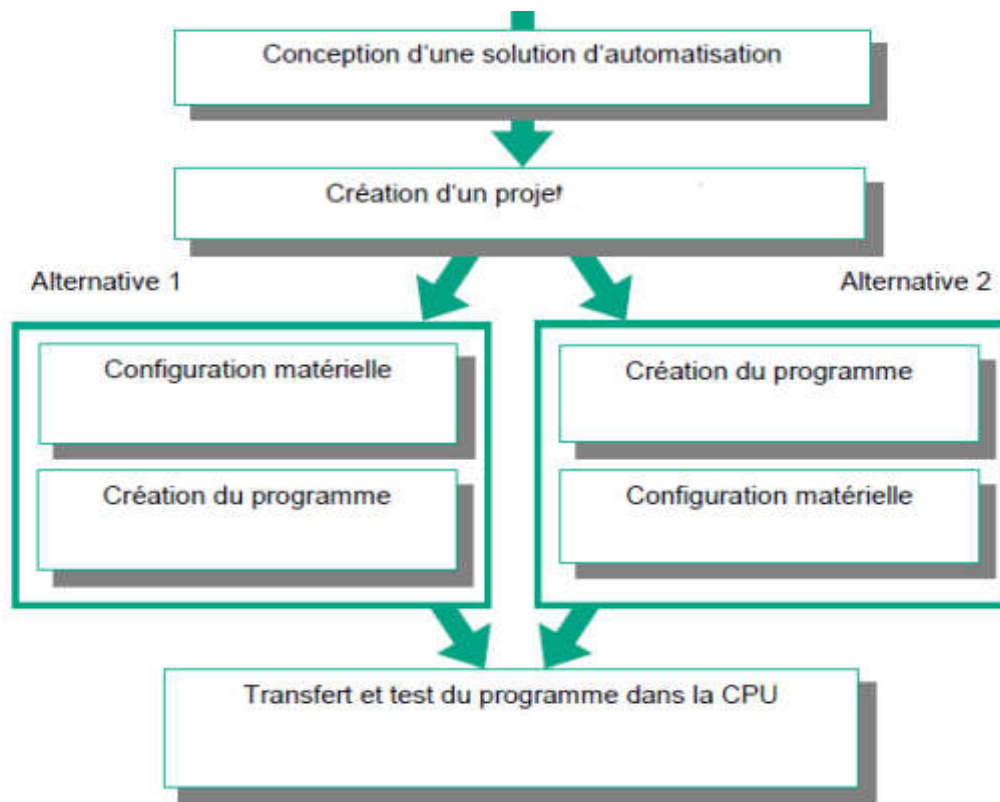
**Interaction du logiciel et du matériel**

A l'aide du logiciel STEP 7, on crée le programme S7 dans un projet. L'automate programmable (AP) contrôle et commande à l'aide du programme S7 la machine. L'adressage des modules d'E/S se fait par l'intermédiaire des adresses du programme S7. [6]



**Figure I.31:** les différents parti du STEP 7 [6]

Avant de créer un projet, différentes approches sont possibles. En effet, dans le STEP 7 différents ordre de procéder sont possible.



**Figure I.32:** Organisation pour la création de projets sous STEP7

Si le programme contient beaucoup d'entrées et de sorties, il est recommandé de commencer par configurer le matériel, l'application de configuration matérielle de STEP 7 présentant l'avantage que les adresses y sont sélectionnées pour l'utilisateur. Si la seconde alternative, est choisie les adresses sont recherchées en fonction des constituants choisis. Alors on ne peut pas bénéficier de la fonction d'adressage automatique de STEP 7. La configuration matérielle permet non seulement de sélectionner les adresses, mais également de modifier les paramètres et les propriétés des modules. Pour la mise en œuvre de plusieurs CPU, il faut par exemple modifier les adresses MPI des CPU. [6]

#### ✚ Adresse absolue :

Chaque entrée et chaque sortie possède par défaut une adresse absolue déterminée par la configuration matérielle. Celle-ci est indiquée de manière directe, c'est-à-dire absolue. L'adresse absolue peut être remplacée par des noms symboliques pouvant être librement choisis.

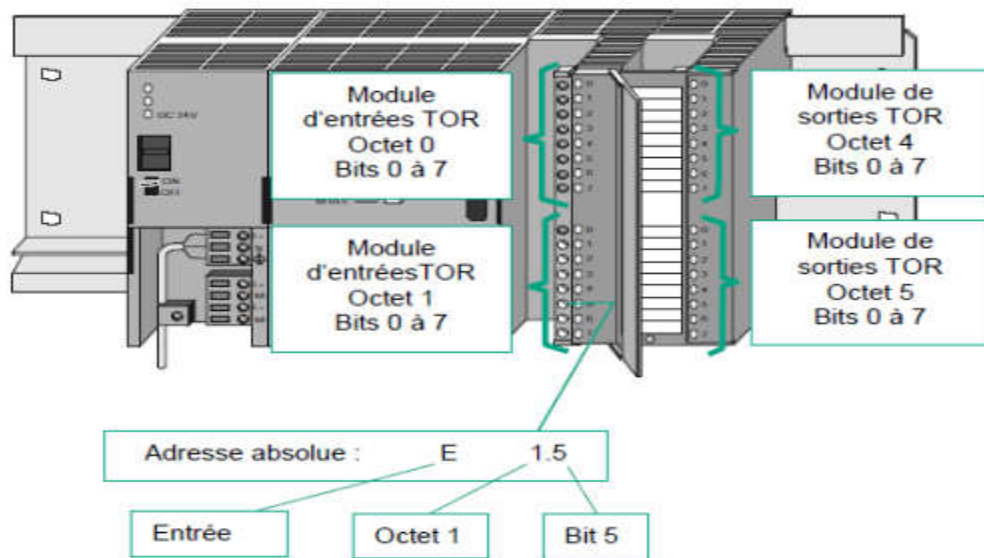


Figure I.33: symbole d'adresse absolue. [6]

### I.6.6. Création d'un projet avec STEP7

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet, dans lequel, les données et le programme utilisateur à créer seront structurés. Le plus simple pour créer un nouveau projet c'est d'utiliser l'assistant de création de nouveau projet, cet assistant permet de créer un projet avec un interface simple.

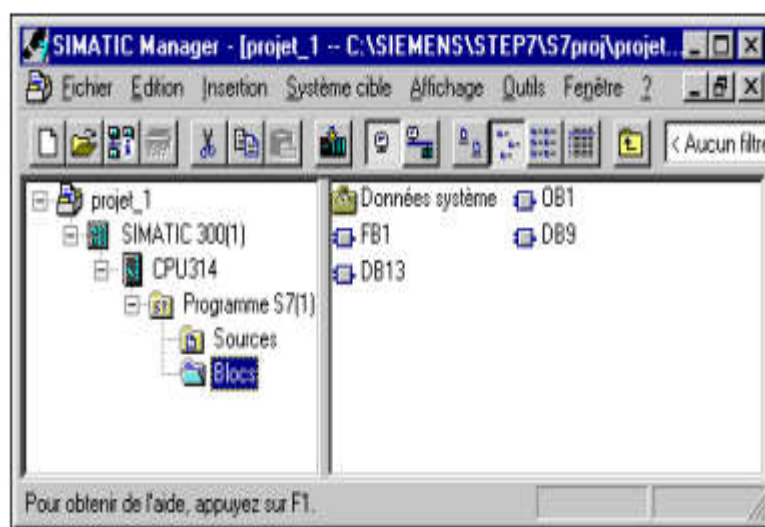


Figure I.34: Fenêtre du SIMATIC manager

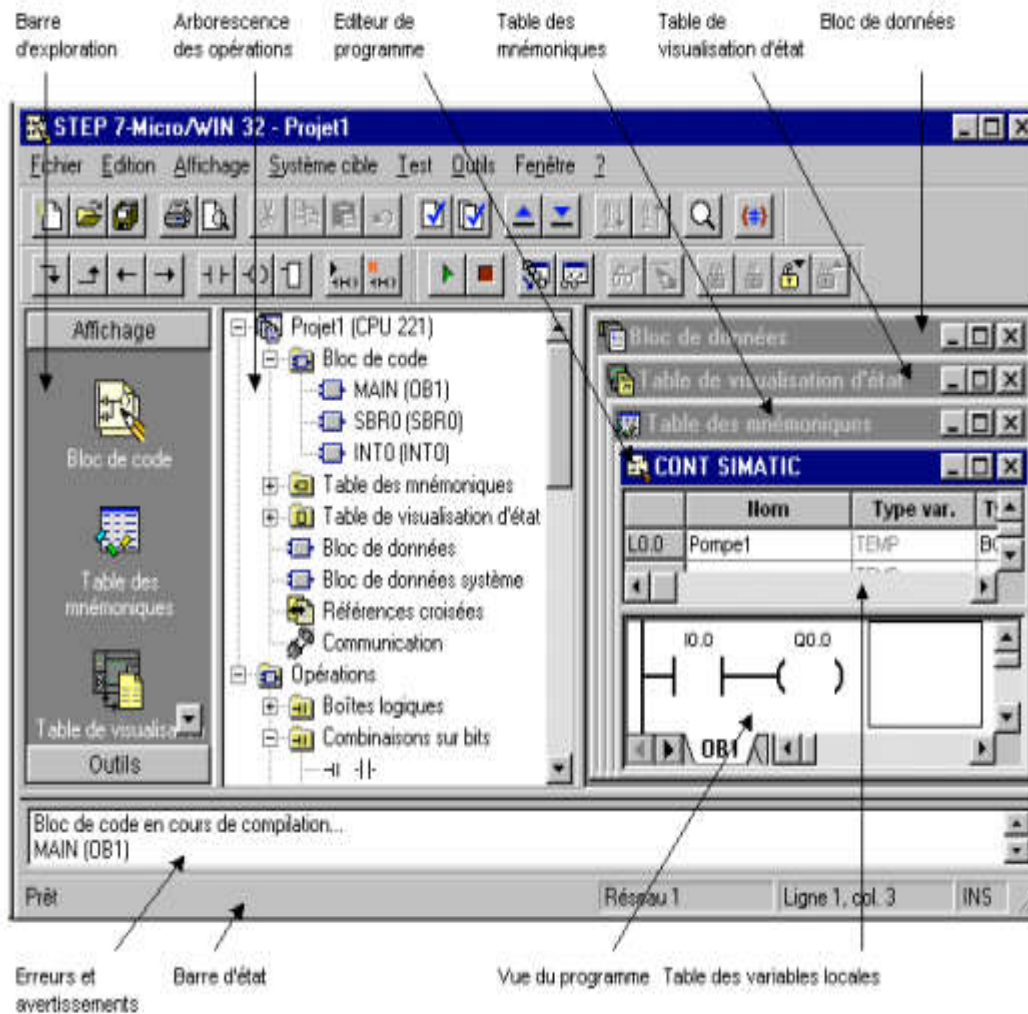


Figure I.35: Fenêtre du nouveau projet

Les étapes à suivre sont les suivantes :

➔ **Etape 1**

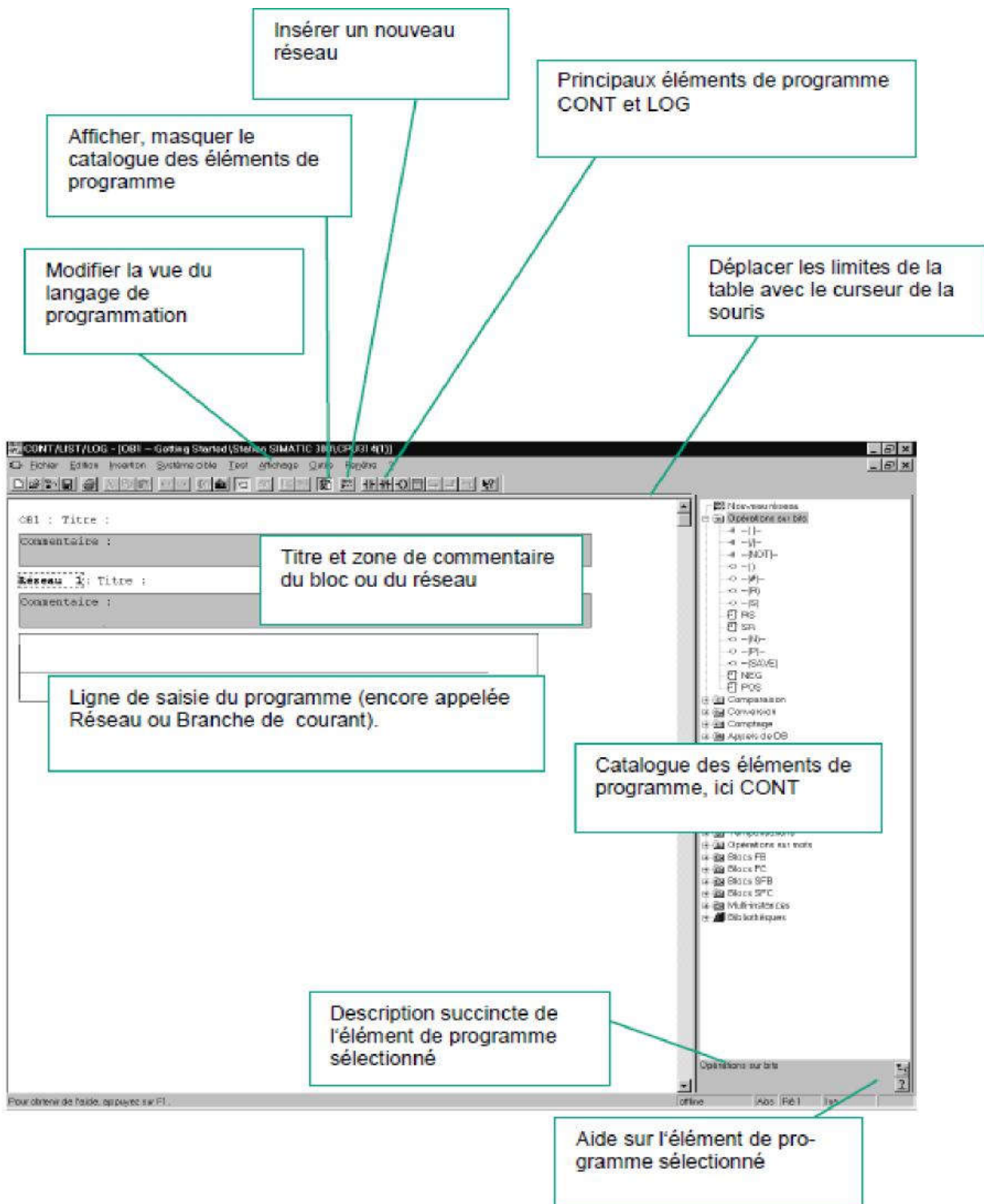
- ✓ choisir la CPU utilisée pour le projet.
- ✓ choisir l'adresse MPI pour la CPU (CPU avec réseau PROFIBUS – DP), l'adresse MPI est réglé par défaut à la valeur 2.

➔ **Etape 2**

- ✓ Choisir le bloc d'organisation OB (équivalent au MAIN en langage C).
- ✓ Choisir un langage de programmation : CONT, LIST ou LOG.



**I.6.6.1. Présentation de la fenêtre principale**



**Figure I.36:** présentation de la fenêtre principale [6]

Après avoir créé le projet, il faut passer à la configuration et le paramétrage du matériel.



### **I.6.7. Configuration et paramétrage du matériel**

#### **✦ Configuration**

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (alimentation, CPU, module, etc.). Par la configuration, on entend dans ce qui suit la disposition de profilé – support ou châssis, de module, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouche interface dans une fenêtre de station.

Les profilés supports sont représentés par une table de configuration, dans la quelle l'on peut enficher un nombre définis de modules. Tout comme dans les profilés support ou châssis réels. Le STEP7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. On peut modifier les adresses des modules d'une station, à condition que la CPU permette l'adressage libre (cas de la CPU 315 – 2 DP). [5]

#### **✦ Paramétrage**

Par le paramétrage on entend ce qui suit :

✓ Le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée et pour un réseau. Une CPU est un module paramétrable. La surveillance du temps de cycle est un paramètre qu'on peut définir.

✓ La définition des paramètres de bus, des maîtres DP et d'esclaves DP pour un réseau maître (PROFIBUS – DP).

Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondant. Il est très facile de remplacer des modules, car les paramètres sont automatiquement chargés dans le nouveau module à la mise en route. [5]

### **I.6.8. Le programme utilisateur**

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement des signaux de commande d'une installation ou d'un processus.

Il est affecté à un module programmable CPU et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs. Un programme utilisateur doit être exécuté dans une CPU S7 et essentiellement constituée de blocs, il doit contenir toutes les fonctions nécessaires au traitement de tâches d'automatisation, il doit :

✓ Déterminer les conditions pour démarrage à chaud, à froid ou pour le redémarrage de la CPU (le démarrage à chaud produit l'effacement des mementos, temporisations et compteurs concernent uniquement les zones non rémanentes, alors que le démarrage à froid les effacent tous, après une mise hors tension et que la CPU fonctionne sans pile de sauvegarde, par contre le redémarrage n'efface aucune zone mémoire). [4]

✓ Traiter les 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.

Le programme utilisateur contient, en outre, des informations supplémentaires. Telles que les données destinées à la configuration ou à la mise sous réseau du système.

En fonction de l'application on peut donc créer, dans le programme utilisateur, les blocs des types suivants :

### **I.6.8.1. Blocs d'organisation (OB)**

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

### **I.6.8.2. Blocs fonctionnels**

#### ✦ **Bloc fonctionnel (FB)**

C'est un sous programme écrit par l'utilisateur, il facilite la programmation des fonctions complexes souvent utilisées. Il est exécuté par l'appel d'autre bloc de code.

#### ✦ **Bloc fonctionnel système (SFB)**

C'est un bloc intégré à la CPU S7. Les SFB font parties des systèmes d'exploitation. Ils sont des blocs de mémoire, ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées à la CPU 314 IFM, comme ils peuvent être utilisés pour la communication via des liaisons configurées.

### **I.6.8.3. Les fonctions (FC)**

Elles contiennent des routines pour les fonctions fréquemment utilisées, comme le renvoi d'une valeur au bloc appelant. Elles sont sans mémoires et contiennent uniquement des variables temporaires, elles peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

### **I.6.8.4. La fonction système (SFC)**

C'est une fonction intégrée dans les CPU S7, pré – programmée et testé. Elle est appelée à partir du programme. Parmi les fonctionnalités qu'elle dispose : le contrôle du programme, la gestion des alarmes horaires et temporisées, la mise à jour de la mémoire image du processus, l'adressage de modules et la création des messages relatifs aux blocs. [5]

### ***1.6.8.5. Les blocs de données d'instance (DB d'instance)***

Ils sont associés au bloc FB où ils constituent leurs mémoires, ils contiennent les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques. [5]

### ***1.6.8.6. Les blocs de données globaux (DB)***

A l'opposé des DB d'instance qui ne sont associés qu'aux blocs fonctionnels, les DB globaux servent à l'enregistrement de données utilisateurs pouvant être utilisées par tous les autres blocs de code.

Le nombre de blocs autorisés par type de bloc ainsi que la longueur maximale de chaque bloc dépend de la CPU, dans notre cas la CPU 315 – 2 DP autorisent : OB: 14, FB: 128, FC: 128, DB: 127, SFC: 54 et SFB: 7

### ***1.6.9. Création de la table des mnémoniques***

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle – commande, une fois son affectation déterminée (par exemple : variable, type de donnée, repère de saut, bloc).

### ***1.6.10. Structuration du programme utilisateur***

Le logiciel de programmation STEP7 nous permet de structurer notre programme, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes.

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1 (programmation linéaire).

Cela n'est recommandé que pour les programmes de petites tailles. Pour les automatismes complexes, la subdivision en parties plus petites est recommandée, celles-ci correspondant aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées bloc (programmation structurée).

Cette structuration offre les avantages suivants :

- ✓ Ecrire des programmes importants mais clairs.
- ✓ Standardiser certaines parties du programme.
- ✓ Simplifier l'organisation du programme.
- ✓ Modifier facilement le programme, car on peut l'exécuter section par section.

### I.6.10.1. Déroulement d'un programme

Le déroulement d'un programme commence par une mise en route qui n'est exécutée qu'une seule fois, suivie de l'exécution cyclique du programme utilisateur. Dans une CPU, s'exécutent deux programmes : le système d'exploitation de l'automate programmable et le programme utilisateur. [4]

#### ✦ Système d'exploitation de l'automate

Il regroupe toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liées à la tâche de programmation, ces fonctions et procédure sont :

- ✓ La mise en route.
- ✓ L'actualisation de la mémoire d'image des entrées MIE et l'émission de la mémoire d'image des sorties MIS.
- ✓ L'appel du programme utilisateur.
- ✓ La détection des erreurs.
- ✓ La gestion de la zone mémoire [4]

### I.6.10.2. La mise en route

Lors de la mise en route de la CPU se comporte comme suit :

- ✓ Le programme contenu dans l'OB de mise en route est exécuté, dans ce programme, on peut définir de l'initialisation utile pour le programme utilisateur.
- ✓ Les temporisations sont mises à jour.
- ✓ Le compteur d'heure de fonctionnement est exécuté.
- ✓ Les sorties TOR des modules des signaux SM sont verrouillées. [6]

### I.6.10.3. Exécution cyclique du programme utilisateur

A la fin de la mise en route, le programme utilisateur s'exécutera de manière cyclique dans l'OB1 comme suit Figure I.37 :

- ✓ Ecriture de la mémoire image des sorties MIS dans les modules de sorties.
- ✓ Lecture des entrées et mise à jour de la mémoire image des entrées.
- ✓ Traitement du programme utilisateur.

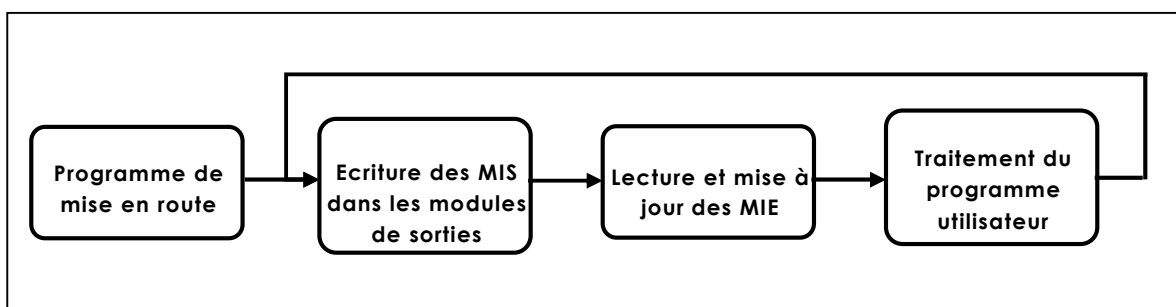


Figure I.37: Déroulement d'un programme utilisateur

## I.7. CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de présenter :

- les différents simulateurs (Grafcet, step7et Win CC),
- les modules constituant l'ensemble de l'automate S7 – 300 et son langage de programmation,
- la constitution modulaire,
- la facilité de réalisation d'architecture décentralisée,
- la facilité d'emploi font du S7 – 300,
- la solution économique pour les tâches les plus diverses dans les petites et moyenne d'application.

Le Grafcet nous permet de représenter Graphiquement le fonctionnement d'un atelier bien précis. Par la suit, le logiciel de programmation STEP7 constitue le lien entre l'utilisateur et l'automate programmable S7 – 300 car ce dernier ne peut gérer ces fonctionnalités sans logiciel bien défini. Le WinCC flexible permet la supervision dynamique des équipements électromécaniques.



*Chapitre II*

## II. INTRODUCTION

Le ciment est une matière manufacturière très importante dans un pays où la population ne cesse d'augmenter. La consommation de ciment en Algérie a augmenté de 6,1 % en moyenne entre 1997 et 2003, suite à un important développement du secteur de la construction du pays. Au cours des dernières années, de nouvelles usines ont été construites. Actuellement, l'Algérie possède quinze usines présentant une capacité de production totale de ciment de 14,5 Millions tonne. la société des ciments de Sour El Ghozlane en fait partie.

Dans ce chapitre nous vous présenter la cimenterie, et comprendre les processus de principe de fonctionnement des équipements l'atelier broyage cru.

### II.1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Depuis 1998, la société des ciments de Sour El Ghozlane issue du Groupe ERCC s'est transformée en Filiale autonome. Chargée de la recherche, du développement, de la production et de la commercialisation du ciment. L'usine de Sour El Ghozlane est une cimenterie à voie sèche.

Située à 120 Km au sud-est d'Alger, et à 25Km de Bouira, chef lieu de Wilaya, la société occupe une position géographique stratégique. En effet, implantée aux limites du Tell et des Hauts Plateaux, cette position lui permet de jouer un rôle économique important dans la région du centre du pays. Elle assure ainsi la satisfaction des besoins en ciment de plusieurs Wilayas. Au Nord : Alger, Médéa, Tizi-Ouzou, Bejaia. Au Centre : Djelfa, Laghouat, Msila. Au Sud : Ghardaïa, Tamanrasset, Illizi, Ouargla.

L'autre atout majeur de la société, c'est un encadrement et un personnel dynamiques, compétents et expérimentés qui veillent continuellement à l'amélioration de la qualité du produit et à l'écoute du des besoins de la clientèle. Ce souci de pérenniser cette démarche a incité les hauts responsables à créer « une cellule qualité » qui œuvre pour la définition d'une politique de « qualité totale » conforme aux normes ISO 9000 et dont la mise en œuvre se confirme par l'obtention de la certification ISO 9002 du système de management de la qualité en 2004.

#### II.1.1. Identification de l'usine

La société des ciments de S.E.G Sour el Ghozlane est de type par action, elle est une filiale du groupe des ciments et dérivés du centre "ERCC".

- Constructeur : F.L Smidth du Danemark.
- Qualité du ciment : CPj A32.5MPa.
- Production annuelle : 1000000 tonnes.
- Superficie : 41 Hectares
- Superficie occupée : 11 Hectares
- L'investissement est de = 1.354 Milliards de Dinars

- L'effectif employé se répartie comme suit :
- Cadres supérieurs = 110
- Maîtrise = 298
- Exécution = 189
- Total = 590
- Occasionnels = 80

## II.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

**Tableau II.1:** Caractéristiques technique des équipements de l'usine

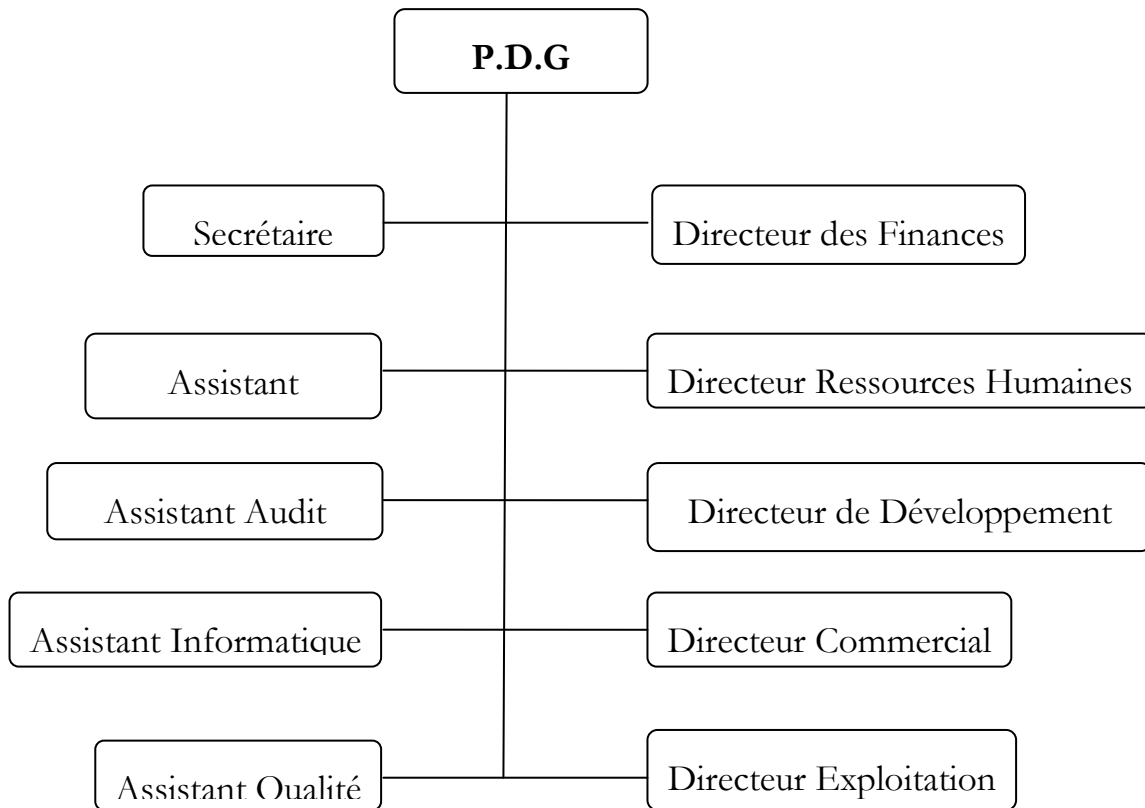
Désignation	Capacité
<b>Concasseur calcaire argile</b>	1000 T/H
<b>Concasseur ajouts</b>	2 × 100 T/H
<b>Broyeurs cru</b>	2 × 140 T/H
<b>Four rotatif</b>	3000 T/jour
<b>Broyeurs clinker</b>	2 × 100 T/H
<b>Ensacheuses rotatives</b>	5 × 100 T/H

**Tableau II.2:** Fiche technique de l'usine

FICHE TECHNIQUE	
<b>Dénomination</b>	Société des ciments de Sour El Ghozlane Groupe GICA
<b>Localisation</b>	Sour El Ghozlane (Bouira)
<b>Capacité de production</b>	3000 tonnes de clinker/jour 1000000 tonnes de ciment/an
<b>Type de ciment</b>	CPJ CEM II A-32,5
<b>Constructeur</b>	F.L.SMIDTH & CIE France
<b>Sous- traitants</b>	Génie civil COLAS France Montage mécanique MONTALEV France Montage électrique FERRER-AURAN
<b>Ingénieur conseil</b>	C.B.R Belgique



### II.2.1. ORGANIGRAMME DE LA FILIALE SC/ SOUR EL GHOZLANE



**Figure II.1:** Organigramme de la filiale SC/ Sour el Ghozlane

### II.2.2. Processus de fabrication du ciment

La fabrication du ciment implique :

La mise en œuvre de quatre matières premières ; il s'agit du calcaire, de l'argile, du sable et du minerai de fer.

Ensuite, il faut disposer les matières premières nécessaires contenues dans des gisements de carrières bien étudiés et les réserves exploitables évaluées avec précision. La société des ciments de SEG dispose d'une carrière de calcaire et d'une carrière d'argile.

#### II.2.2.1. Carrière

Le calcaire est extrait par abattage à l'explosif et chargé dans des dumpers au moyen des chargeurs.

L'argile est extraite par ripage aidé de tirs d'ébranlement éventuels et chargé dans des dumpers au moyen des chargeurs.



**Figure II.2:** Le Carrière

### II.2.2.2. Concassage matières premières



**Figure II.3:** Concassage et transport la matière premières

Un atelier de concassage commun est utilisé pour la réduction du calcaire et de l'argile.

Les matières sont amenées par dumpers (de 30t à 50t) à l'atelier de concassage ou les blocs de matière qui peuvent atteindre 1m<sup>3</sup> sont réduits à l'aide d'un concasseur à marteaux jusqu'à 25-30mm.

### II.2.2.3. Concassage ajouts

Deux ateliers de concassage des ajouts (gypse, tuf, minéral de fer) sont utilisés pour la réduction des blocs des matières en morceaux inférieurs à 25mm.

Les matières sont amenées des concasseurs par des transporteurs à bandes pour être stockés dans un hall de stockage.



**Figure II.4:** Concassage des ajouts

#### II.2.2.4. Hall de stockage des matières concassées (pré homogénéisation)



Figure II.5: Stockage des matières concassées



Figure II.6: Hall et grateur portique ajoutés.

- **Calcaire**

- ✓ Capacité de stockage : utile : 2 x 35 000 tonnes
- ✓ Dimensions du stockage : 2 x (136.5m x 34m) + 3m
- ✓ Granulométrie matière inf à 25mm (avec cependant 5% sup. à 25mm)
- ✓ Humidité maximale : 6% H<sub>2</sub>O

- **Argile**

- ✓ Capacité de stockage : utile : 2 x 3 000 tonnes
- ✓ Dimensions du stockage : 2 x (39m x 21m) + 3m
- ✓ Granulométrie matière inf à 25mm (avec cependant 5% sup. à 25mm)
- ✓ Humidité maximale : 10 % H<sub>2</sub>O

- **Sable**

- ✓ Capacité de stockage : utile : 2 000 tonnes
- ✓ dimensions du stockage : diamètre 23m

- **Minerai de fer**

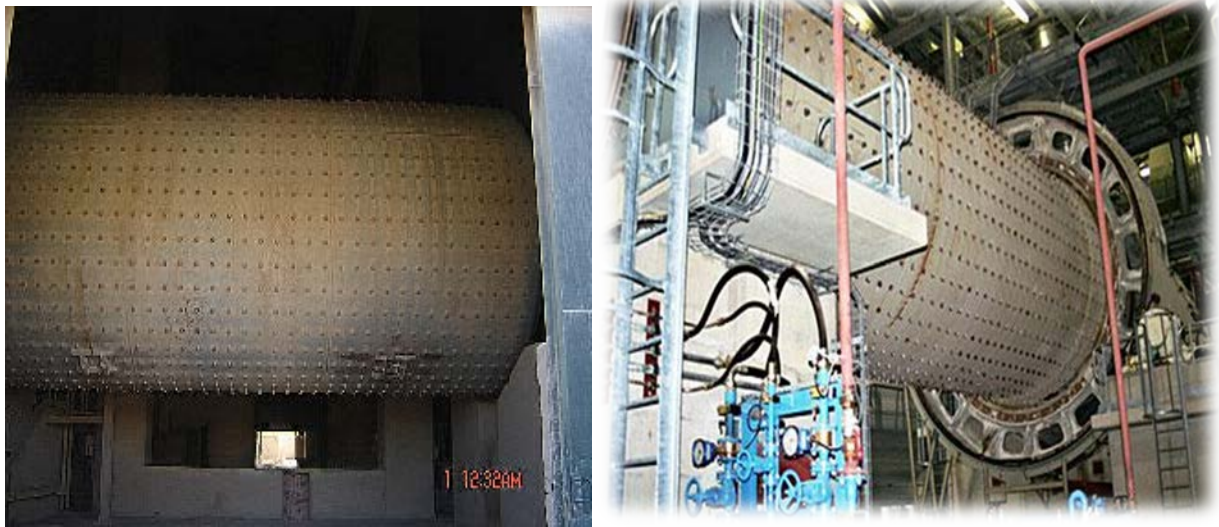
- ✓ Capacité de stockage : utile : 2 000 tonnes
- ✓ Dimensions du stockage : diamètre 23m



### II.2.2.5. Broyage du cru



**Figure II.7:** Atelier broyage cru



**Figure II.8:** Broyeur cru

En fonction des analyses chimiques complètes, et le calcul du mélange ; le laboratoire fixe les proportions de chaque matière .Généralement on utilise approximativement : Calcaire : 80% / Argile : 17% / Sable : 2% / Minerai de fer : 1%, Ce mélange est ensuite envoyé dans un broyeur ou il sera finement broyé et séché

L'atelier de broyage du cru a une capacité nominale en sec de 2 x 140 t/h (matières contenant au max. 6% d'eau). Les broyeurs sont équipés d'une chambre de séchage. La puissance installée est de 2 x 3000 kW.

### II.2.2.6. Silos d'homogénéisation

La farine crue est stockée et homogénéisée dans deux silos de stockage et d'homogénéisation  
Capacité de stockage : utile : 2 x 8000 tonnes



**Figure II.9:** Atelier d'homogénéisation

### II.2.2.7. Cuisson



**Figure II.10:** Le four rotatif

La matière ainsi homogénéisée est envoyée dans un four rotatif où elle subira plusieurs transformations au fur et à mesure qu'elle avance dans le four et rencontre des zones de plus en plus chaudes, jusqu'à l'obtention d'une matière appelée clinker. L'atelier cuisson a une capacité nominale de 3000 tonnes par jour.

### II.2.2.8. Silos de stockage clinker



**Figure II.11:** Silos de stockage clinker

Le stock de clinker consiste en trois silos d'une capacité utile de 15000 tonnes chacun.



### II.2.2.9. Broyage ciment



**Figure II.12:** Broyage ciment

Le clinker et le gypse dosés selon les directives du laboratoire sont finement broyés. La matière ainsi obtenue constitue le ciment est stockée dans des silos.

Pour augmenter la production on introduit lors du broyage du clinker et du gypse des ajouts (calcaire pur, tuf) on obtient ainsi un ciment qu'on appelle ciment composé.

L'atelier de broyage ciment a une capacité nominale de 2 x 100 t/h de ciment broyé .

### II.2.2.10. Silos de stockage ciment

Le ciment est stocké dans quatre silos d'une capacité unitaire de 8000 tonnes.

### II.2.2.11. Expédition

Le ciment est extrait des silos de stockage est vendu soit dans des sacs en papier de 50 kg ; soit en vrac.

- ✓ Chargement vrac camions : 2 x 200 tonnes par heure
- ✓ Chargement sacs : 3/5 ensacheuses 3 x 100 tonnes par heure



**Figure II.13:** Expédition

II.3. PROCESSUS DE FABRICATION DE CIMENT

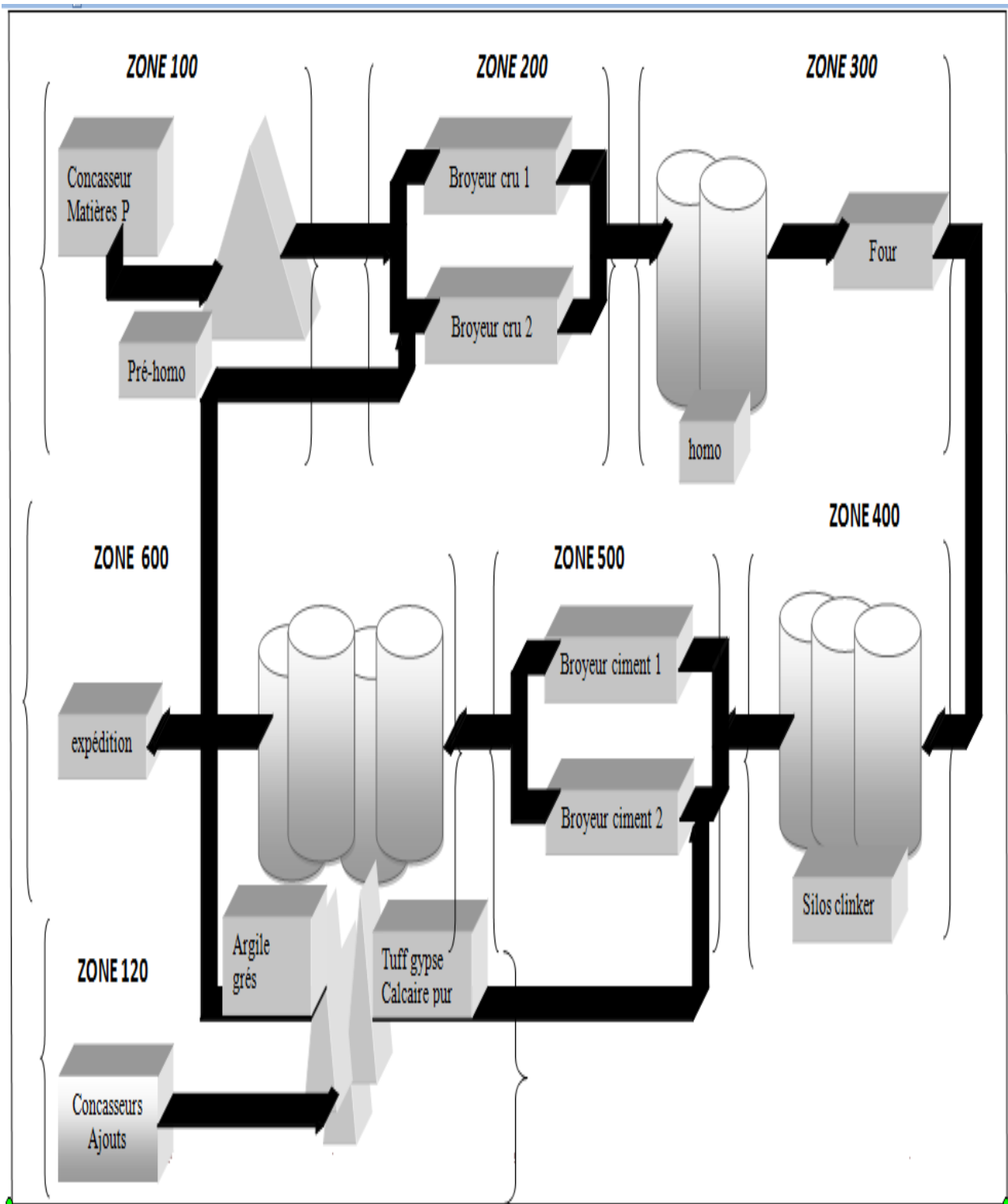


Figure II.14: Processus de fabrication de ciment [7]

## II.4. GENERALITE DE L'ATELIER BROYAGE CRU

Cet atelier est primordial pour la fabrication d'un ciment de bonne qualité, en effet il assure la matière nécessaire à l'alimentation du four rotatif en mélangeant les matières premières nécessaires (calcaire, minerai de fer, argile et le grés) avec un pesage et dosage précis

Le mélange introduit dans broyeur horizontal à boulets rotatif (cas de Sour El Ghozlane), le produit respectant une certaine granulométrie sort et est transporté directement vers l'atelier homogénéisation, Le reste sera acheminé une autre fois vers l'entrée broyeur pour y être broyé jusqu'à l'obtention de la granulométrie nécessaire souhaitée.

L'atelier est composée de :

- ✓ Broyeur horizontale type FLS
- ✓ Séparateur de matière
- ✓ Elévateur a godet
- ✓ Des bandes transporteuses (tapis roulant)
- ✓ Des aéroglissière

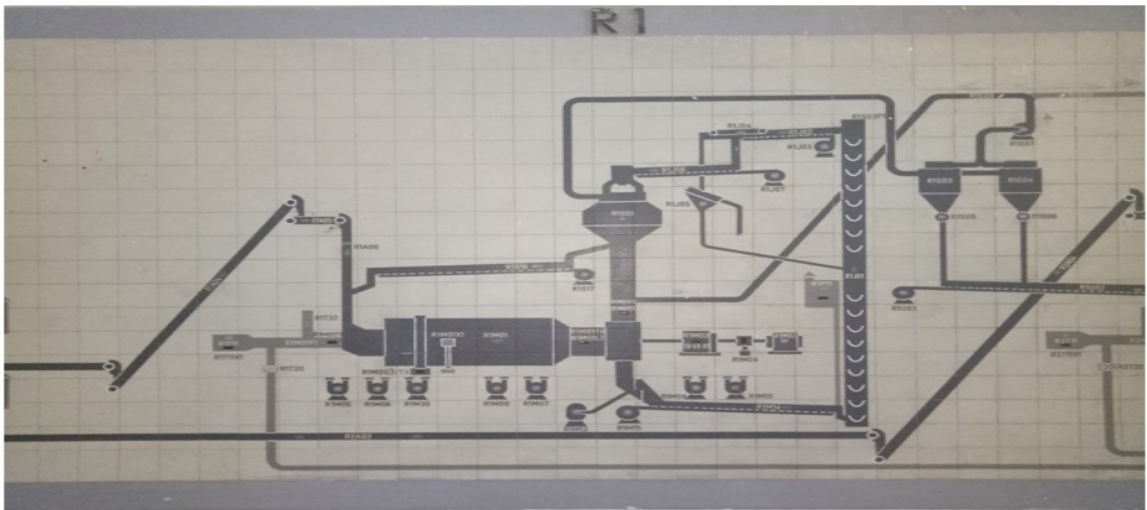


Figure II.15: Schéma de l'atelier

## II.5. ALIMENTATION BROYEUR CRU

### II.5.1. Description

Comme déjà annoncé pour avoir le mélange dans son état brut une opération de dosage est nécessaire, ainsi on mélange du minerai de fer du grés et de l'argile suivant une proportion prédéfinie pour chaque composant, cette proportion est appelée à être changée suivant la teneur et richesse des éléments composant le mélange.



L'opération de dosage est assurée par des régulateurs PID numériques ainsi l'opérateur introduit une consigne globale ; suivant des pourcentages assignés le régulateur correspondant à la matière voulue calcul la quantité nécessaire pour atteindre sa consigne et transmet au variateur une consigne de vitesse lui permettant d'atteindre cette consigne de charge.

Le démarrage du groupe lance les transporteurs à bande Argile, Minerais de fer et Grés ainsi que leurs alimentateurs à tablier sous chaque silo (trémie) d'alimentation du Broyeur [7]

## **II.6. LE BROYEUR DU CRU**

### **II.6.1. Description**

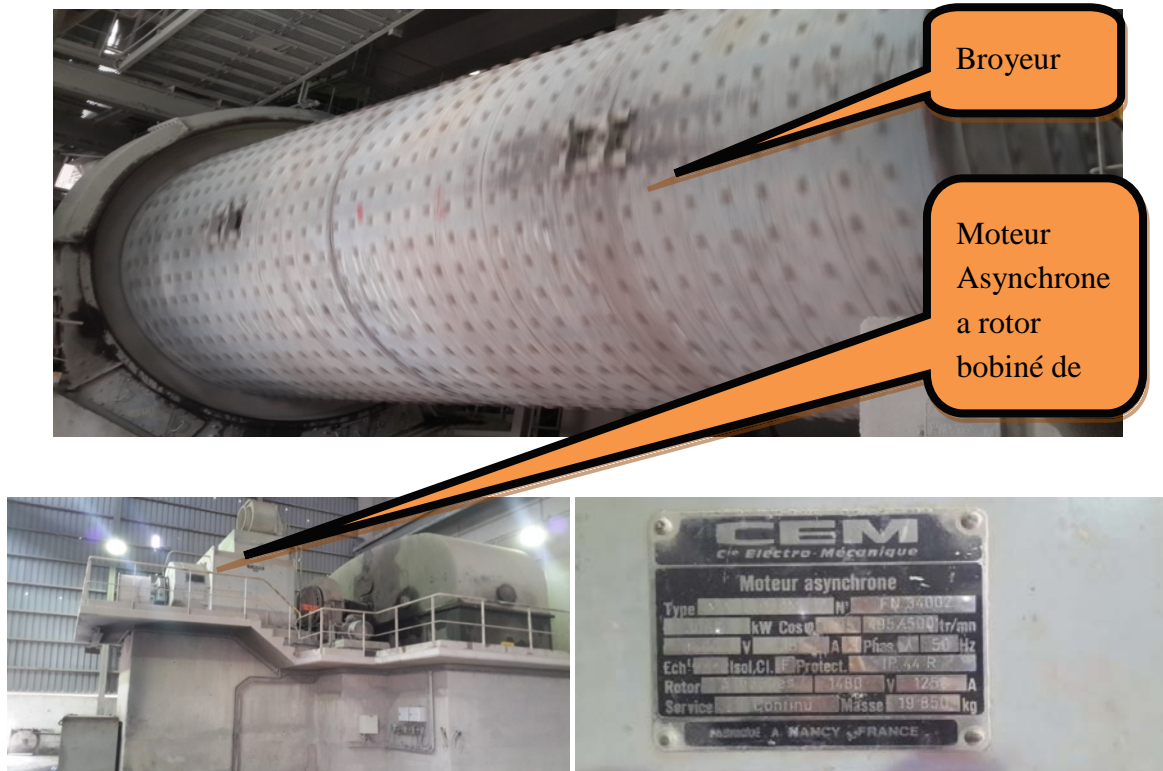
Le broyeur du cru à boulet est le cœur de cet atelier, il assure le broyage jusqu'à une certaine Granulométrie du mélange, il est composé de deux compartiments. Dans lesquels on trouve des boulets en fonte avec des diamètres différents pour chaque phase. Ils sont séparés par des grilles ainsi le produit respectant une granulométrie fixée passera au second et ainsi de suite jusqu'à la sortie du broyeur. Le mouvement de rotation permet aux boulets ronds de percuter la matière, de l'écraser et réduire par la même occasion le diamètre de la particule de la farine crue. [7]

### **II.6.2. Broyeur horizontale**

Les matières premières sont transformées en farine crue par le broyage a sec .Les deux processus peut en outre s'effectuer d'après deux alternatives, le broyage en circuit ouvert ou le broyage en circuit fermé. En cas du broyage en circuit ouvert, la matière à broyer passe par le broyeur une seul fois avec obtention ainsi du produit fini. En circuit fermée, la matière à broyer quitte le broyeur avant que toutes les particules ne soient finies et est guidée vers le séparateur. En cet endroit, la matière a broyer est séparée, et la fraction fine est dirigée a part comme matière finie tandis que la matière grosse est retournée au broyeur en vue de son ré-broyage

En circuit fermé, la matière à broyer passe à travers le broyeur a plusieurs reprises. Le chiffre de circulation (C) indique le nombre moyen de passages a travers le broyeur avant que toute la matière à broyer soit réduite a la finesse désirée

En cas de broyage fin, les petites particules ont la tendance de se lier et de s'accrocher au blindage et aux corps broyants.ce collage a sec est un phénomène électrostatique.



**Figure II.16:** Présentation de broyeur Cru

La plaque signalétique De Broyeur cru donnée par la figure II.16 ci-dessus contient les valeurs suivantes :

- **La tension :** 5500v /3phase
- **La puissance :** 3000 kw
- **Le courant :** 385 A
- **La masse :** 19850 kg
- **cos  $\varphi$  :** 0.85
- **vitesse de rotation :** 495/500
- **rotor a bague :** la tension 1480V
- **Le courant rotorique :** 1250 A

### II.6.3. Séparateur :

Le séparateur fonctionne comme une centrifugeuse. Son fonctionnement peut être illustré le mieux par le séparateur FLS le plus courant, Le séparateur comprend une chambre de séparation avec un plateau de diffusion rotatif et une descente conique pour recueillir le gros (la matière recyclée).

L'alimentation du séparateur est guidée vers le bas sur le plateau de diffusion rotatif et dans un courant d'air circulant à l'intérieur, produit par le plateau.

Les particules sont en même temps soumises à une force centrifuge, une force de pesanteur et une force aéro-portante orientée vers le haut. Les particules qui sont trop importantes pour être emportées avec l'air sur la paroi de la chambre et sont précipitées dans le cône intérieur. D'ici, elles sont renvoyées au broyeur par une écluse à air. Les particules libres sont précipitées dans le cône extérieur.

[7]

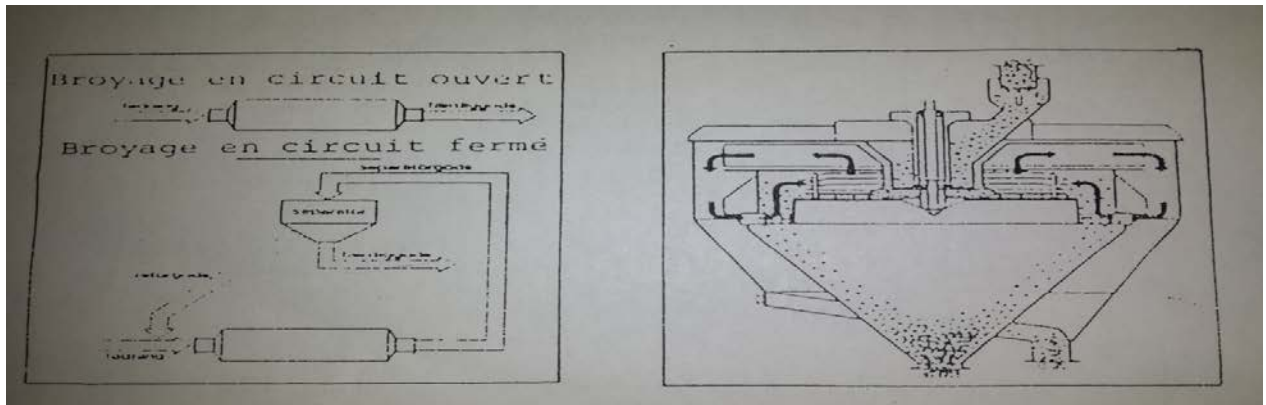


Figure II.17: Présentation de séparateur [7]

#### II.6.4. Aéroglissière :

Aéroglisseire flux est une rigole ou la matière pulvérulente se mélange a l'air et se fluidifie l'Aéroglissière flux est une tuyau rectangulaire séparé en deux compartiments par toile poreuse, l'air comprimé est soufflé dans le compartiment inférieur par ventilateur .il traverse la séparation perforée et émulsionne la matière dans le compartiment supérieur . l'Aéroglissière est inclinée de 5°-15° dans le sens du transport. [7]

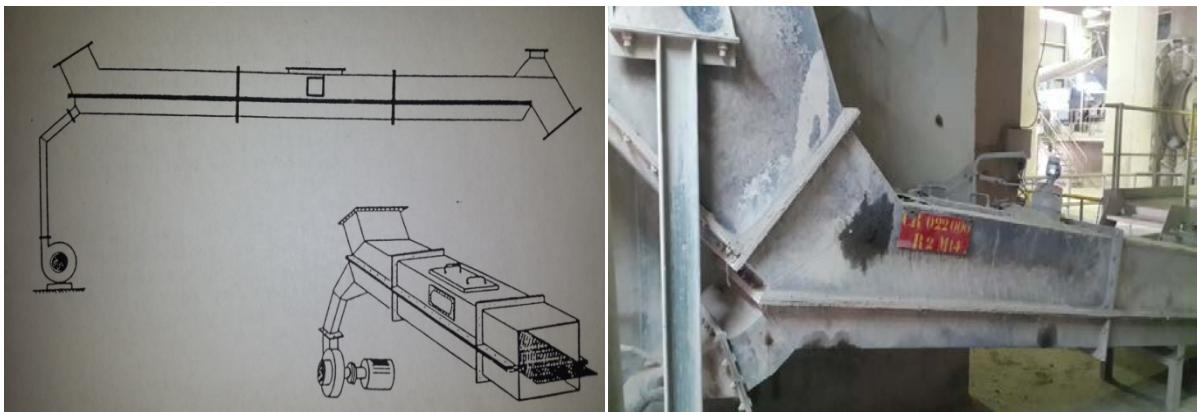


Figure II.18: Présentation d'Aéroglissière



Figure II.19: Ventilateur d'Aéroglissière

### II.6.5. Elévateurs :

L'élévateur à godets est utilisé pour le transport vertical ascendant de matière pulvérulente ou en morceaux dont la grosseur peut atteindre jusqu'à 50 mm et dont la température peut être de 300 C°-350 C°. Il se compose en principe de deux chaînes sans fin parallèles qui tournent sur une roue à chaîne et portent un chapelet de godets en tôle. Toute l'installation est montée dans un gaine en tôle ou en béton.

La matière est amenée au niveau de la partie inférieure de l'élévateur. Les godets l'excavent et la transportent au sommet de l'élévateur. La elle est déversée dans la machine en aval.

On distingue deux types d'élévateurs :

L'élévateur rapide à déchargement externe, c'est à dire que la matière est déversée tangentiellement par la force centrifuge lorsque les godets passent en position supérieure. L'élévateur lent, a un déchargement interne. La vitesse de la chaîne est minime de sorte que la matière tombe des godets lorsqu'ils se sont retournés en position supérieure. Pour cette raison, la sortie est installée au milieu de la gaine. [7]

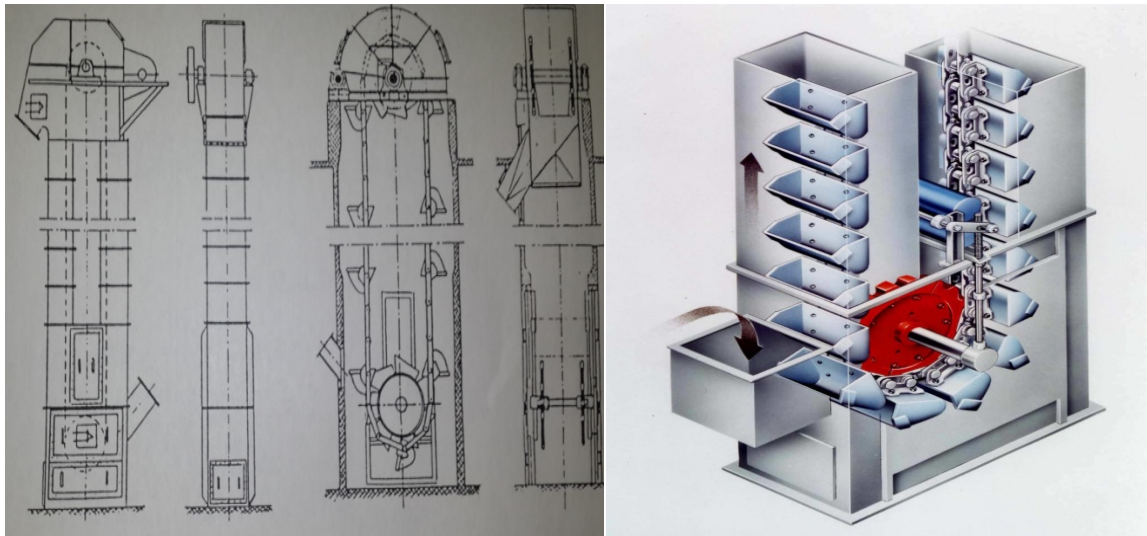


Figure II.20: L'élévateur à godets [7]

### II.6.6. Bandes transporteuses (tapis roulant)

Le transporteur à courroie en caoutchouc sert au transport horizontal ou presque horizontal de la matière en morceaux, finement granulée, sèche ou humide. Les qualités normales de courroie tolèrent des températures de matière pouvant atteindre env. 60°C. Le transporteur se composé d'une courroie caoutchouc saris fin qui se déroule sur un tambour à chaque extrémité, d'une station de commande et



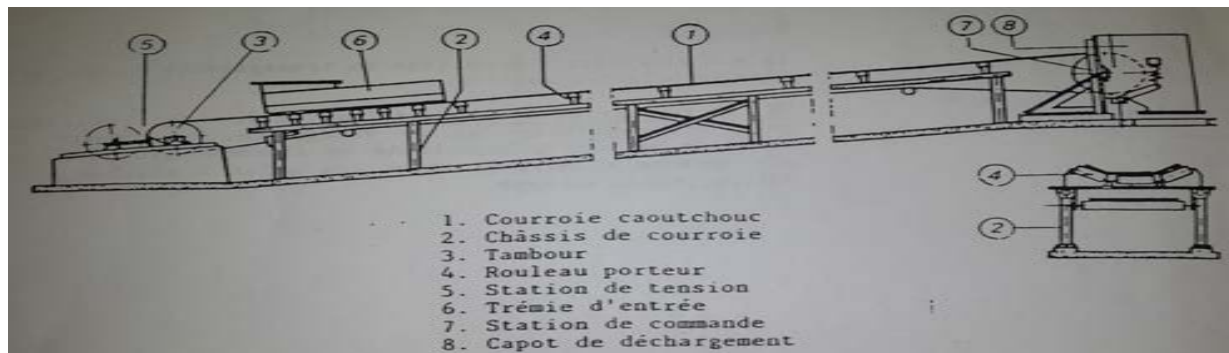
d'une station de tension. La courroie, partie inférieure et partie supérieure, roule sur des galets porteurs et tout l'appareil repose sur un châssis.

La matière arrive sur le bout inférieur de la bande par une trémie d'alimentation, qui s'appuie sur la bande par des listeaux caoutchouc sur les côtés et sur le bord arrière, pour assurer l'étanchéité.

La matière quitte la bande par le capot de déchargement. Dans ce dernier on trouve un racleur en caoutchouc lesté par ressort qui nettoie la bande une fois que la matière est déchargée. Dans le cas de matières collantes, le capot est aussi doté d'un racleur à corde à piano.

La bande caoutchouc peut être stationnaire ou portative. Sa section est normalement en forme d'auge comme l'indique la coupe ci-dessous.

La distance entre les centres des tambours est appelée entraxe. FLS a livré des transporteurs à courroie dont la longueur a atteint 23 km, en sections de 2500 m dont la liaison est assurée aux station de bande. [7]



**Figure II.21:** Les bandes transporteuses

### II.6.7. Transport vers silo homogénéisation

Afin que la farine crue puisse être équilibrée et homogène, on la transporte vers l'atelier homogénéisation H, cet atelier comme son nom l'indique assure une homogénéité au mélange récupéré en le faisant circuler inter silos de stockage et homogénéisation Ce transport est assuré par des aéroglisteurs. [7]

## II.6.8. Surpresseurs R1U11/ R1U12

### II.6.8.1. Description :

Le transport matière étant assuré par des écluses à air, Aérogliésières ces équipements ont donc besoin d'air pour assurer leur tâche convenablement.

Le démarrage des surpresseurs R1U11, R1U12, un seule ou les deux à la fois selon la demande, assurant ainsi une pression de service nécessaire et suffisante au transport de la matière.

## II.7. L'INSTRUMENTATION

L'identification des capteurs et actionneurs de notre système nécessite d'abord une meilleure maîtrise et connaissance du mode de fonctionnement des matériels qui assurent le fonctionnement du système. Cela, nous a incité à recenser tous les capteurs (capteur de fin de course, contrôleur de vitesse, capacitif, magnétique...etc.) et les actionneurs (moteurs, vérins ...etc.) et pour en faciliter l'attribution et l'identification des entrées/sorties.

### II.7.1. Les capteurs

Un capteur est un transducteur capable de transformer une grandeur physique en une autre grandeur physique généralement électrique (tension) utilisable par l'homme ou par le biais d'un instrument approprié. Le capteur est le premier élément d'une chaîne de mesure ou d'instrumentation dont l'objectif principal est l'intégration de capteurs, d'appareils de mesure, d'actionneurs et de régulateurs de façon à permettre le suivi ou le contrôle (automatisation) d'un procédé. [8]

#### II.7.1.1. Les caractéristiques des capteurs

Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par le capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète) ou analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

Les capteurs sont caractérisés selon ces deux critères :

- En fonction de la grandeur mesurée : électrique, mécanique...
- En fonction du caractère de l'information délivrée, si leurs sorties sont matérialisées par deux états (marche arrêt, ouverture fermeture), ces capteurs sont logiques et dénommés Tout ou Rien (TOR), et si la caractéristique est continue alors on dira qu'ils sont analogiques. L'atelier que nous étudions contient des capteurs de type TOR, c'est des fins de courses qui nécessitent un contact direct avec l'objet à détecter .Ils représentent la plus grande partie de l'automatisation dans L'installation.

Ils sont utilisés pour détecter les événements qui se produisent dans le procédé essentiellement dans :

- Le contrôle de la rotation des moteurs d'entraînement,
- La sécurité

Ils émettent les signaux, après le traitement de l'information, vers la partie commande pour commander les actionneurs. [8]

### II.7.1.2. Principaux 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 du 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 prise en compte par la partie commande.
- **La précision** : c'est la capacité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse,...

### II.7.1.3. Choix d'un capteur

Tous les capteurs dont le fonctionnement a été décrit précédemment présentent deux parties distinctes; à savoir :

- La première partie a pour rôle de traduire l'évènement.
- Une deuxième partie a pour rôle de traduire l'évènement en un signal compréhensible par la partie de commande. Pour le choix correct d'un capteur, il faudra définir tout d'abord :

- ✓ Le type d'évènement à détecter.
- ✓ La nature de cet évènement.
- ✓ La grandeur de l'évènement.
- ✓ L'environnement de l'évènement.

En fonction de ces paramètres on pourra effectuer un ou plusieurs choix.

Pour un type de détection. D'autres éléments peuvent mettre de cibler précisément le capteur à utiliser :

- ✓ Ses performances.
- ✓ Son encombrement.
- ✓ Sa fiabilité.
- ✓ La nature du signal délivré par le capteur (électrique, pneumatique).
- ✓ Son prix...

#### II.7.1.4. Types des capteurs

##### ➤ *Capteur actif*

- ✓ Fonctionne en générateur.
- ✓ Base sur effet physique.
- ✓ Conversion de l'énergie de la grandeur physique à mesurer en énergie électrique.

**Tableau II.3:** différents capteurs actifs et leurs Effet

Grandeur physique à mesurer	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température	Thermoélectricité	Tension
	Pyroélectricité	charge
Flux de rayonnement optique	Photo-émission	Courant
	Effet photovoltaïque	Tension
	Effet photoélectrique	Tension
Force, pression, accélération	Piézo-électricité	charge
vitesse	Induction électromagnétique	Tension
Position (Aimant), courant	Effet Hall	Tension

##### ➤ *Capteur passif*

- ✓ Impédance.
- ✓ Variation d'impédance => variation de dimension => condensateur à armature mobile => Déformation jauge extensométrie.
- ✓ Impédance d'un capteur passif et ses variations sont mesurables que si on intègre le capteur dans un circuit électrique par ailleurs alimenté et qui est conditionneur. [8]



Tableau II.4: différentes grandeurs mesurées par le capteur passif

Grandeur mesurée	Caractéristique électrique sensible	Type de matériaux utilisé
Température	Résistivité	Métaux : platine, nickel, cuivre....
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux de rayonnement optique	Résistivité	Semi-conducteur
Déformation	Résistivité	Alliage de Nickel, silicium dopé
	Perméabilité magnétique	Alliage ferromagnétique
Position (aimant)	Résistivité	Matériaux magnéto résistants
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

II.7.1.5. Constitution d'un capteur

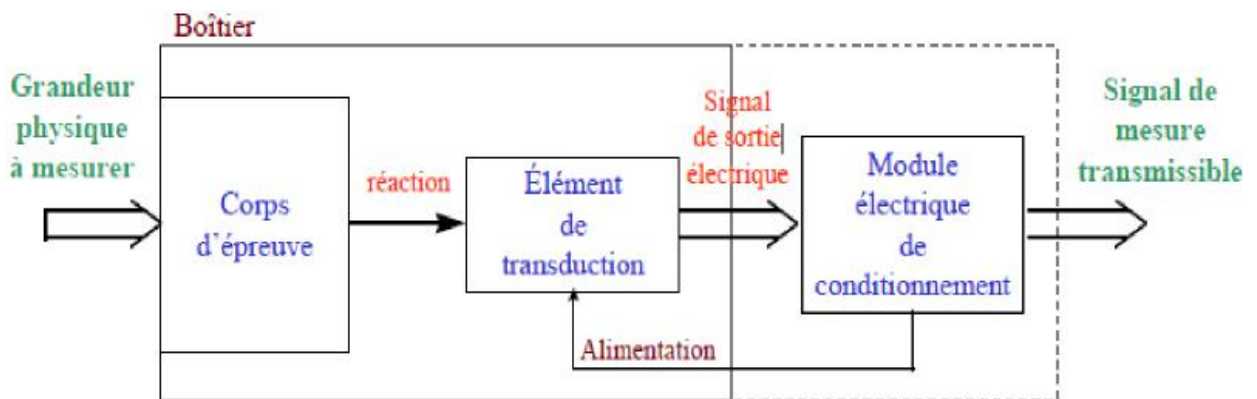


Figure II.22: Constitution d'un capteur

➤ *Le corps d'épreuve*

- ✓ Élément mécanique.
- ✓ Réagit sélectivement à la grandeur à mesurer (exemple température =>dilatation).
- ✓ Transforme la grandeur à mesurer à une grandeur physique dite mesurable.

➤ ***Elément de transduction***

- ✓ Élément sensible lié au corps d'épreuve.
- ✓ Traduit les réactions du corps des épreuves en une grandeur électrique=signal de sortie.

➤ ***Le boîtier***

L'Elément mécanique :

- ✓ De protection.
- ✓ De maintien.
- ✓ De fixation.

➤ ***Le module électrique ou électronique de conditionnement***

- ✓ Alimentation électrique de capteur.
- ✓ Mise en forme et amplification du signal de sortie.
- ✓ Filtrage, correction, traitement du signal.
- ✓ Conversion du signal (analogique/numérique, tension/fréquence...).
- ✓ Mise à niveau du signal de sortie pour sa transmission à distance.

### **II.7.1.6. Différent type de capteur**

Le capteur sortie électrique peut être classé selon trois catégories :

- ✓ Le capteur analogique.
- ✓ Les capteurs numériques.
- ✓ Les capteurs logiques.

➤ ***Les capteurs analogiques***

- Signal de sortie analogique.
- Signal dit de bas niveau (faible puissance).

=>Capteur

- Présence d'une électronique de conditionnement.
- Signal dit de haut niveau (0-10v ou 4-20MA).
- Signal a transmettre à distance.

=> Transmetteur

➤ *Les capteurs numériques*

- ✓ Signal de sortie codé sous une forme numérique.
- ✓ Signal absolu=transmission en mode parallèle de n bit sur n fils.  
=>Codeur
- ✓ Signal incrémental=transmission en mode série de n bit transmis séquentielle sur un Fil.  
=>Série d'impulsion a compter pour retrouver la valeur mesurée.  
=>Compteur(ou codeur incrémental).

➤ *Les capteurs logiques*

- ✓ Que deux état ou valeur possibles pour le signal de sortie
- ✓ Etat de la sortie définie par rapport à un seuil
- ✓ Capteur de type tout- ou- rien. == => (Détecteur)

➤ *Résumé:*

Type de capteur	Type de signal de sortie	appellation
analogique	Analogique bas niveau	Capteur
	Analogique haut niveau	transmetteur
numérique	Numérique absolu	Codeur
	Numérique incrémental	Compteur, codeur incrémental
logique	Tout-ou-rien	détecteur

### II.7.1.7. Exemples des capteurs

#### ➤ Capteur fin de cours

Appelé aussi capteur de position. Capteur de Contact (ouvert ou fermé), Identique à un interrupteur. Il est souvent utilisé pour connaître la Position d'un vérin, la position d'une Porte.

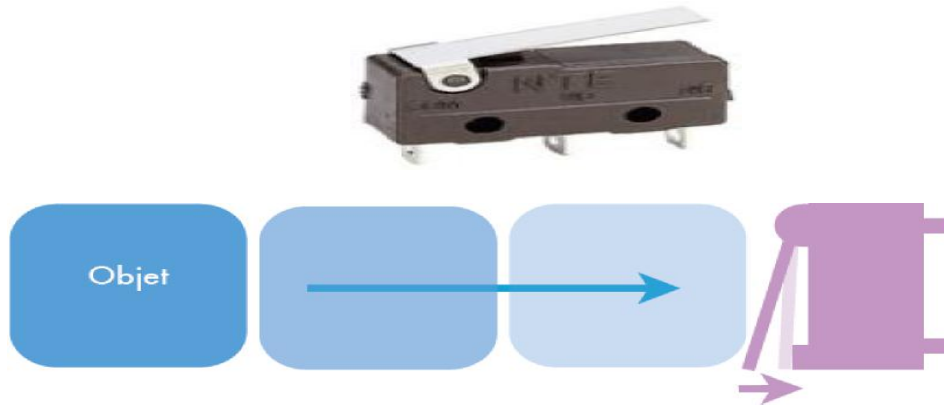


Figure II.23: Capteur fin de cours

#### ➤ Capteur de passage

Capteur infra rouge. Il se compose d'un émetteur de Lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par Coupure du faisceau lumineux. On utilise la lumière infrarouge car elle est invisible à l'œil. Il existe 2 cas d'utilisation :

- ✓ Emetteur et récepteur en face.
- ✓ Emetteur et récepteur côte

à côte (idéal pour le passage des câbles), dans ce cas-là, on utilise un catadioptre qui renvoi le faisceau lumineux. [8]

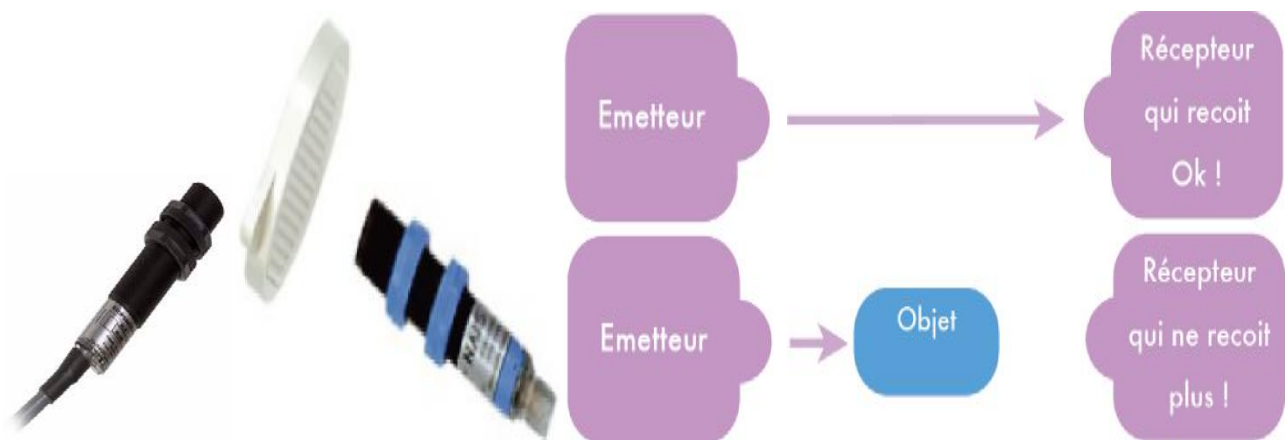


Figure II.24: Capteur de passage [8]

➤ *Câble de sécurité*

La sécurité est réalisée par deux câbles qui sont installés le long du transporteur et des deux côtés. Il permet à l'opérateur d'arrêter le fonctionnement du tapis en cas des défauts. Cette figure illustre l'emploi d'un câble de sécurité.



**Figure II.25:** illustre l'emploi d'un câble de sécurité.

➤ *Débordement de bande*

Ce sont deux interrupteurs installés en tête du transporteur, dont le temps d'arrêt est réglable. Cette figure illustre capteur TOR a débordement de bande.



**Figure II.26:** capteur TOR a débordement de bande.

➤ *Contrôleur de rotation*

C'est un capteur de proximité inductif, il est placé en face du tambour de renvoi. Cette figure illustre capteur TOR un contrôleur de rotation.



**Figure II.27:** capteur TOR un contrôleur de rotation.

➤ *Arrêt d'urgence*

Ce sont des interrupteurs d'arrêt. Ce dispositif interrompt la marche de la bande et tout le circuit qui l'alimente d'une manière instantanée. Il est nécessaire de réarmer cet appareil pour la remise en marche du circuit.

➤ *Les capteurs des températures*

Lorsque deux fils composés de métaux différents sont raccordés à leurs extrémités et que l'une d'elles est chauffée, il se produit une circulation de courant continu dans le circuit. C'est l'effet Thermoélectrique.

Si on coupe le circuit, la tension apparaissant est fonction de la température et de la composition des deux métaux. Tous les métaux dissemblables présentent cet effet. [8]



**Figure II.28:** Les capteurs des températures

### II.7.2. Les actionneurs

Ce sont des dispositifs électriques qui peuvent exécuter une tâche de la partie opérative. Les actionneurs sont divers; il y a les moteurs, les servomoteurs, les signalisations, les alarmes, ...etc.

Les moteurs asynchrones sont les moteurs les plus utilisés dans la cimenterie, du fait de leur faciliter de mise en œuvre, leur faible encombrement, ainsi que leur bon rendement et de leur excellente fiabilité. Un de leur point de reproche est l'énergie réactive, toujours consommée pour magnétiser l'entrefer, tous les moteurs utilisés dans l'usine sont en majorité de types asynchrones. [9]



**Figure II.29:** Moteur Asynchrone

## II.8. STRUCTURE DES CIRCUITS DE COMMANDE ET DE PUISSANCE

La majorité des installations industrielles sont constituées par deux types de circuits: le circuit de commande et le circuit de puissance.

### II.8.1. Circuit de commande

Il comporte l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance. On trouve:

- La source d'alimentation
- Un appareil d'isolement (sectionneur)
- Une protection du circuit
- Un appareil de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique)
- Organes de commande (bobine du contacteur)

La source d'alimentation et l'appareillage du circuit de commande ne sont pas nécessairement celle du circuit de puissance, elle dépend des caractéristiques de la bobine.

### II.8.2. Circuit de puissance

Il comporte l'appareillage nécessaire au fonctionnement des récepteurs de puissance suivant un automatisme bien défini. On trouve:

- Une source de puissance (généralement réseau triphasé).
- Un appareil d'isolement (sectionneur).
- Un appareil de protection (fusible, relais thermique).
- Appareil de commande (les contacts de puissance du contacteur). Des récepteurs de puissance (moteurs).

### II.8.3. Les appareils de commande, de signalisation et de protection :

#### II.8.3.1. Disjoncteur

C'est un appareil de protection qui comporte deux relais, relais magnétique qui protège contre les courts circuits et un relais thermique qui protège contre les surcharges. [10]

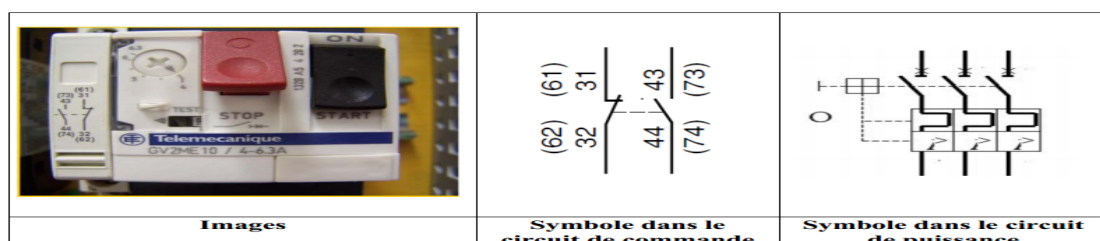


Figure II.30: Disjoncteur

### II.8.3.2. Sectionneur

C'est un appareil qui permet la consignation d'une installation. Il se manœuvre à vide (installation éteinte). Il n'a pas de pouvoir de coupure, ce n'est pas un interrupteur, ce sont les fusibles qui coupent en cas de court circuit. Les fusibles ont un type aM, un calibre et une taille adaptée au sectionneur. [10]



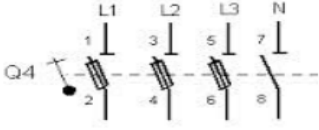
		
<p><b>Images</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de commande</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de puissance</b></p>

Figure II.31: Sectionneur

### II.8.3.3. Interrupteur sectionneur

Il a un pouvoir de coupure, il peut être manipulé en charge.


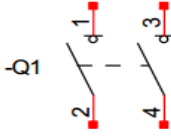
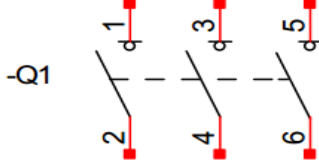
		
<p><b>Images</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de commande</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de puissance</b></p>

Figure II.32: Interrupteur sectionneur

### II.8.3.4. Relais Thermique

Le relais thermique assure la protection du moteur contre les surcharges électriques. Cet appareil s'échauffe légèrement par le courant du moteur (effet joules ). Au delà d'une valeur pré-réglé, un contact interne s'ouvre et coupe la bobine du contacteur tripolaire.[10]


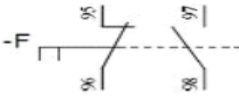
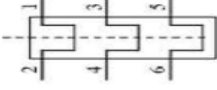
		
<p><b>Images</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de commande</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de puissance</b></p>


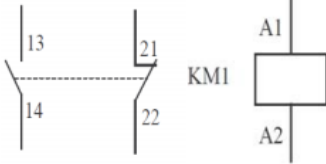
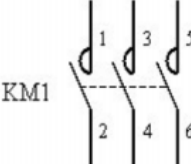
Figure II.33: Relais thermique



**II.8.3.5. Contacteur**

Il assure la fonction de commutation. Il permet de fermer ou d'ouvrir un circuit électrique de puissance en charge et à distance.


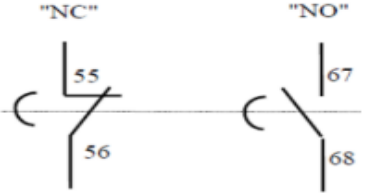
Lorsque la bobine du contacteur est alimenté les contacts de la partie puissance et ceux de la partie commande changent d'état simultanément. L'ouverture et la fermeture des contacts s'effectuent grâce à un circuit électromagnétique. [10]

		
<p><b>Images</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de commande</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de puissance</b></p>

**Figure II.34:** Contacteur

**II.8.3.5.1. Bloc auxiliaire temporisé (ou temporisateur)**

Les blocs auxiliaires temporisés servent à retarder l'action d'un contacteur (lors de la mise sous tension ou lors de son arrêt). Il contient deux contacts 1NC et 1NO: le premier est normalement ouvert et le second et normalement fermé. Dans ce type de temporisateur, le basculement des contacts est retardé par rapport à la mise sous tension de la bobine. La retombée des contacts est instantanée par rapport à la mise hors tension de la bobine.

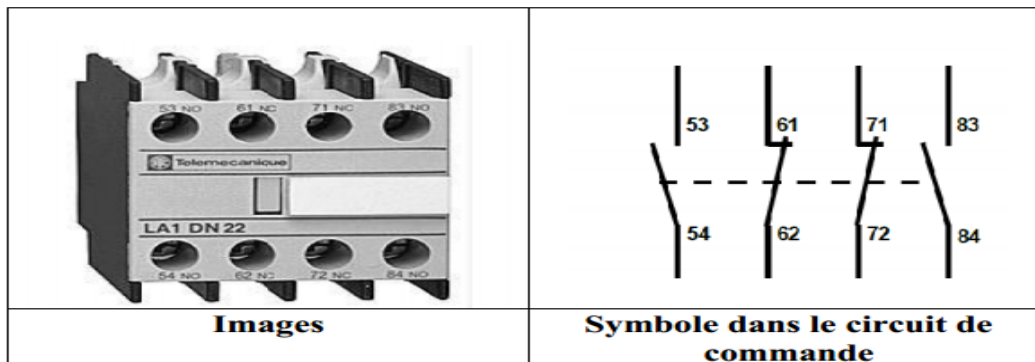
	
<p><b>Images</b></p>	<p><b>Symbole dans le circuit de commande</b></p>

**Figure II.35:** Temporisateur

Il existe d'autres types de temporisateurs dans ses derniers le basculement des contacts est instantanée par rapport à la mise hors tension de la bobine.

**II.8.3.5.2. Bloc de contacts auxiliaires**

Le bloc de contact auxiliaire est un appareil mécanique de connexion qui s'adapte sur les contacteurs. Il permet d'ajouter de 2 à 4 contacts supplémentaires ou contacteur. Les contacts sont prévus pour être utilisés dans la partie commande des circuits. Ils ont la même désignation et repérage dans les schémas que le contacteur sur lequel ils sont installés (KA, KM...).



**Figure II.36:** Bloc de contacts auxiliaires

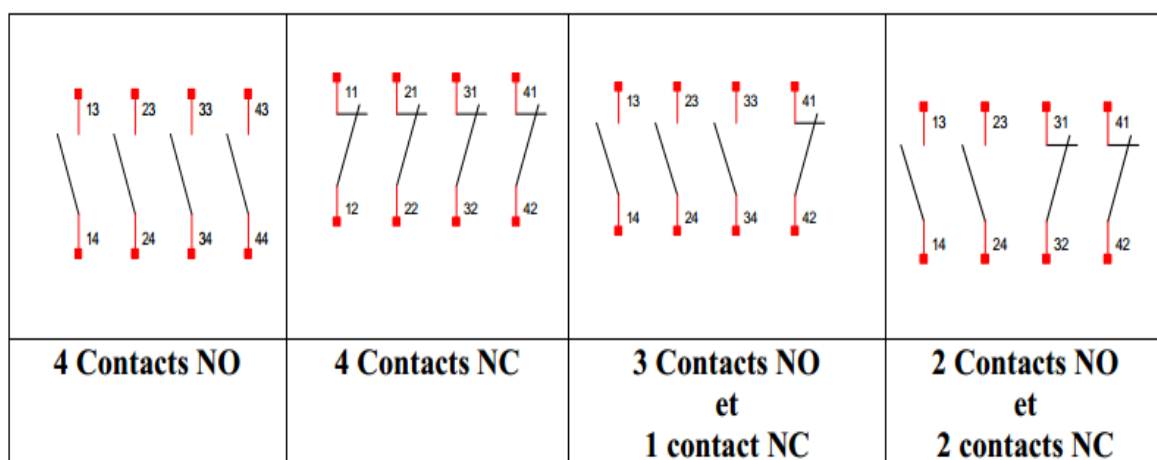
Différentes configurations de Contacts auxiliaires en voici quelques exemples:

4 Contacts NO :13-14 , 23-24 , 33-34, 43-44.

4 Contacts NC :11-12, 21-22, 31-32, 41-42.

3 Contacts NO et 01 contact NC :13-14, 23-24, 33-34, 41-42.

2 Contacts NO et 02 contact NC :13-14 ,23-24,31-32 ,41-42.

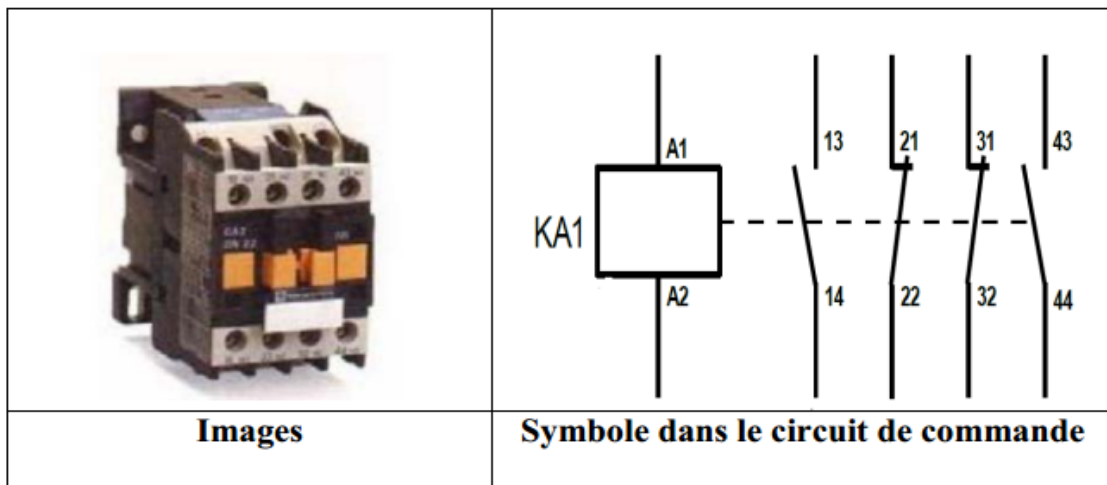


**Figure II.37:** Différentes configurations de Contacts auxiliaires

**II.8.3.5.3. Contacteur auxiliaire**

C'est un relais ayant le même principe de fonctionnement que le contacteur mais ne permettant d'alimenter que des circuits de commande.

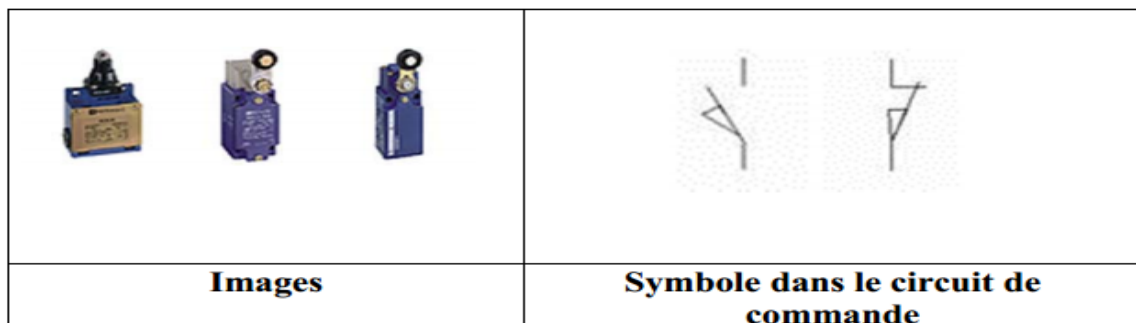
Il est utilisé pour relayer les capteurs (plus de contacts), permettre de réaliser des commandes plus complexes. On peut lui ajouter des blocs de contacts auxiliaires temporisés ou non. Il est repéré dans les schémas par KA, (KA1, KAA...) aussi bien pour la bobine et les contacts.



**Figure II.38:** contacteur auxiliaire

**II.8.3.5.4. Les capteurs de fin de course (ou butée de fin de course)**

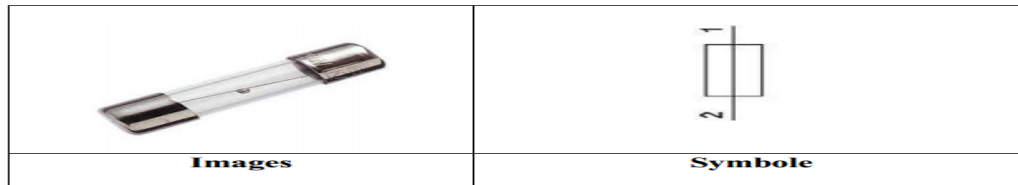
Le capteur de fin de course est un capteur qui possède un dispositif mécanique et deux contacts 1NO et 1NC. Il permet de couper ou établir un circuit lorsqu'il est actionné par un mobile.



**Figure II.39:** capteur de fin de course

**II.8.3.6. Fusible**

Il comporte un fil conducteur grâce à sa fusion.il interrompt le circuit électrique lorsqu'il est soumis à une intensité du courant qui dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



**Figure II.40:** Fusible

Il existe plusieurs types de fusibles:

- **aM:** ce sont des cartouches à usage industriel, pour l'accompagnement moteur, commence à réagir à partir de 4\*In (In est le courant prescrit sur le fusible), protège uniquement contre les courts- circuits. Il est souvent utilisé pour les moteurs, les transformateurs...
- **gG:** ce sont des fusibles à usage industriel protège contres les faibles et les fortes surcharges et les courts circuits. Il est utilisé pour l'éclairage, les fours, la ligne d'alimentation...
- **gF:** ce sont des fusibles à usage domestique, il assure la protection contre les surcharges et les courts circuits. [10]

**II.8.3.7. Boutons poussoirs :**

Il en existe deux types:

Les boutons poussoirs à fermeture et les boutons poussoirs à ouverture. Ils servent à ouvrir ou fermer un circuit électrique. Dès qu'on relâchent ils reviennent dans leur position initiale.

Le bouton poussoir est composé de deux parties différentes le corps et la tête. La tête s'emboite dans le corps grâce à un clip. Le corps qui par sa référence indiquera si c'est un bouton poussoir NO ou NC. [10]



**Figure II.41:** Boutons poussoirs

## II.9. CONCLUSION

La complexité des systèmes et les techniques utilisées dans l'unité nous ont incités à chercher une solution d'automatisation pour une meilleure commande de ce système. Pour chaque automatisation via automate programmable, il faut avoir un autre système et l'utiliser d'une manière efficace en assurant ainsi une commande optimale de la production, avec une bonne compréhension du fonctionnement du système, ce qui permettra d'identifier et d'attribuer les entrées / sorties adéquates pour la conduite du procédé.



*Chapitre III*

### III. INTRODUCTION

Après la description de fonctionnement général du l'atelier de broyage cru on passe a la description séquentielle des moyens de production. Cependant, au sein de l'unité de production Le fonctionnement de l'atelier broyage cru on utilise le cycle de fonctionnement d'après le cahier des charges de l'atelier. La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs tels que la cadence de production, qualité de produits et sécurité des biens et des personnes. Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un programme, pour la simulation et supervisions de l'atelier broyage cru par des simulateurs PLCSIM et sa visualisation par le Win CC flexible Runtime.

#### III.1. CAHIER DES CHARGES DE LA DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT SEQUENTIELLE DE L'ATELIER BROUYAGE CRU

##### III.1.1. Mode local

Le démarrage des moteurs se fait par 2 boutons poussoirs locaux placés à côté du moteur :

- Bouton poussoir « Commande marche locale » : Ce bouton entre dans le PLC.
- Bouton poussoir « Commande arrêt locale » : Le signal de ce bouton entre dans le PLC, il arrête

le moteur [11]

##### III.1.2. Mode automatique

###### ➤ Alimentation broyeur cru :

L'alimentation du broyeur à cru est avant tout commandée par le régulateur de l'alimentation totale. Celui-ci reçoit ses signaux de l'élévateur R1J01J du Folaphone M01X1. La fonction spéciale de R06 est d'assurer qu'un signal trop élevé du Folaphone fait réduire le point de consigne ou, en d'autres termes, si l'entrée du broyeur est trop chargée de matière, le régulateur réduit l'alimentation. Le signal de sortie de R06 est le point de consigne visé pour l'alimentation totale qui, par l'intermédiaire de quatre motopotentiomètres (un par matière première). [11]

*III.1.2.1. Séquence de démarrage de l'alimentation*

N°	Action
1	Démarrer la bande transporteuse doseur Argile <b>R1C02</b>
2	Démarrer la bande transporteuse doseur Minerai <b>R1D02</b>
3	Démarrer la bande transporteuse doseur Grès1 <b>R1E02</b>
4	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Argile <b>R1C01</b>
5	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Minerai <b>R1D01</b>
6	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Grès 1 <b>R1E01</b>

*III.1.2.2. Séquence d'arrêt de l'alimentation*

N°	Action
1	Arrêter l'alimentateur à tablier doseur Grès <b>R1E01</b>
2	Arrêter l'alimentateur à tablier doseur Minerai <b>R1D01</b>
3	Arrêter l'alimentateur à tablier doseur Argile <b>R1C01</b>
4	Arrêter la bande transporteuse doseur Grès <b>R1E02</b>
5	Arrêter la bande transporteuse doseur Minerai <b>R1D02</b>
6	Arrêter la bande transporteuse doseur Argile <b>R1C02</b>

*III.1.2.3. Séquence de démarrage broyeur cru et transport matière*

N°	Action
1	Démarrer l'avertissement de démarrage broyeur <b>R1M01KLX1</b>
2	Démarrer Pompe à l'huile de démarrage entrée <b>R1M05</b>
3	Démarrer Pompe à l'huile de démarrage sortie <b>R1M07</b>
4	Démarrer Pompe à l'huile de circulation entrée <b>R1M06</b>
5	Démarrer Pompe à l'huile de circulation sortie <b>R1M08</b>



6	Démarrer Pompe à l'huile de circulation <b>R1M035</b>
7	Démarrer surpresseurs <b>R1U12</b>
8	Démarrer <b>R1U04</b> le ventilateur d'aéroglossière
9	Démarrer <b>S05</b> l'écluse à air du cyclone <b>S03</b>
10	Démarrer <b>S06</b> l'écluse à air du cyclone <b>S04</b>
11	Démarrer <b>R1S07</b> le ventilateur de recirculation d'air du broyeur
12	Démarrer <b>R1S17</b> Ventilateur de l'aéroglossière <b>S16</b>
13	Démarrer <b>R1S01</b> le séparateur sortie broyeur
14	Démarrer <b>R1J02</b> le ventilateur aéroglossière <b>J02</b>
15	Démarrer <b>R1J01</b> l'élévateur
16	Démarrer <b>R1M14</b> le ventilateur aéroglossière <b>M14</b>
17	Démarrer <b>R1M03</b> le broyeur cru
18	Démarrer <b>R1A05</b> le transporteur à bande
19	Démarrer <b>R1A04</b> le transporteur à bande
20	Démarrer <b>R1A03</b> le transporteur à bande
21	Démarrer <b>R1A02</b> le transporteur à bande
22	Démarrer <b>R1A01</b> l'alimentateur à tablier

#### III.1.2.4. Séquence d'arrêt broyeur et transport matière

Le groupe s'arrête automatiquement si une des « conditions de démarrage et de service du groupe n'est pas ok. [11]

N°	Action
1	Arrêter <b>R1A01</b> l'alimentateur à tablier
2	Arrêter <b>R1A02</b> le transporteur à bande
3	Arrêter <b>R1A03</b> le transporteur à bande

4	Arrêter <b>R1A04</b> le transporteur à bande
5	Arrêter <b>R1A05</b> le transporteur à bande
6	Arrêter <b>R1M03</b> le broyeur cru
7	Arrêter <b>R1M14</b> le ventilateur aérogliissière <b>M14</b>
8	Arrêter <b>R1J01</b> l'élévateur
9	Arrêter <b>R1J02</b> le ventilateur aérogliissière <b>J02</b>
10	Arrêter <b>R1S01</b> le séparateur
11	Arrêter <b>R1S17</b> Ventilateur d'aérogliissière <b>S16</b>
12	Arrêter <b>R1S07</b> le ventilateur de recirculation du broyeur
13	Arrêter <b>S06</b> l'écluse à air du cyclone <b>SO4</b>
14	Arrêter <b>S05</b> l'écluse à air du cyclone <b>S03</b>
15	Arrêter <b>R1U04</b> le ventilateur d'aérogliissière <b>U04</b>
16	Arrêter Pompe à l'huile de circulation <b>R1M035</b>
17	Arrêter Pompe à l'huile de circulation sortie <b>R1M08</b>
18	Arrêter Pompe à l'huile de circulation entrée <b>R1M06</b>
19	Arrêter Pompe à l'huile de circulation entrée <b>R1M05</b>
20	Arrêter le supresseur <b>R1U12</b>

## III.2. GENERALITES SUR LA SUPERVISION

### III.2.1. Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au delà de celle de fonctions de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces [7].

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes :

- Répondre à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Assurer la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.

➤ Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...) et de tâches telles que la synchronisation.

➤ Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance. [12]

### III.2.2. Avantage de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du procédé, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et ses avantages principaux sont :

- La surveillance du procédé à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

### III.2.3. Architecture d'un réseau de supervision

En vue de la réalisation d'une communication entre un API et un PC, des mécanismes d'échange ont été développés dans ce sens pour assurer l'échange de données entre le PC de supervision et un automate programmable.

Le PC de supervision n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'API qui gère l'ensemble du processus.

Un réseau de supervision est souvent constitué de :

- Un PC utilisé comme poste opérateur qui permet l'acquisition des données, l'affichage des synoptiques et la conduite de l'unité. [12]
- Un PC comme poste ingénieur, dédié à l'administration du système et au paramétrage de l'application.
- Un réseau d'acquisition de type MPI, reliant les postes opérateur de l'automate .

### III.2.4. Le rôle de la supervision

#### III.2.4.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision

En général, un système de supervision se compose d'un moteur central (logiciel) auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates, pupitres,... etc.).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Les modules fonctionnels principaux d'un système de supervision sont :

- Editeur graphique.
- Historique des données.
- Archivages et restitution des données pour les analyser et pour raisons de maintenances.
- Gestion des alarmes et des événements.

- Acquisition des données venantes du procédé par l'intermédiaire d'une unité de commande (Automate programmable).
- Rapport de suivi de production.

### III.3. ACTIVATION DU PROJET

Après le chargement du programme sur l'API et l'activation de la simulation, une clique sur le bouton «Démarrer le système Runtime» dans la barre d'outils de WinCC déclenche le démarrage et l'arrêt de la conduite (du Runtime) pour le projet courant. Elle vous permet ainsi de passer du Runtime à la configuration et inversement.



#### III.3.1. Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM

Après la programmation sous STEP7 des différentes étapes et réceptivité, nous avons poursuivi notre travail par une simulation pour tester le bon fonctionnement de l'automatisme sous le logiciel S7-PLCSIM.

##### III.3.1.1. Définition S7-PLSIM

S7-PLCSIM est un logiciel de STEP7. Son utilisateur suppose que la version de STEP7 soit déjà installée. Il permet de tester le programme avant son implantation définitive dans l'automate.

##### III.3.1.2. Etapes de simulation d'un projet

1. Activer le logiciel de simulation en clique sur l'icone suivant : 
2. Pour charger le programme dans la CPU de simulation, nous choisissons la commande system cible/charger et ou en cliquant sur l'icône de chargement suivant : 
3. configuration de l'API de simulation
  - a) Pour créer une fenêtre permettant d'accéder aux entrées intervenant dans le programme
    - Il faut choisir la commande insertion /variable d'entrée.
    - La valeur par défaut est EB 0 (octet d'entrée 0).pour la valider, il faut appuyer sur Entrée, sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet EBO donné dans l'exemple porté dans la fenêtre ci dessous

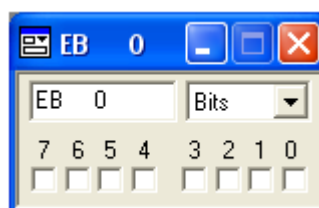
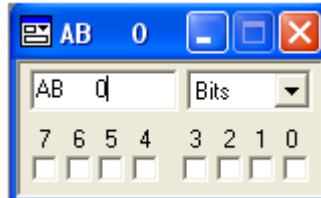


Figure III. 1:Fenêtre des variables entrée

b) créer une fenêtre permettant d'accéder aux sorties intervenant dans le programme :

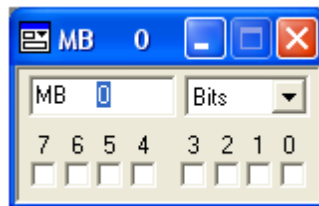
- Il faut choisir la commande insertion /variable de sortie.
- la valeur par défaut est AB 0 (octet de sortie 0).pour la valider, il faut appuyer sur Entrée sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet AB 0 donné dans l'exemple porté dans la Fenêtre ci dessous.



**Figure III.2:** Fenêtre des variables de sortie

c) Créer une fenêtre pour les mémentos intervenant dans le programme :

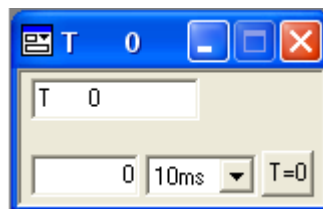
- Il faut choisir la commande insertion / memento.
- La valeur par défaut est MB 0 (octet de memento 0).pour la valider, il faut appuyer sur valider l'exemple du memento est illustré dans la fenêtre ci-dessous.



**Figure III.3:** Fenêtre des mémentos

d) Créer une fenêtre pour les temporisations intervenant dans le programme :

- Il faut choisir la commande insertion / temporisation.
- La valeur par défaut est T0, le chiffre 0 étant mis en évidence. Tapons 1 Dans la fenêtre (pour la temporisation T1), puis appuyons sur validation l'exemple de la temporisation est illustré dans la fenêtre ci-dessous.



**Figure III.4:** Fenêtre de temporisation

e) Choisir dans le menu « CPU » dans S7-PLCSIM et vérifier que Mettre sous tension est Sélectionné.

f) Choisir la commande « Exécution » Mode continu et vérifier que Cycle continu est Sélectionné.

g) Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher « RUN » ou « RUN-P »

#### III.4. VISUALISATION D'ETAT DU PROGRAMME

Après avoir chargé le programme dans la CPU du simulateur et mis cette dernière en mode « RUP ». Le logiciel STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme, avec la fonction «Teste »Visualiser ou en cliquant sur l'icone les états des variable et les bits d'entées et ceux de sorties comme le montre le symbole suivant :



**Propriétés de la table des mnémoniques**

Nom : Mnémoniques  
 Auteur : électromécanique et système de commande  
 Commentaire :  
 Date de création : 14/08/2017 21:52:47  
 Dernière modification : 28/08/2017 14:05:40  
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques  
 Nombre de mnémoniques : 287/287  
 Dernier tri : Mnémonique ordre décroissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	R1U12	A 0.0	BOOL	Démarrer R1U12
	R1U04	A 0.1	BOOL	Démarrer R1U04 le ventilateur d'aéroglossière
	R1S05	A 0.2	BOOL	Démarrer S05 l'écluse à air du cyclone S03
	R1S06	A 0.3	BOOL	Démarrer S06 l'écluse à air du cyclone SO4
	R1S01	A 0.4	BOOL	Démarrer R1S01 le séparateur SORTIE BROYEUR
	R1J02	A 0.5	BOOL	Démarrer R1J02 le ventilateur aéroglossière J02
	R1S17	A 0.6	BOOL	Démarrer R1S17 Ventilateur de l'aéroglossière S16
	R1J01	A 0.7	BOOL	Démarrer R1J01 l'élévateur
	R1M14	A 1.0	BOOL	Démarrer R1M14 le ventilateur aéroglossière M14
	R1M04	A 1.1	BOOL	Démarrer R1M04 le virreur
	R1M03	A 1.2	BOOL	Démarrer R1M03 le broyeur cru avec R1M03A
	R1M05	A 1.3	BOOL	Démarrer Pompe à l'huile de démarrage entrée R1M05
	R1M06	A 1.4	BOOL	Démarrer Pompe à l'huile de circulation entrée R1M06
	R1M07	A 1.5	BOOL	Démarrer Pompe à l'huile de démarrage sortie R1M07
	R1M08	A 1.6	BOOL	Démarrer Pompe à l'huile de circulation sortie R1M08
	R1A05	A 1.7	BOOL	Démarrer R1A05 le transporteur à bande
	R1A04	A 2.0	BOOL	Démarrer R1A04 le transporteur à bande
	R1A03	A 2.1	BOOL	Démarrer R1A03 le transporteur à bande
	R1A02	A 2.2	BOOL	Démarrer R1A02 le transporteur à bande
	R1A01+vite	A 2.3	BOOL	Démarrer R1A01 l'alimentateur à tablier +vite
	R1A01 -vite	A 2.4	BOOL	Démarrer R1A01 l'alimentateur à tablier -vite
	R1C01 +vite	A 2.5	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Argile R1C01 +vite
	R1C01 -vite	A 2.6	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Argile R1C01 -vite
	R1D01 +vite	A 2.7	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Minerai R1D01 +vite
	R1D01 -vite	A 3.0	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Minerai R1D01 -vite
	R1E01 +vite	A 3.1	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Grès 1 R1E01 +vite
	R1E01 -vite	A 3.2	BOOL	Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Grès 1 R1E01 -vite
	R1C02	A 3.3	BOOL	Démarrer la bande transporteuse doseur Argile R1C02
	R1D02	A 3.4	BOOL	Démarrer la bande transporteuse doseur Minerai R1D02
	R1E02	A 3.5	BOOL	Démarrer la bande transporteuse doseur Grès1 R1E02
	R1M35	A 3.6	BOOL	Démarrer Pompe à l'huile de circulation R1M035
	avertisseur de demarrage	A 3.7	BOOL	Démarrer l'avertissement de démarrage broyeur R1M01KLX1
	R1S07	A 4.0	BOOL	Démarrer R1S07 le ventilateur de recirculation du broyeur

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	bpm R1U12 surpresseur	E 0.0	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1U12 surpresseur	E 0.1	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1U12	E 0.2	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1U04	E 0.3	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1U04	E 0.4	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1U04	E 0.5	BOOL	pret du tirroire
	niveau max R1U04	E 0.6	BOOL	
	bpm R1S05	E 0.7	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1S05	E 1.0	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1S05	E 1.1	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1S06	E 1.2	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1S06	E 1.3	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1S06	E 1.4	BOOL	pret du tirroire
	niv max silo homo	E 1.5	BOOL	niveau max
	bpm R1s01 separateur	E 1.6	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1s01 separateur	E 1.7	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1S01	E 2.0	BOOL	pret du tirroire
	niv huile R1S01	E 2.1	BOOL	
	bpm R1J02	E 2.2	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1J02	E 2.3	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1J02	E 2.4	BOOL	pret du tirroire
	niv max R1J02	E 2.5	BOOL	niveau max
	bpm R1J01	E 2.6	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1J01	E 2.7	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1J01	E 3.0	BOOL	pret du tirroire
	niv max R1J01	E 3.1	BOOL	niveau max
	course d ejeter R1J01	E 3.2	BOOL	
	bpm R1M14	E 3.3	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M14	E 3.4	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M14	E 3.5	BOOL	pret du tirroire
	niveau max R1M14	E 3.6	BOOL	
	bpm R1M05	E 3.7	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M05	E 4.0	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M05	E 4.1	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1M06	E 4.2	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M06	E 4.3	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M06	E 4.4	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1M07	E 4.5	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M07	E 4.6	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M07	E 4.7	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1M08	E 5.0	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M08	E 5.1	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M08	E 5.2	BOOL	pret du tirroire
	niv huile entre broyeur	E 5.3	BOOL	niv huile entre broyeur R1M03
	niv huile sortie broyeur	E 5.4	BOOL	niv huile sortie broyeur R1M03
	bpm virreur R1M04	E 5.5	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa virreur R1M04	E 5.6	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M03	E 6.0	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1S17	E 6.1	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1S17	E 6.2	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1S17	E 6.3	BOOL	pret du tirroire
	niv max R1S17	E 6.4	BOOL	niveau max
	bpm R1A05	E 6.5	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1A05	E 6.6	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	detecteur de rot R1A05	E 6.7	BOOL	detecteur de rotation



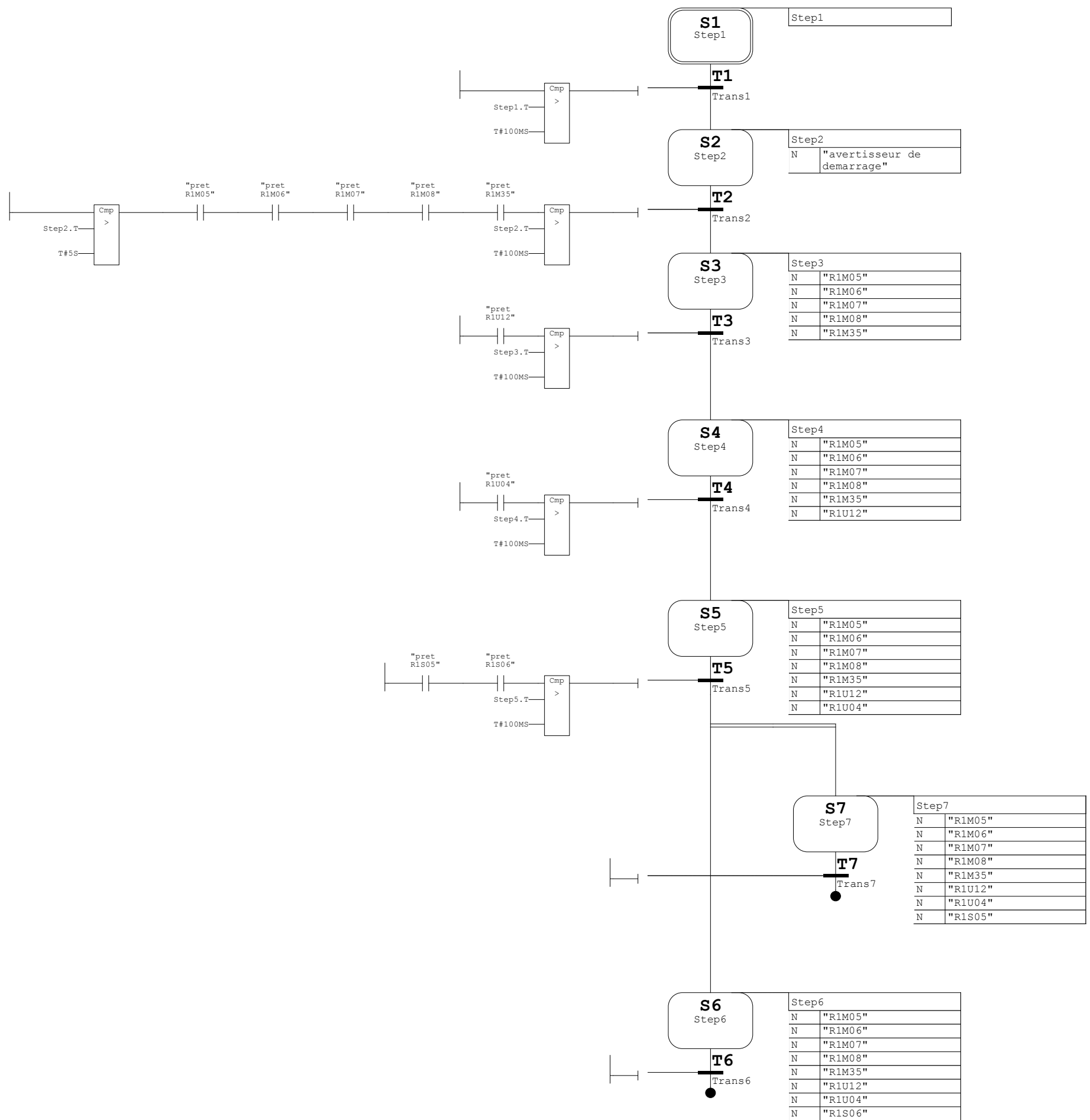
Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	decteur de pos R1A05	E 7.0	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1A05	E 7.1	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1A04	E 7.2	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1A04	E 7.3	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rot R1A04	E 7.4	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1A04	E 7.5	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1A04	E 7.6	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1A03	E 7.7	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1A03	E 8.0	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rota R1A03	E 8.1	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1A03	E 8.2	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1A03	E 8.3	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1A02	E 8.4	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1A02	E 8.5	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rota R1A02	E 8.6	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1A02	E 8.7	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1A02	E 9.0	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1C02	E 9.1	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1C02	E 9.2	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rota R1C02	E 9.3	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1C02	E 9.4	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1C02	E 9.5	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1D02	E 9.6	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1D02	E 9.7	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rota R1D02	E 10.0	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1D02	E 10.1	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1D02	E 10.2	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1E02	E 10.3	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1E02	E 10.4	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	decteur de rota R1E02	E 10.5	BOOL	decteur de rotation
	decteur de pos R1E02	E 10.6	BOOL	decteur de rotation
	pret bande R1E02	E 10.7	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1A01	E 11.0	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1A01	E 11.1	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret bande R1A01	E 11.2	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1C01	E 11.3	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1C01	E 11.4	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret bande R1C01	E 11.5	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1D01	E 11.6	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1D01	E 11.7	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret bande R1D01	E 12.7	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1E01	E 13.0	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1E01	E 13.1	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret bande R1E01	E 13.2	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1M35	E 13.3	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1M35	E 13.4	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1M35	E 13.5	BOOL	pret du tirroire
	bpm R1S07	E 13.6	BOOL	bouton pousoir marche sur site
	bpa R1S07	E 13.7	BOOL	bouton pousoir arret sur site
	pret R1S07	E 14.0	BOOL	pret du tirroire
	GRAFCET	FB 1	FB 1	la commande avec le GRAFCET
	CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
	TCONT_CP	FB 58	FB 58	temperature PID controller with pulse generator and self-tuning
	traitements des valeurs	FC 1	FC 1	traitements des valeurs analogiques

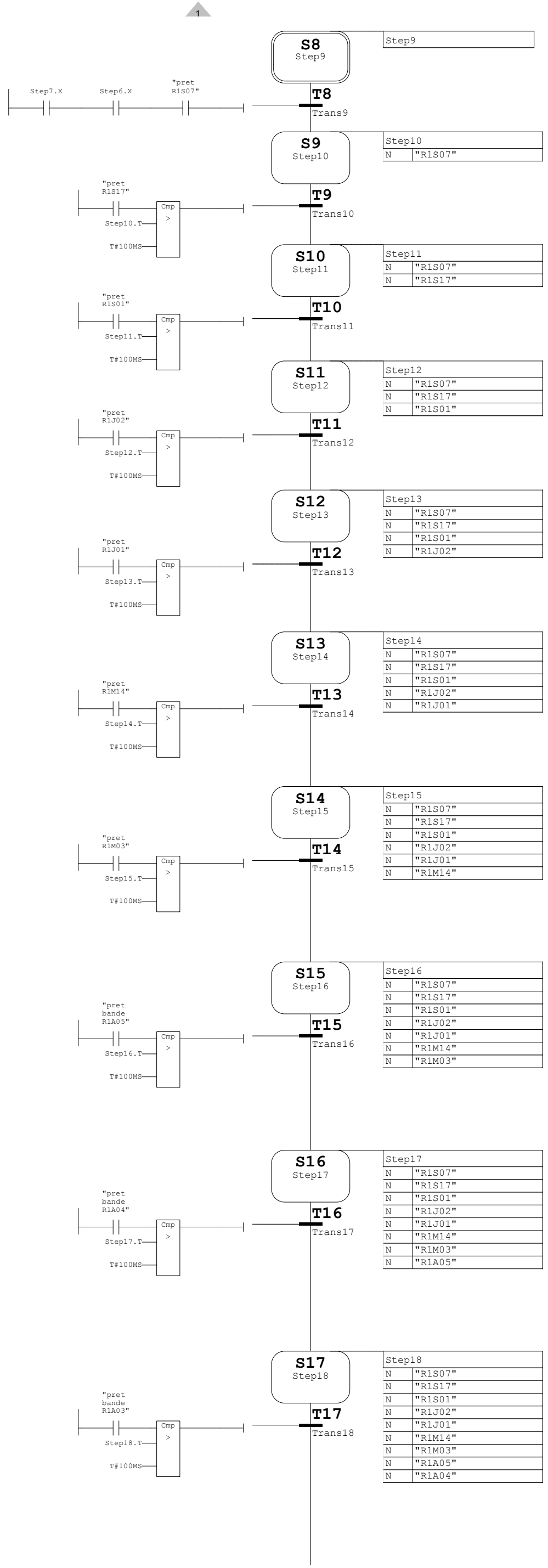
Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	alarmes	FC 3	FC 3	alarmes
	alimentation broyeur	FC 4	FC 4	
	regulation	FC 5	FC 5	
	G7_STD_3	FC 72	FC 72	
	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
	bpm Visu R1U12	M 0.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1U12	M 0.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1U04	M 0.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1U04	M 0.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1S05	M 0.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1S05	M 0.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1S06	M 0.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1S06	M 0.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1S01	M 1.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1S01	M 1.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1J02	M 1.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1J02	M 1.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1S17	M 1.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1S17	M 1.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1J01	M 1.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1J01	M 1.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M14	M 2.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M14	M 2.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M04	M 2.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M04	M 2.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M05	M 2.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M05	M 2.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M06	M 2.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M06	M 2.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M07	M 3.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M07	M 3.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1M08	M 3.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1M08	M 3.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1A05	M 3.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1A05	M 3.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1A04	M 3.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1A04	M 3.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1A03	M 4.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1A03	M 4.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1A02	M 4.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1A02	M 4.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1C02	M 4.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1C02	M 4.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1D02	M 4.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1D02	M 4.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1E02	M 5.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1E02	M 5.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1A01	M 5.2	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1A01	M 5.3	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1C01	M 5.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1C01	M 5.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1D01	M 5.6	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1D01	M 5.7	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	bpm Visu R1E01	M 6.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1E01	M 6.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc

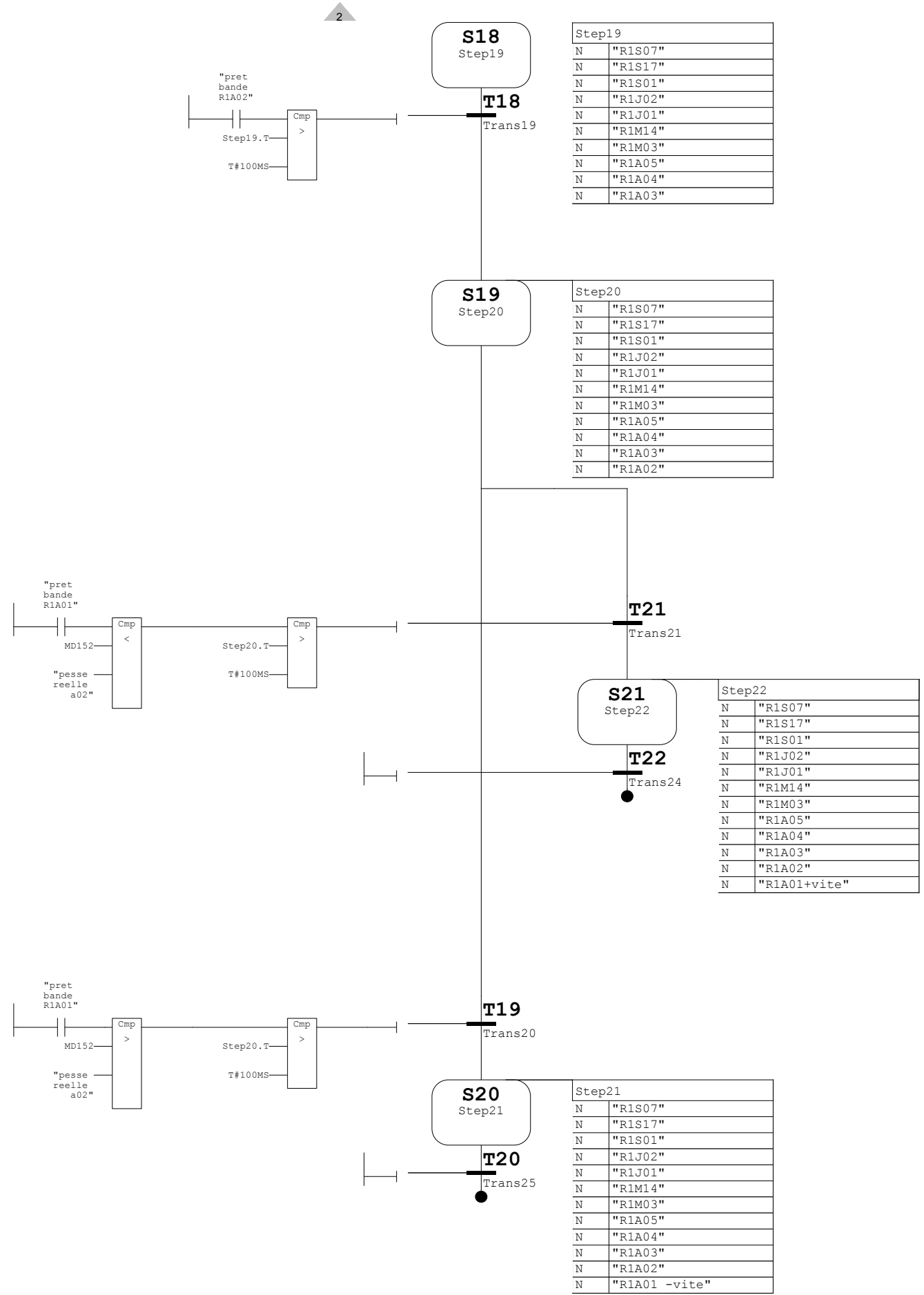
Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	bit d'etat	M 6.4	BOOL	
	mode manu	M 6.5	BOOL	mode manuel
	mode auto	M 6.6	BOOL	mode automatique
	memoire R1U12	M 6.7	BOOL	maintient
	demarrage sequence	M 7.0	BOOL	
	memoire R1U04	M 7.1	BOOL	maintient
	memoire R1S06	M 7.2	BOOL	maintient
	memoire R1S05	M 7.3	BOOL	maintient
	memoire R1S01	M 7.4	BOOL	maintient
	memoire R1S07	M 7.5	BOOL	maintient
	memoire R1S17	M 7.6	BOOL	maintient
	memoire R1J02	M 7.7	BOOL	maintient
	memoire R1J01	M 8.0	BOOL	maintient
	memoire R1M14	M 8.1	BOOL	maintient
	memoire R1M05	M 8.2	BOOL	maintient
	memoire R1M06	M 8.3	BOOL	maintient
	memoire R1M07	M 8.4	BOOL	maintient
	memoire R1M08	M 8.5	BOOL	maintient
	memoire R1M35	M 8.6	BOOL	maintient
	memoire R1M03	M 8.7	BOOL	maintient
	memoire R1M04	M 9.0	BOOL	maintient
	memoire R1A05	M 9.1	BOOL	maintient
	memoire R1A04	M 9.2	BOOL	maintient
	memoire R1A03	M 9.3	BOOL	maintient
	memoire R1A02	M 9.4	BOOL	maintient
	memoire R1A01	M 9.5	BOOL	maintient
	memoire R1C02	M 9.6	BOOL	maintient
	memoire R1C01	M 9.7	BOOL	maintient
	memoire R1D02	M 10.0	BOOL	maintient
	memoire R1D01	M 10.1	BOOL	maintient
	memoire R1E02	M 10.2	BOOL	maintient
	memoire R1E01	M 10.3	BOOL	maintient
	bpm visu R1M35	M 10.4	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa visu R1M35	M 10.5	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	commande mode	M 10.6	BOOL	
	acquitement	M 10.7	BOOL	
	bpm Visu R1S07	M 11.0	BOOL	bouton pousoir marche sur wincc
	bpa Visu R1S07	M 11.1	BOOL	bouton pousoir arret sur wincc
	seuil haut entre	M 13.6	BOOL	
	seuil haut sortie	M 13.7	BOOL	
	bouton validation manuel	M 14.0	BOOL	
	validation manuel	M 14.1	BOOL	
	arret sequence	M 14.2	BOOL	
	selection argile	M 14.7	BOOL	
	selection mode regul	M 15.0	BOOL	selection mode regulation
	regul manuelle	M 15.1	BOOL	regulation manuelle
	p select	M 15.2	BOOL	
	I select	M 15.3	BOOL	
	D select	M 15.4	BOOL	
	temp pal ent R1m03	MD 100	REAL	temperature palier entrée broyeur
	temp sortie broyeur	MD 104	REAL	temperature palier sortie broyeur
	consigne total	MD 108	REAL	
	pourcentage calcaire	MD 112	REAL	
	pourcentage argile	MD 116	REAL	
	pourcentage mdf	MD 120	REAL	

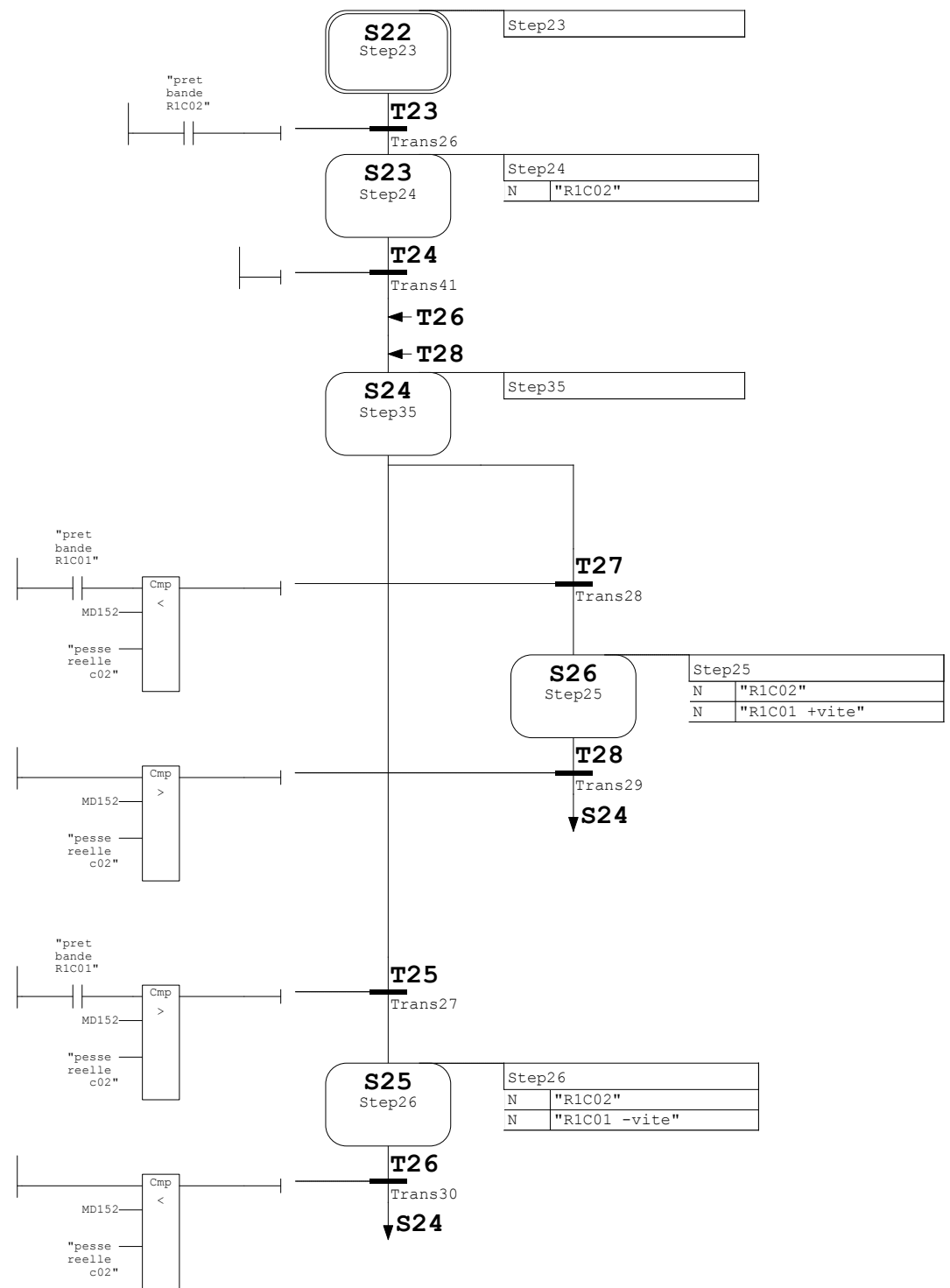
Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	pourcentage sable	MD 124	REAL	
	pesse reelle e02	MD 128	REAL	
	pesse reelle d02	MD 132	REAL	
	pesse reelle c02	MD 136	REAL	
	pesse reelle a02	MD 140	REAL	
	set point	MD 160	REAL	
	MAN	MD 164	REAL	
	GAIN	MD 168	REAL	
	TD	MD 172	TIME	
	PV OUT	MD 176	REAL	
	TI	MD 180	TIME	
	sortie regula reelle	MD 184	REAL	
	alarme 1	MW 200	WORD	
	alarme2	MW 202	WORD	
	alarme3	MW 204	WORD	
	entre regulateur	MW 206	WORD	
	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
	MOD_ERR	OB 122	OB 122	Module Access Error
	Temp palier R1S01	PEW 256	INT	temperature palier separateur
	Temp palier ent R1M03	PEW 258	INT	temperature palier entree broyeur
	Temp palier sor R1M03	PEW 260	INT	temperature palier sortie broyeur
	pesee R1A02	PEW 262	INT	debit matiere
	pesee R1C02	PEW 264	INT	debit matiere
	pesee R1D02	PEW 266	INT	debit matiere
	pesee R1E02	PEW 268	INT	debit matiere
	niv tremie calcaire	PEW 270	INT	
	niv tremie argile	PEW 272	INT	
	niv tremie min fer	PEW 274	INT	
	niv tremie sable	PEW 276	INT	
	folophone	PEW 278	WORD	instrument de mesure de bruit (oreille electronique)
	puissance elevateur	PEW 280	WORD	
	ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
	ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
	WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer
	TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time

l'atelier broyage Cru sous GRAFCET

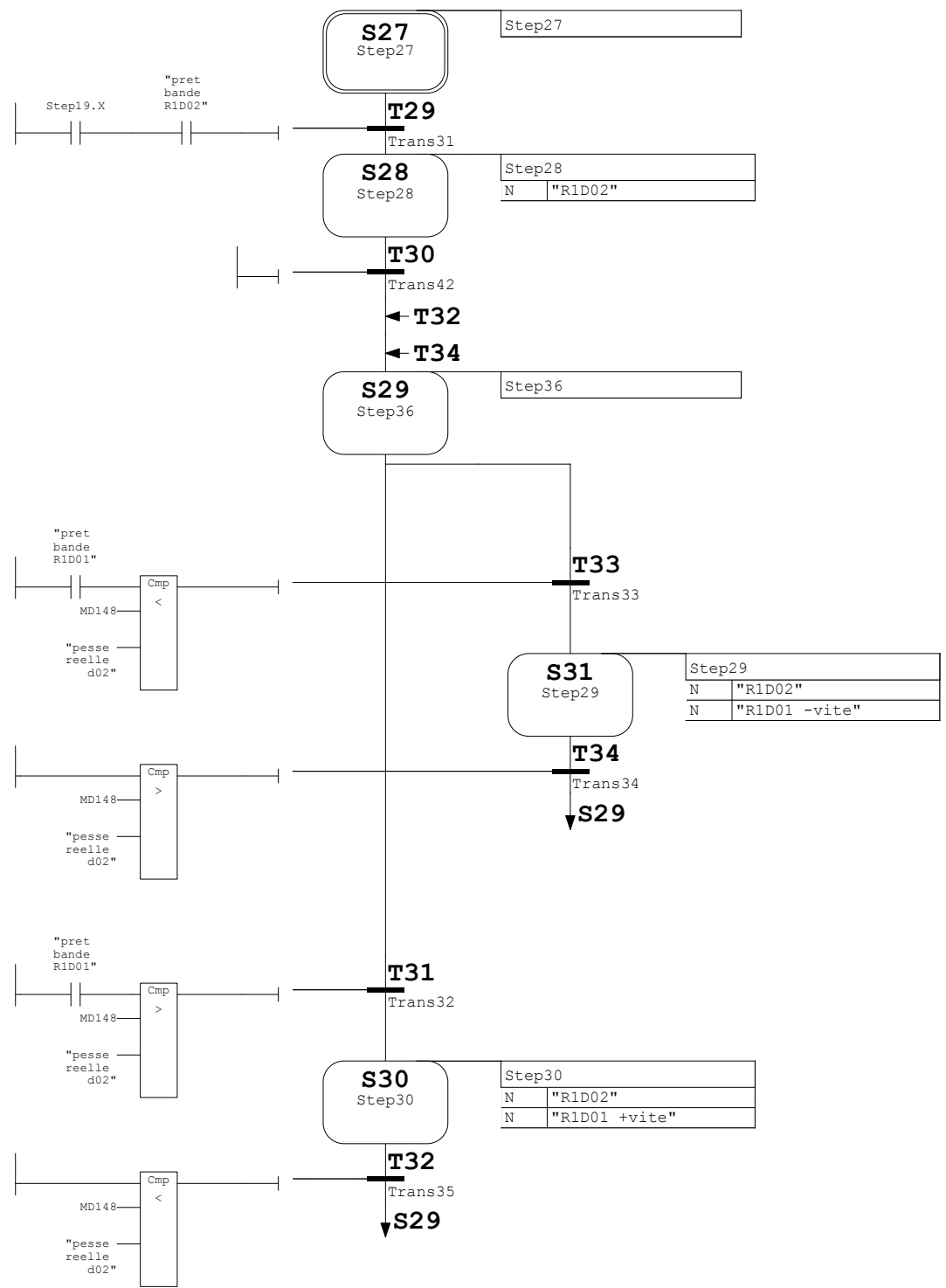


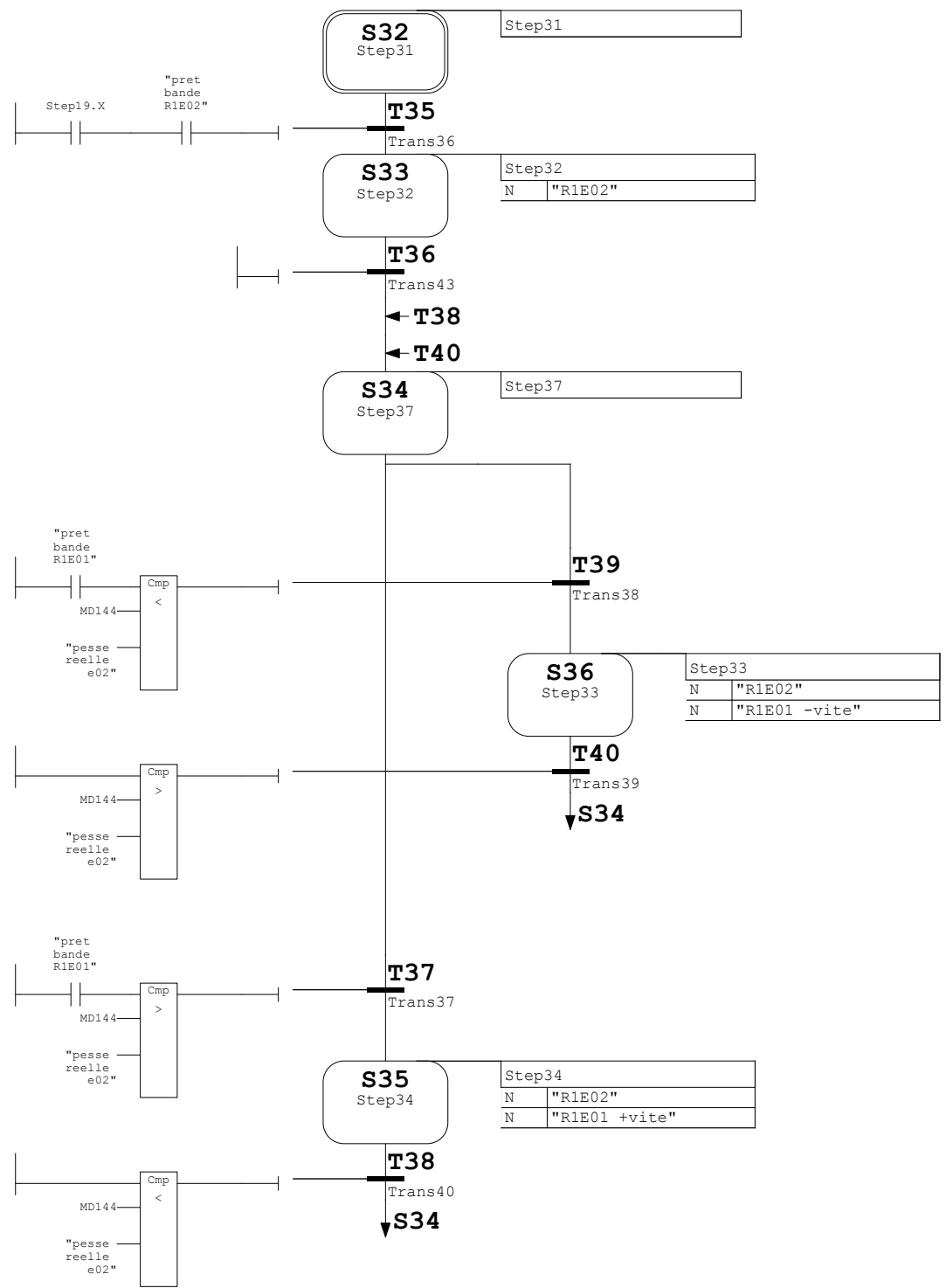












**OB1 - <offline>**

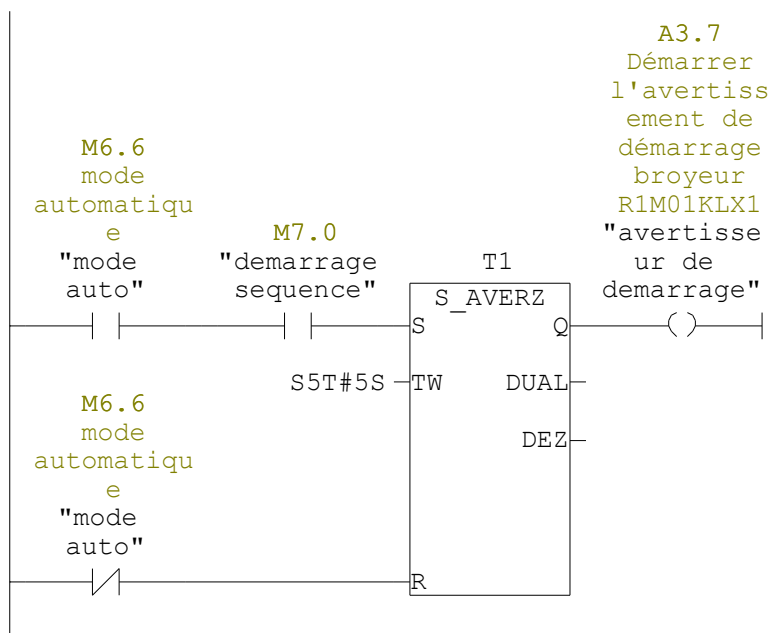
"Cycle Execution"

Nom : Famille :  
Auteur : Version : 0.1  
Version de bloc : 2  
Horodatage Code : 27/08/2017 16:56:29  
Interface : 15/02/1996 16:51:12  
Longueur (bloc/code /données locales) : 03162 02990 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



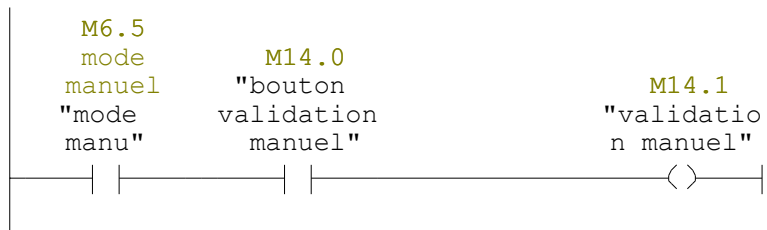
Réseau : 2 mode de marche



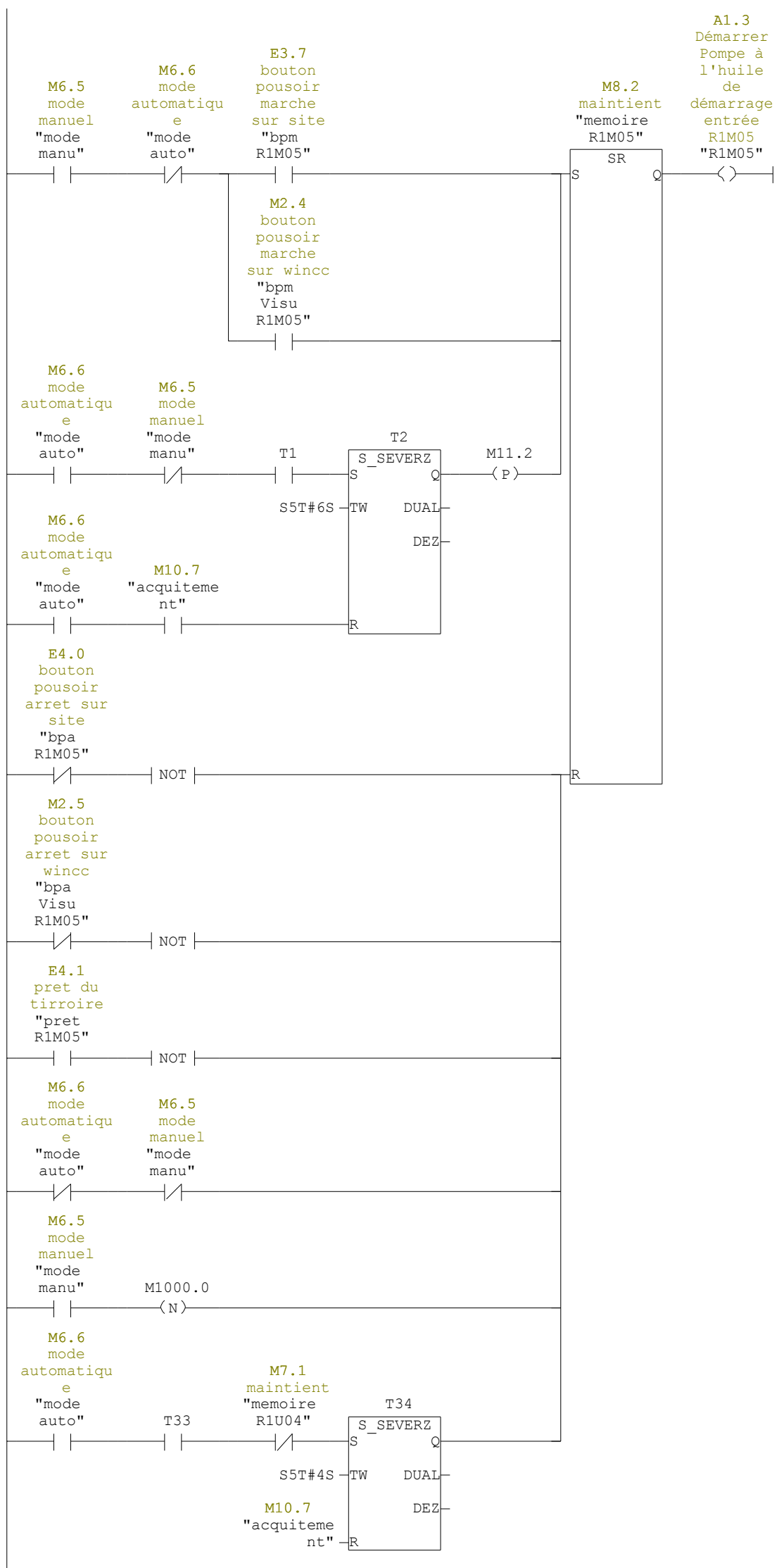
Réseau : 3



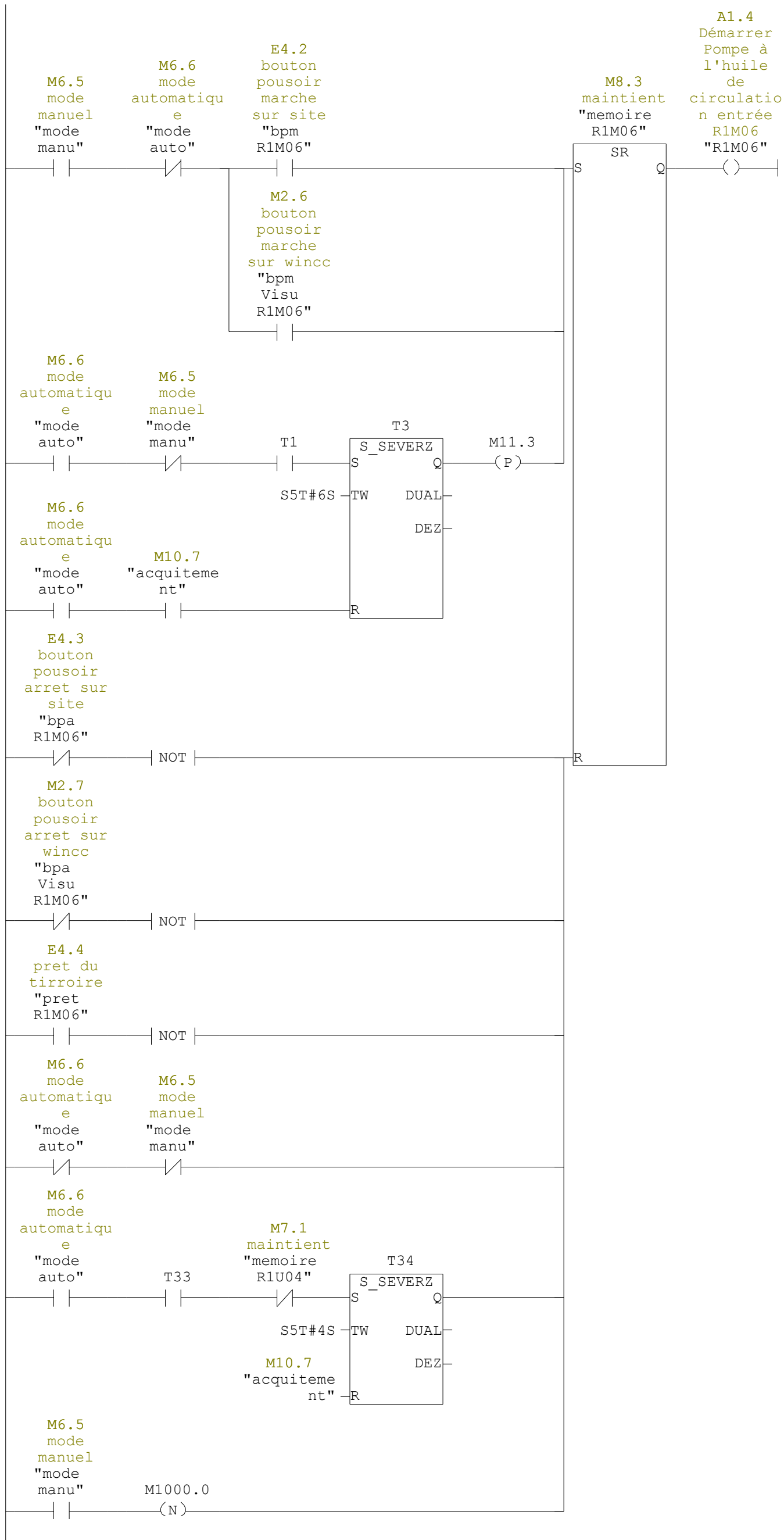
Réseau : 4



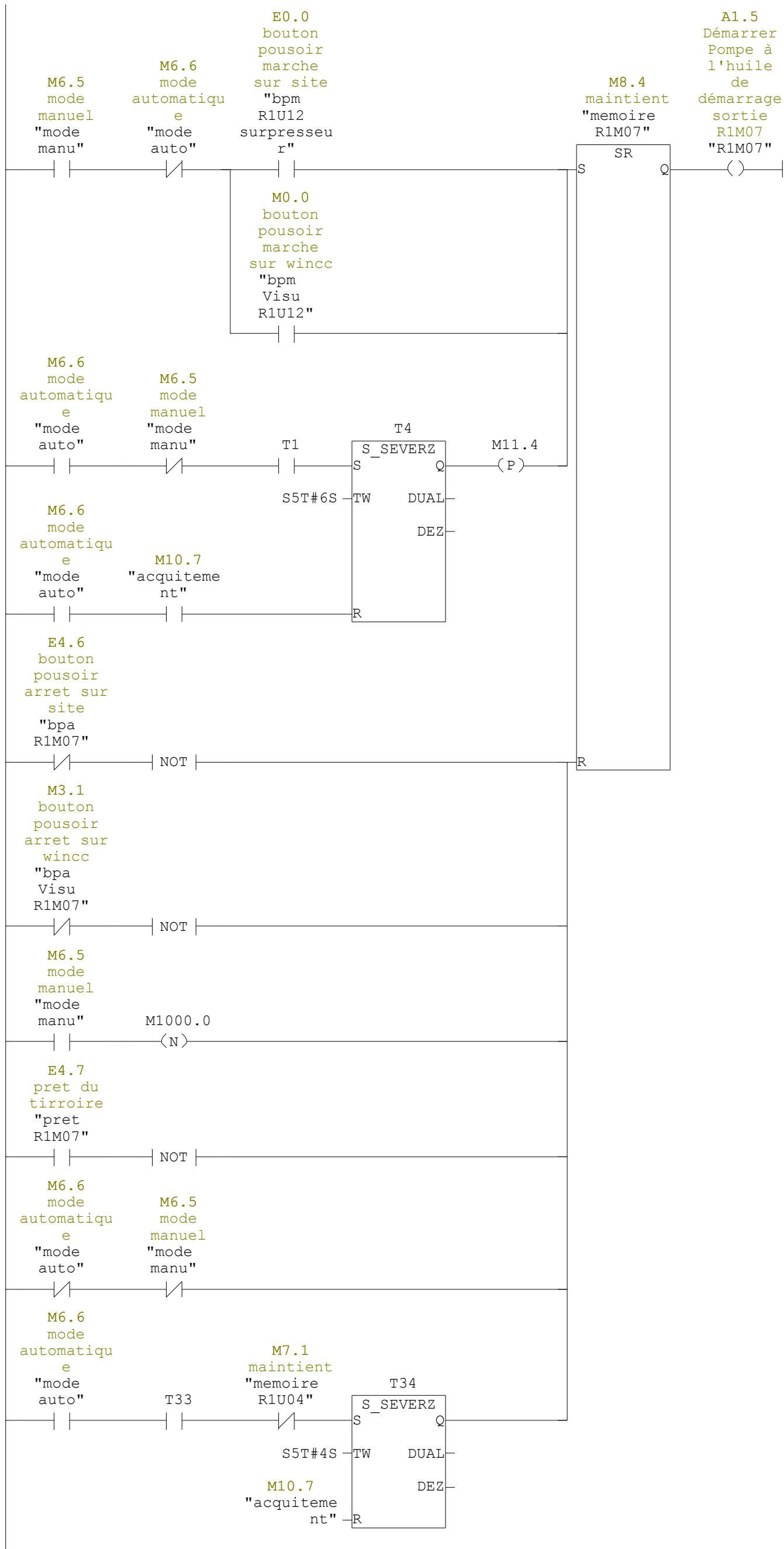
Réseau : 5 Démarrer Pompe à l'huile de démarrage entrée R1M05



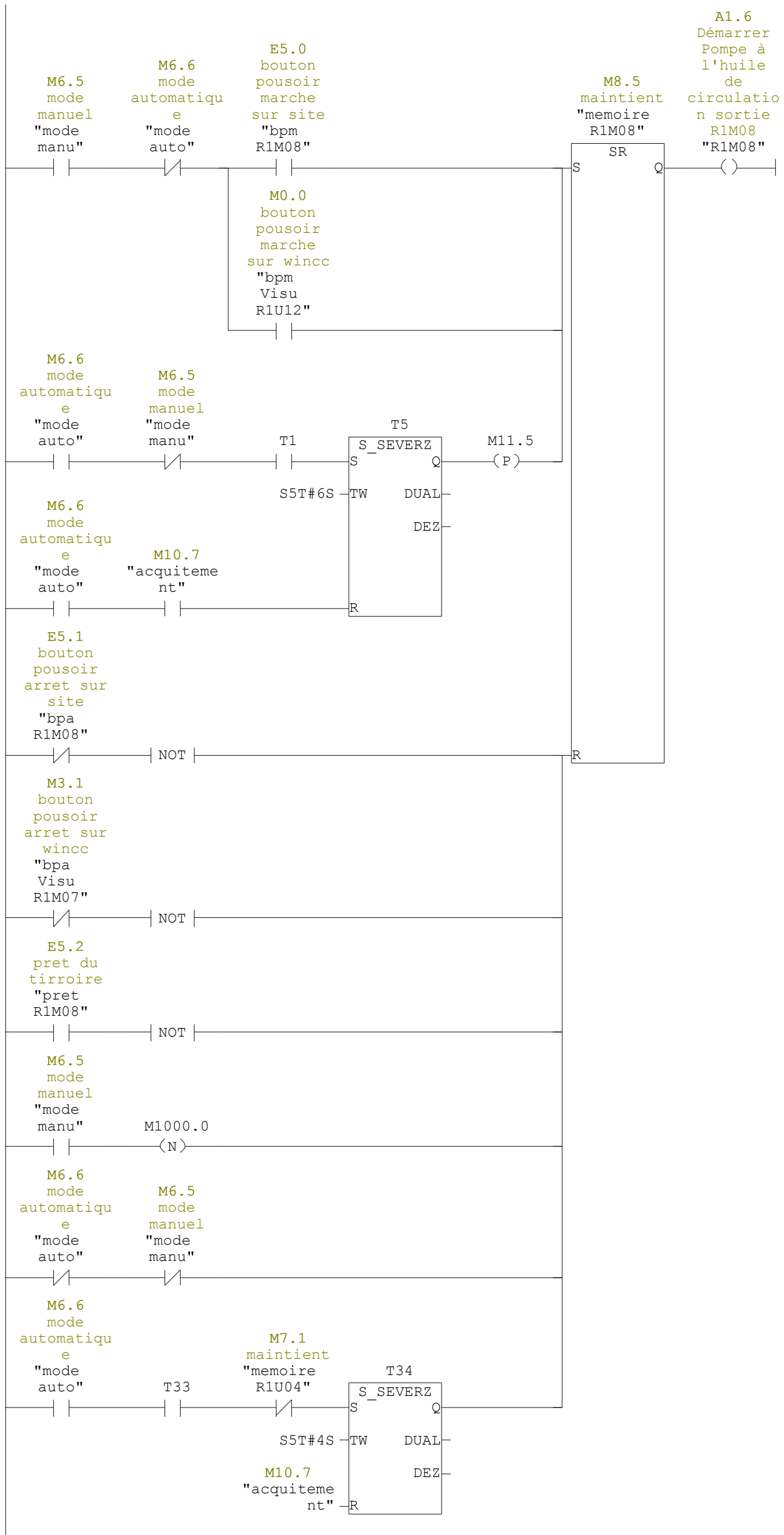
Réseau : 6 pompe R1M06



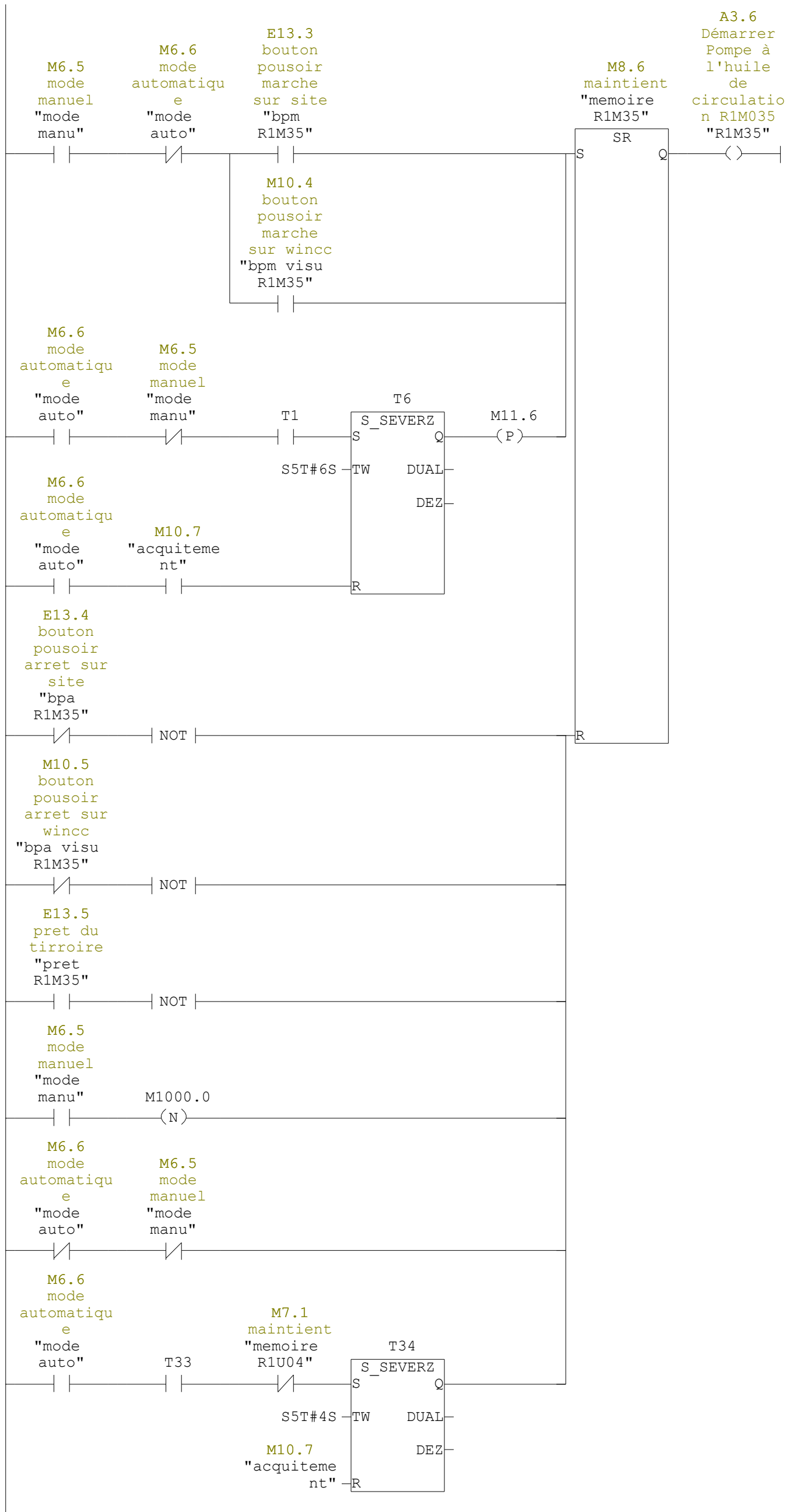
Réseau : 7 pompe R1M07



Réseau : 8 pompe R1M08

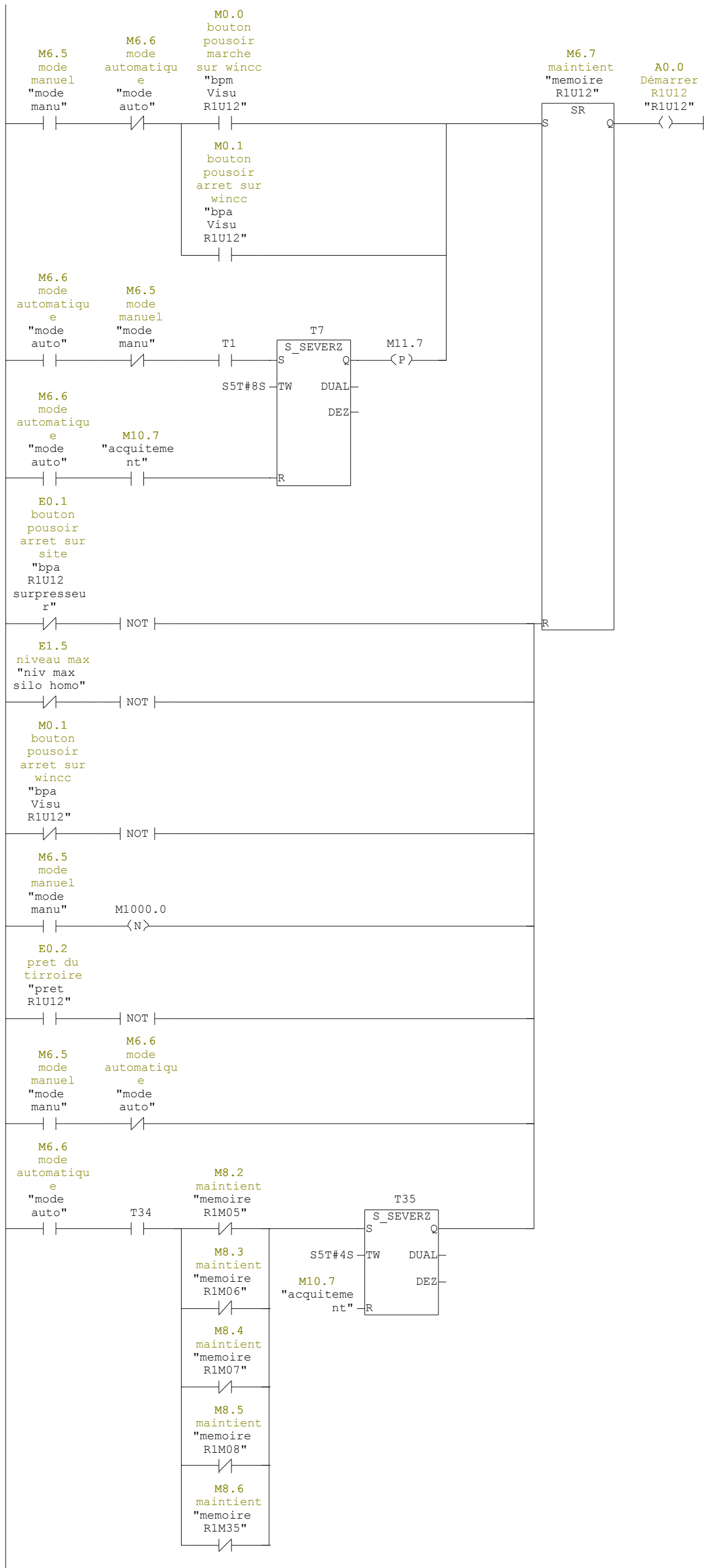


Réseau : 9 pompe R1M35

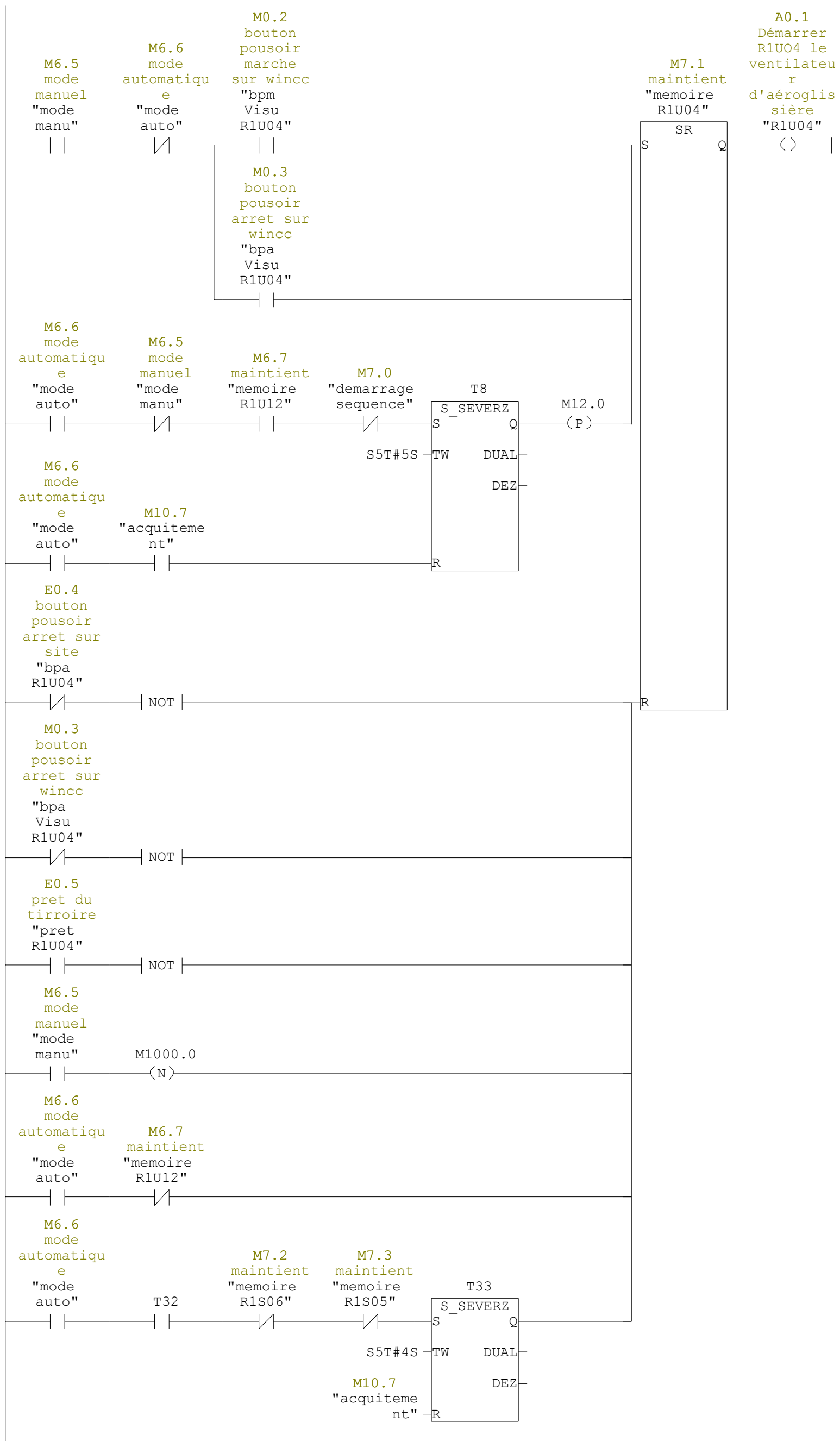




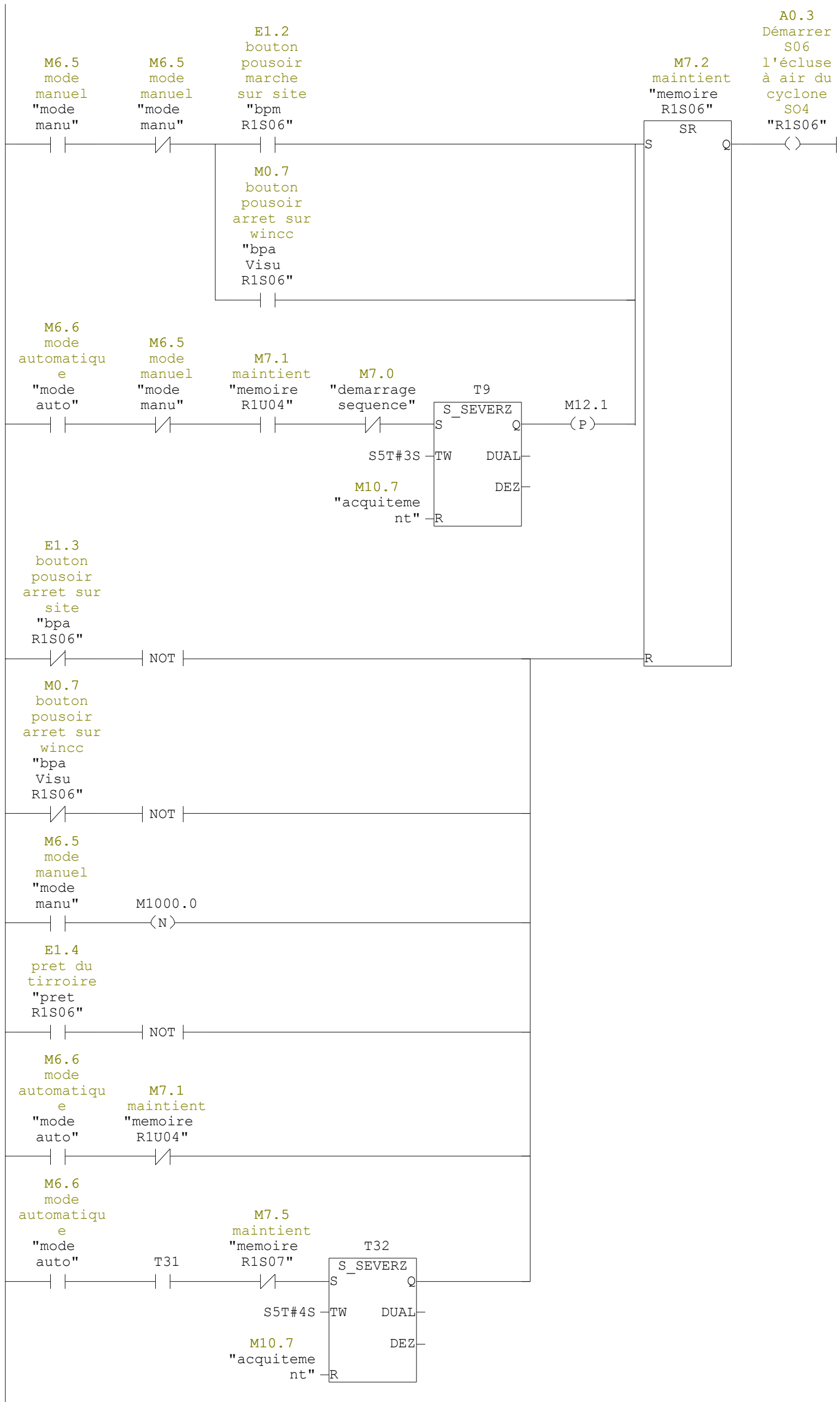
Réseau : 10 surpresseur R1U12



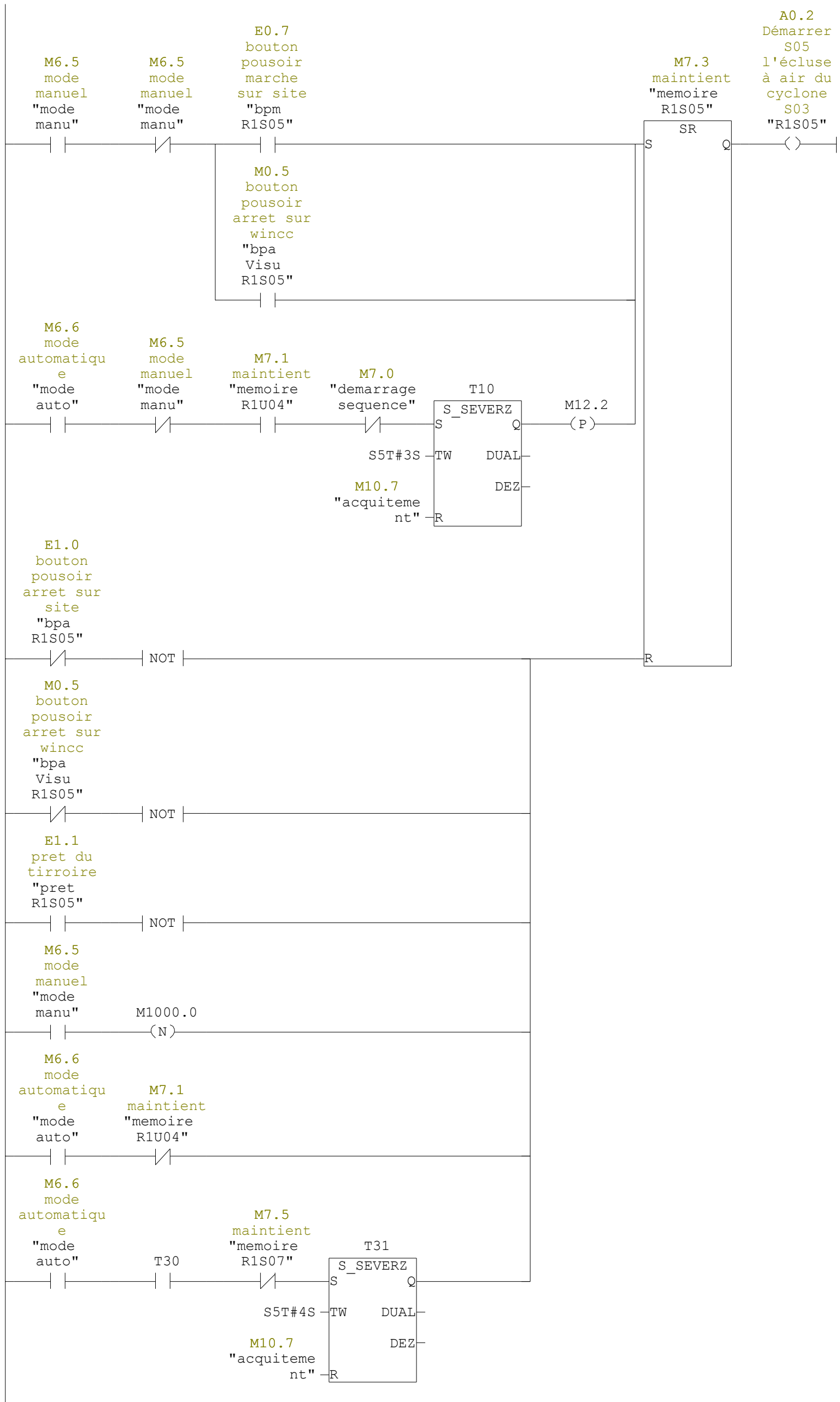
Réseau : 11 aeroglissiere R1U04



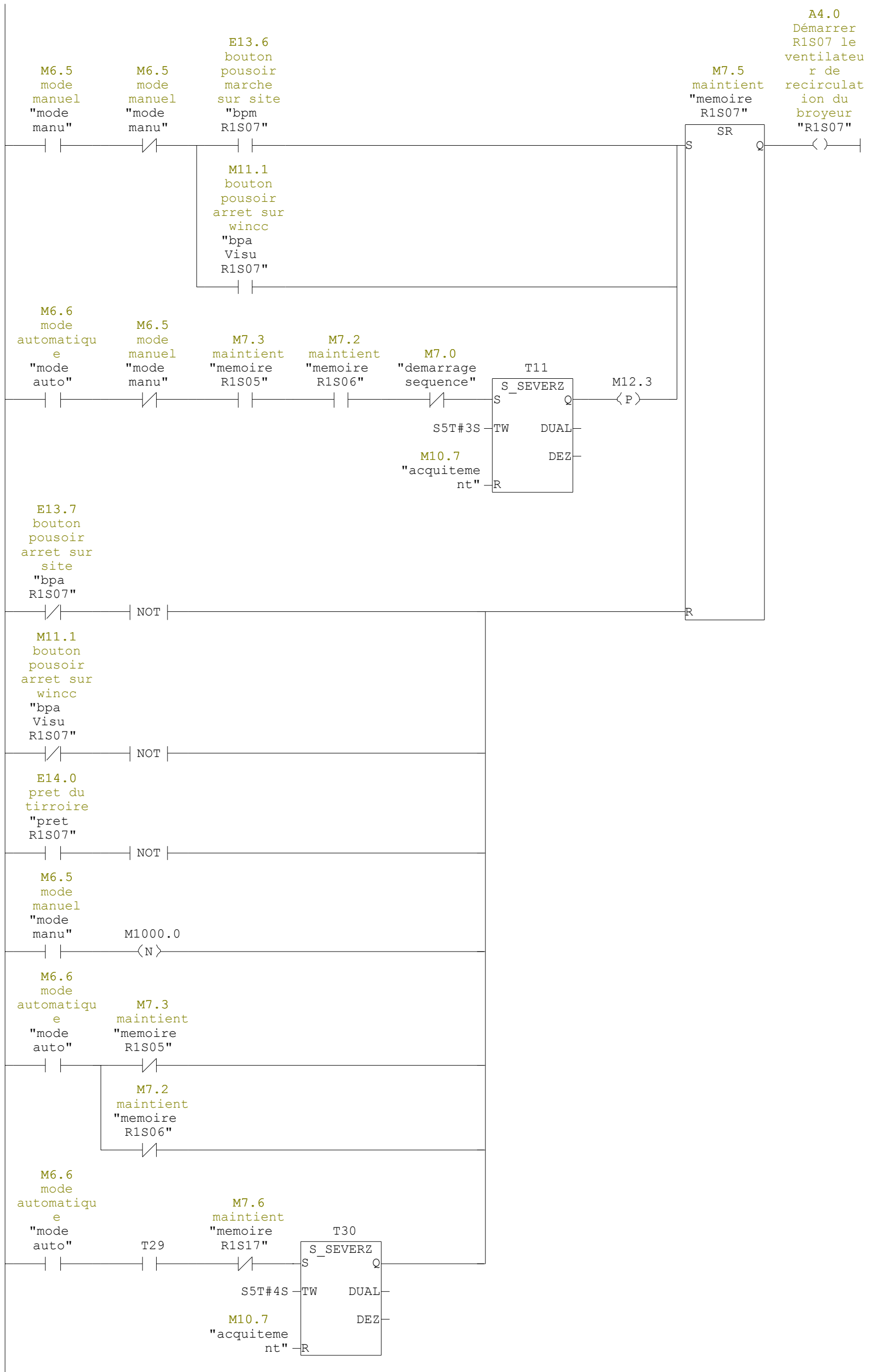
Réseau : 12 rls06 SAS



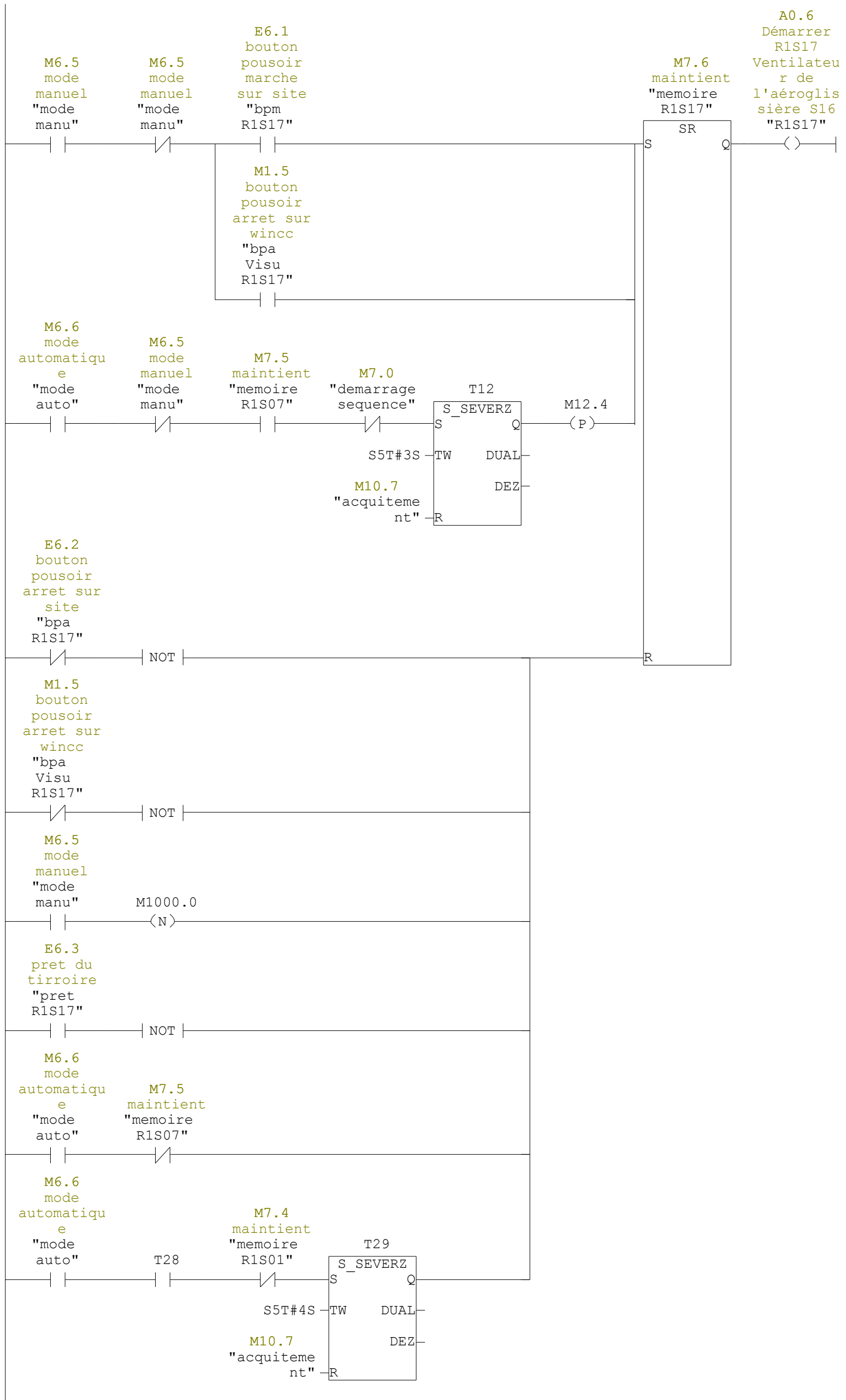
Réseau : 13 r1s05 SAS



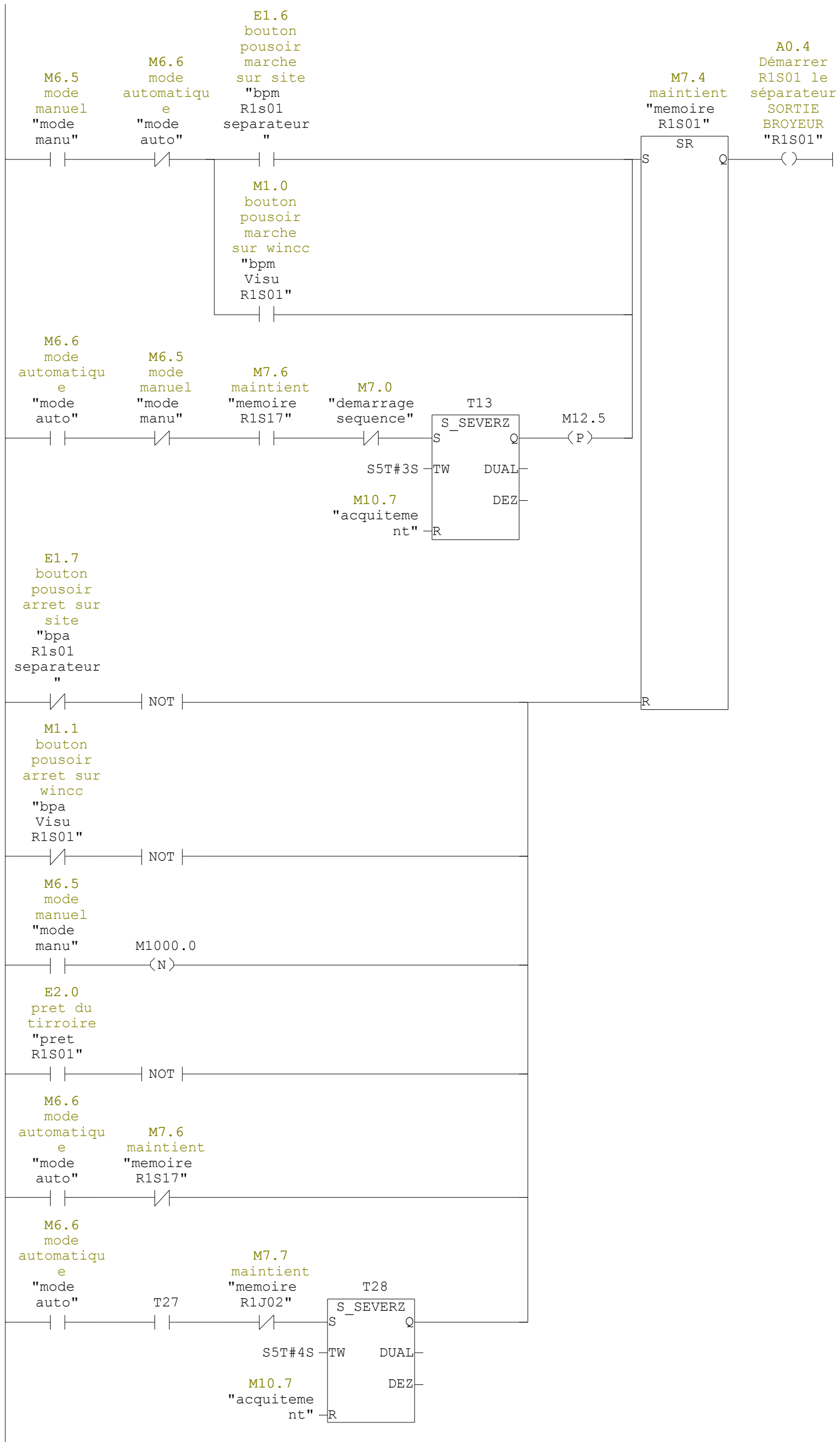
Réseau : 14 ventilateur R1S07



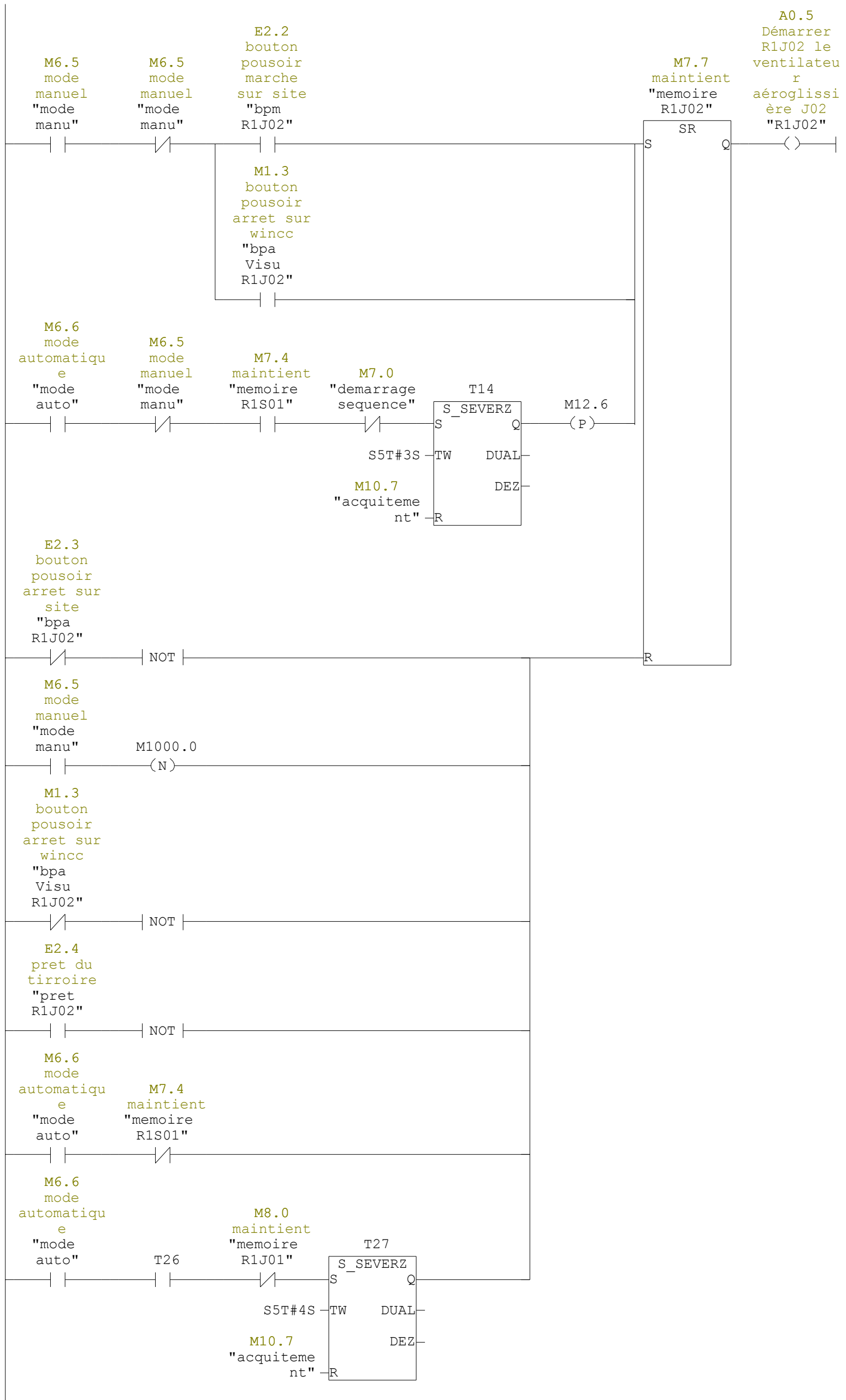
Réseau : 15 ventilateur R1S17



Réseau : 16 R1S01 separateur

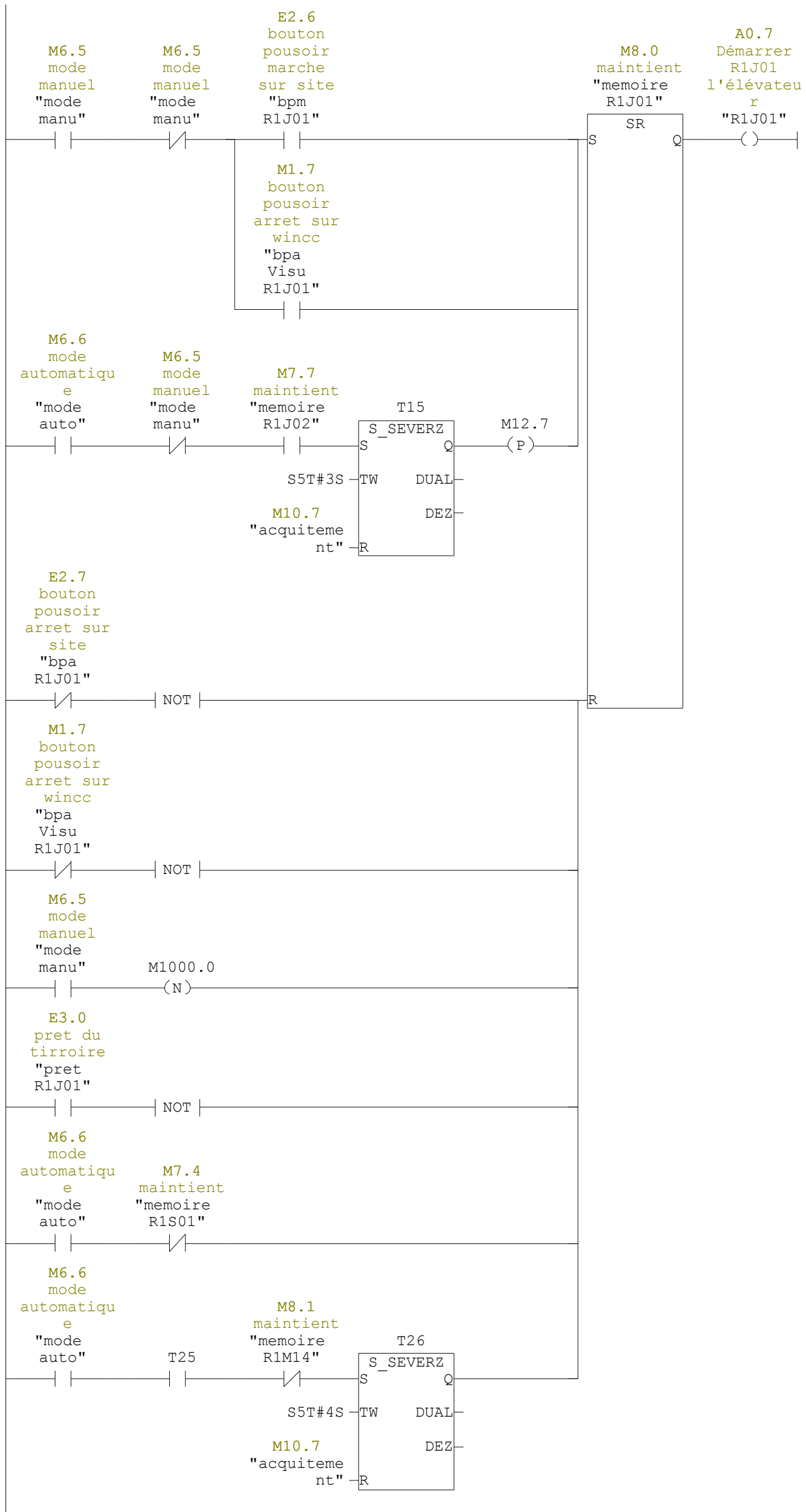


Réseau : 17 Démarrer R1J02 le ventilateur aéroglossière J02

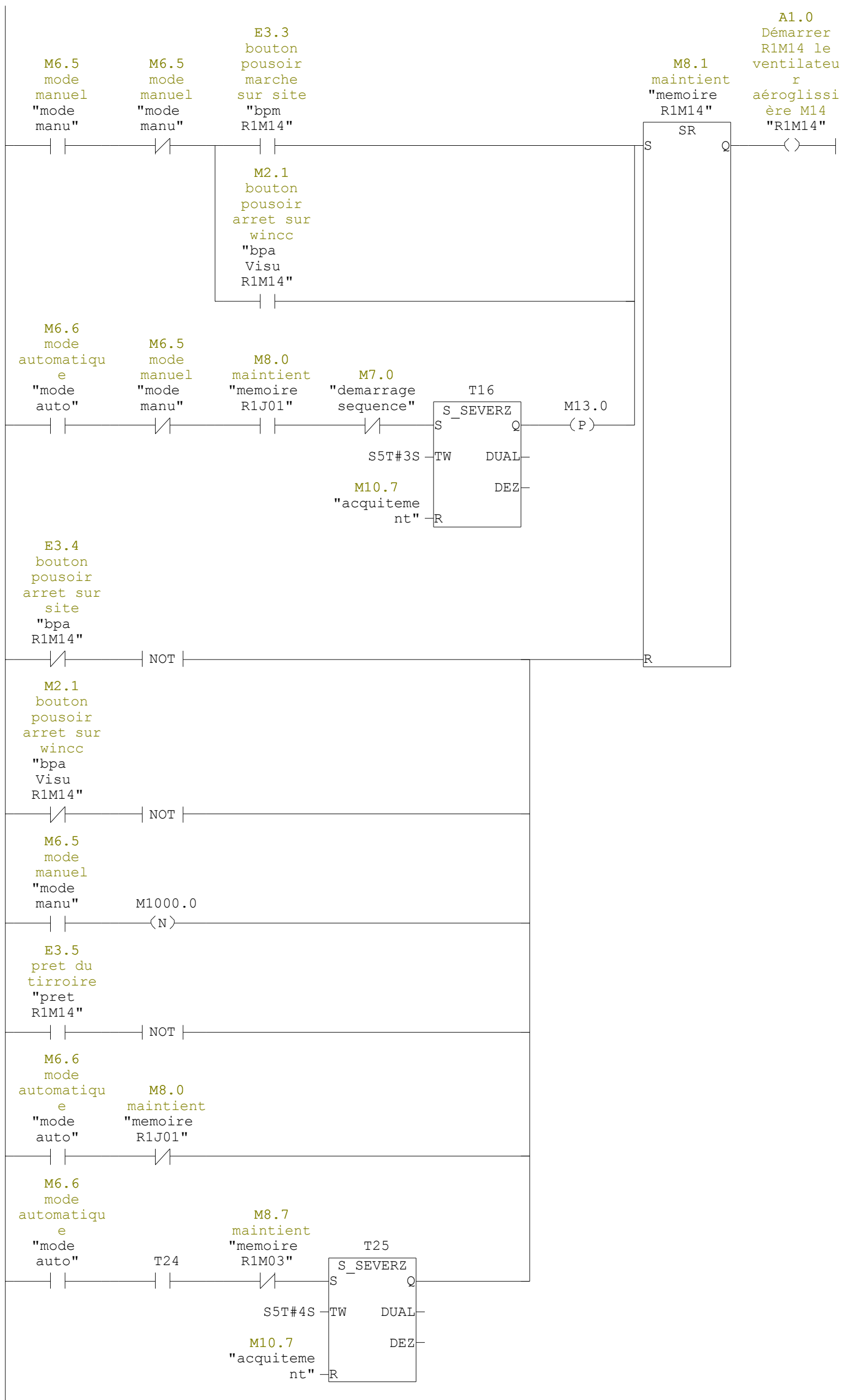




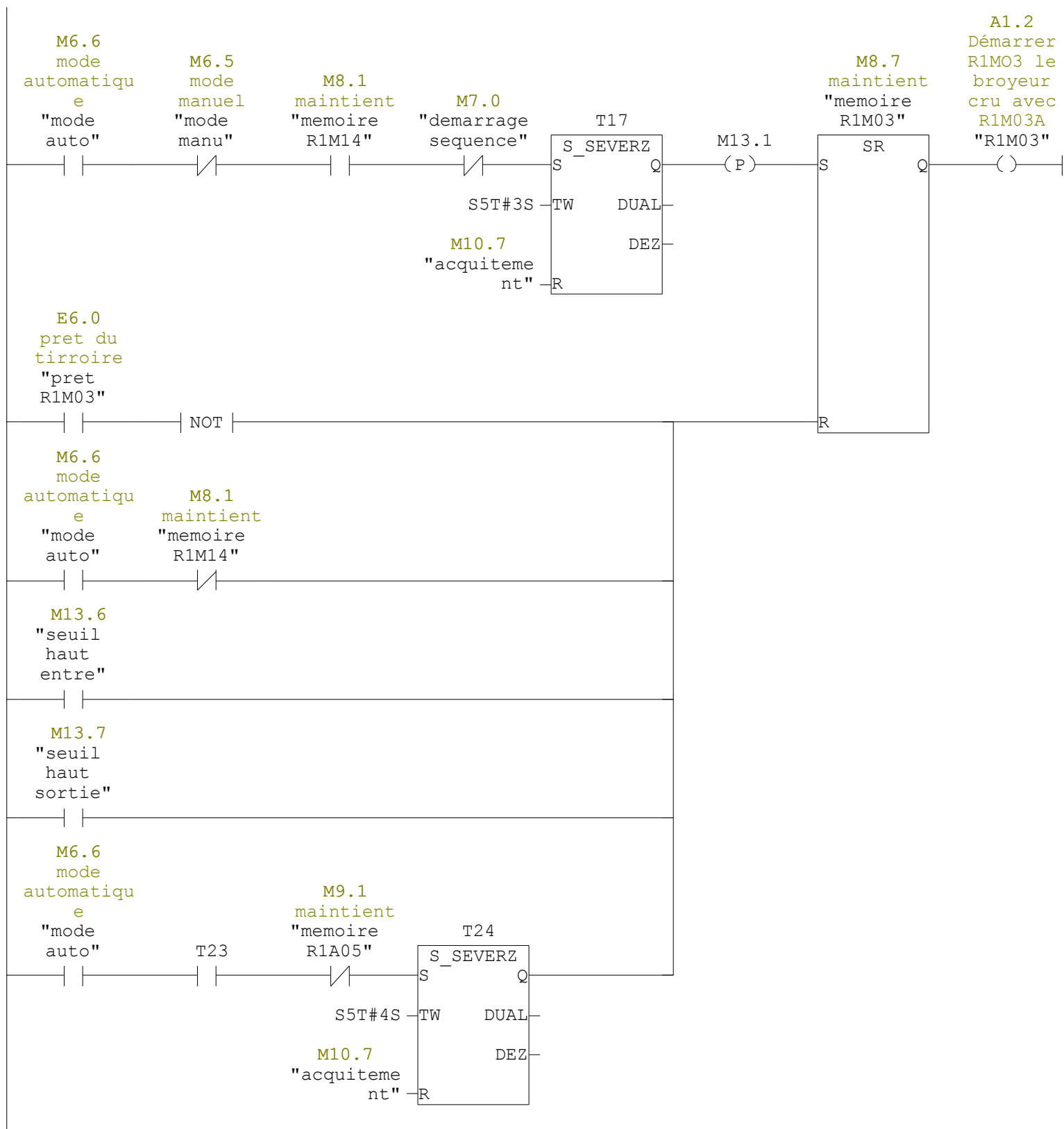
Réseau : 18      elevateur R1J01



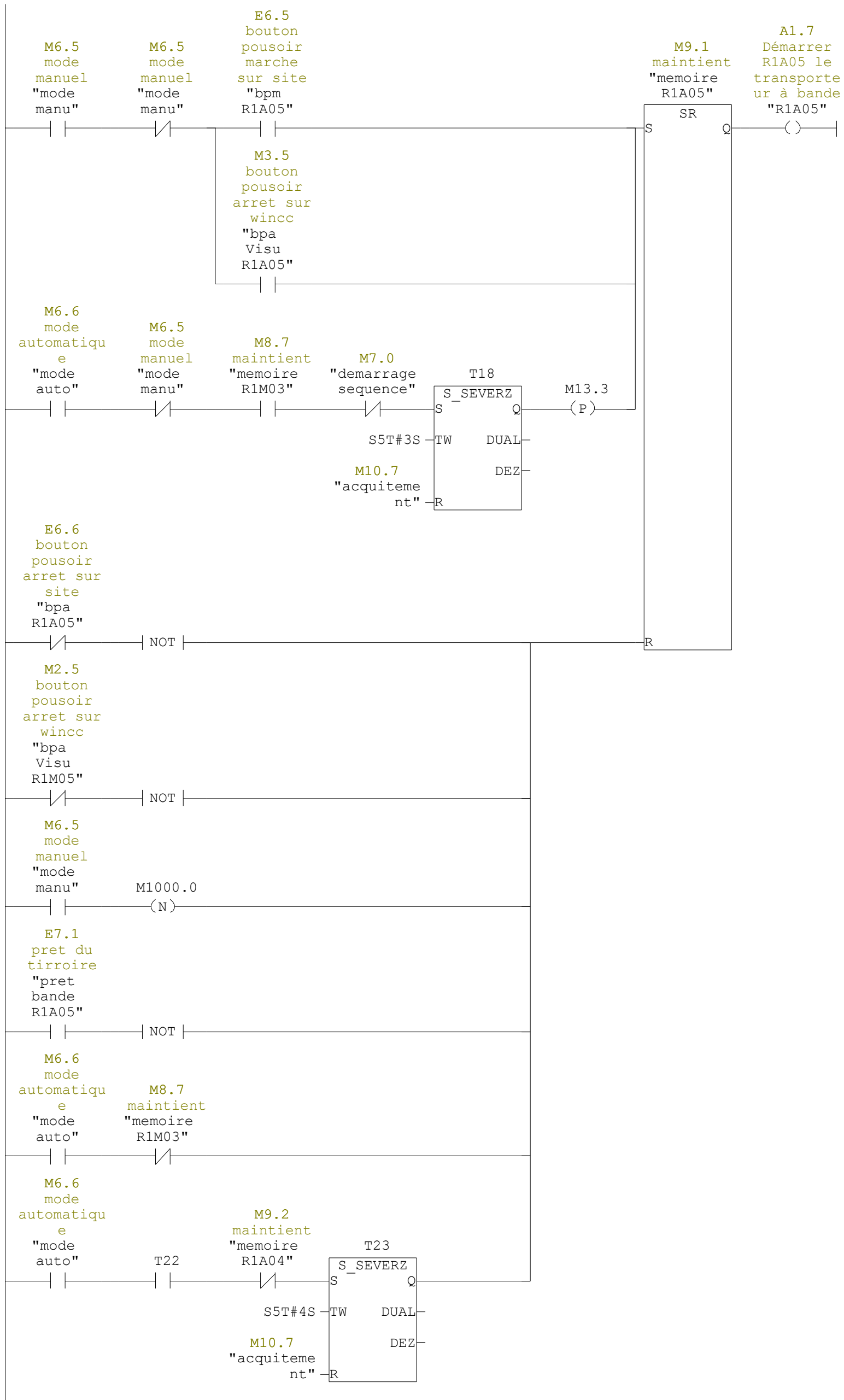
Réseau : 19 aeroglissiere R1M14



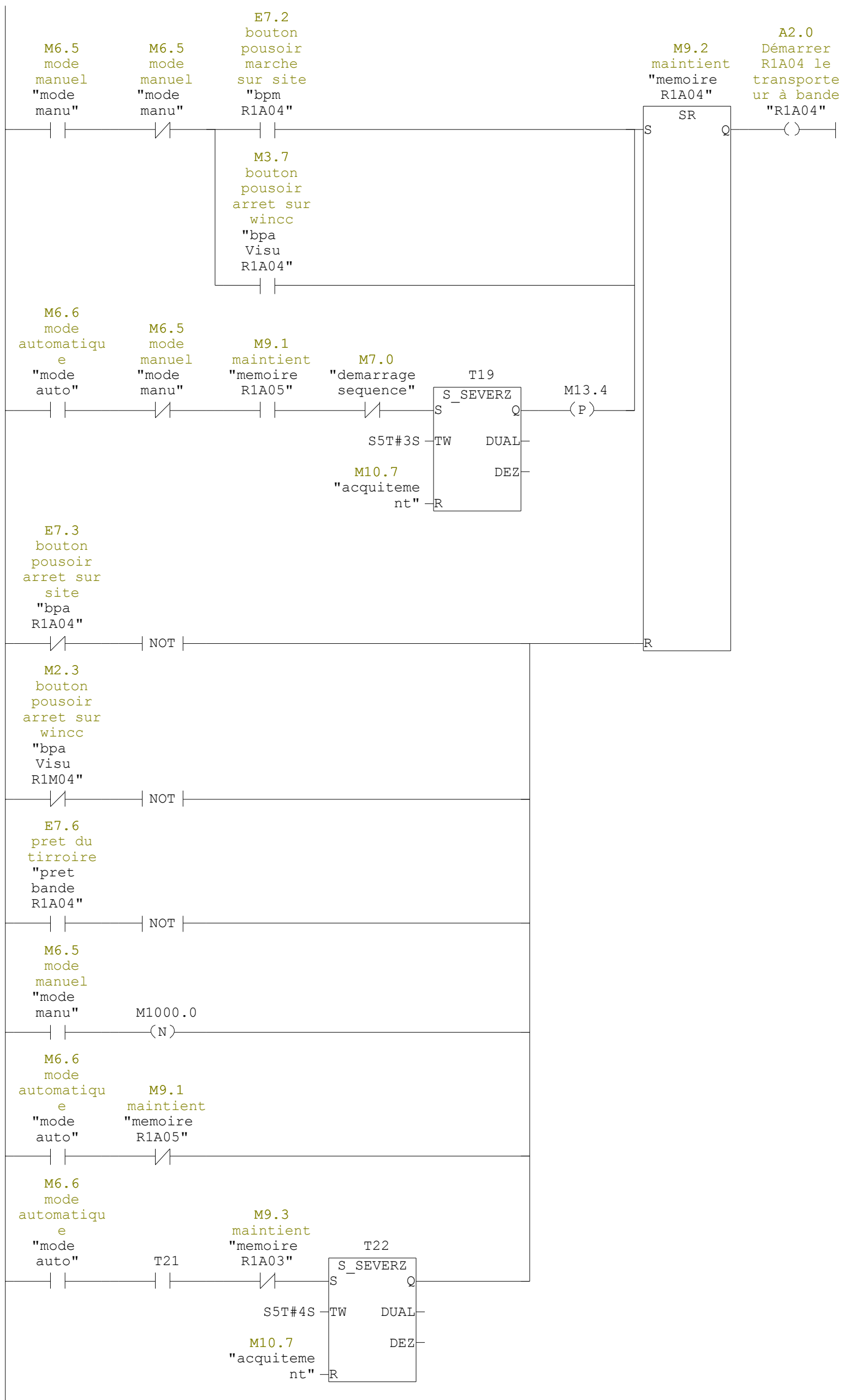
Réseau : 20 broyeur R1M03



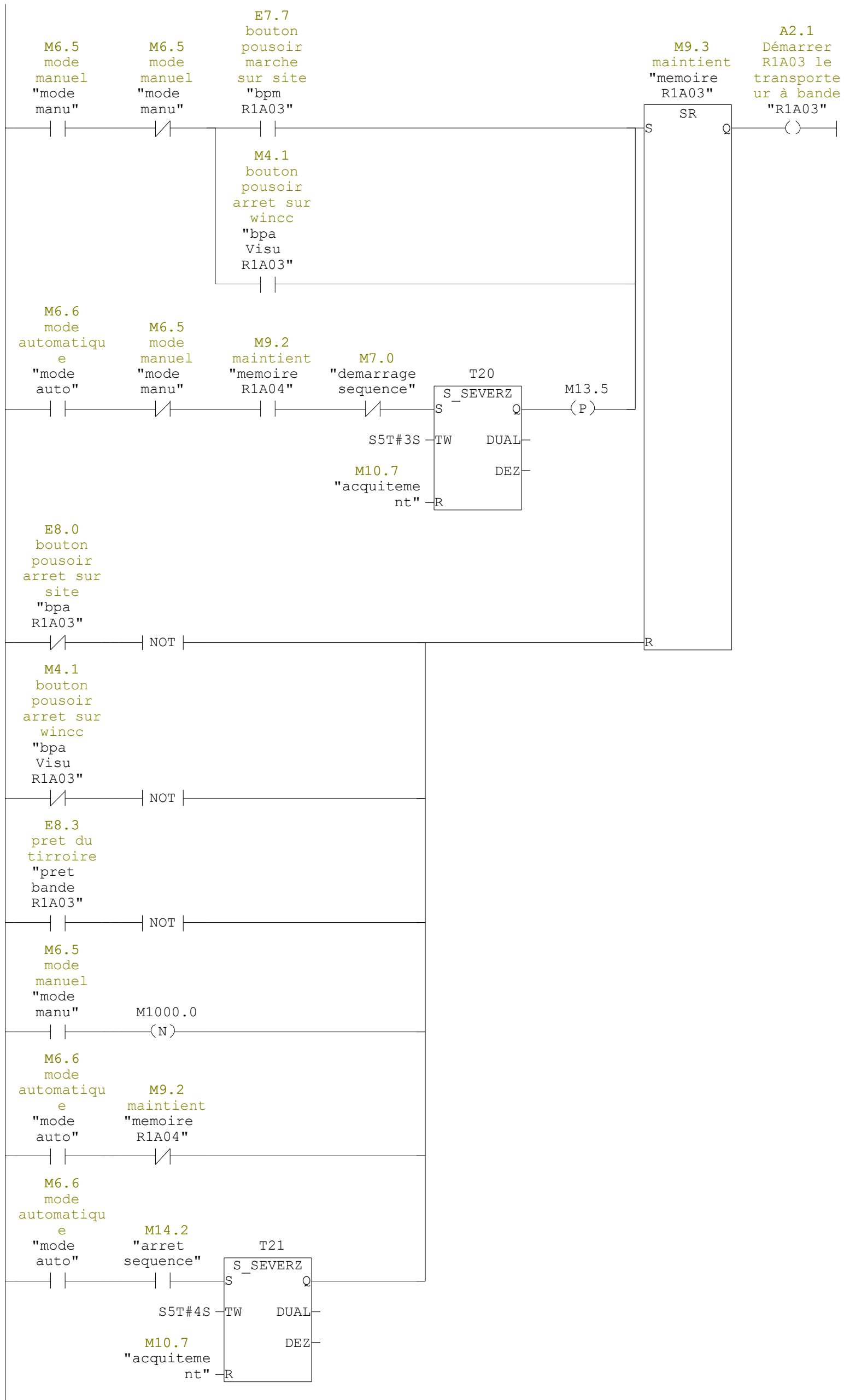
Réseau : 21 R1A05



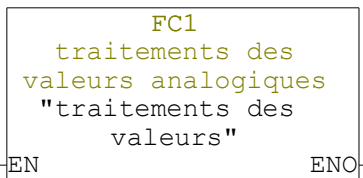
Réseau : 22



Réseau : 23 R1a03 bande



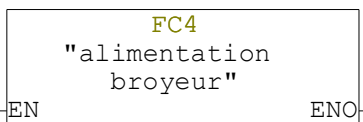
Réseau : 24



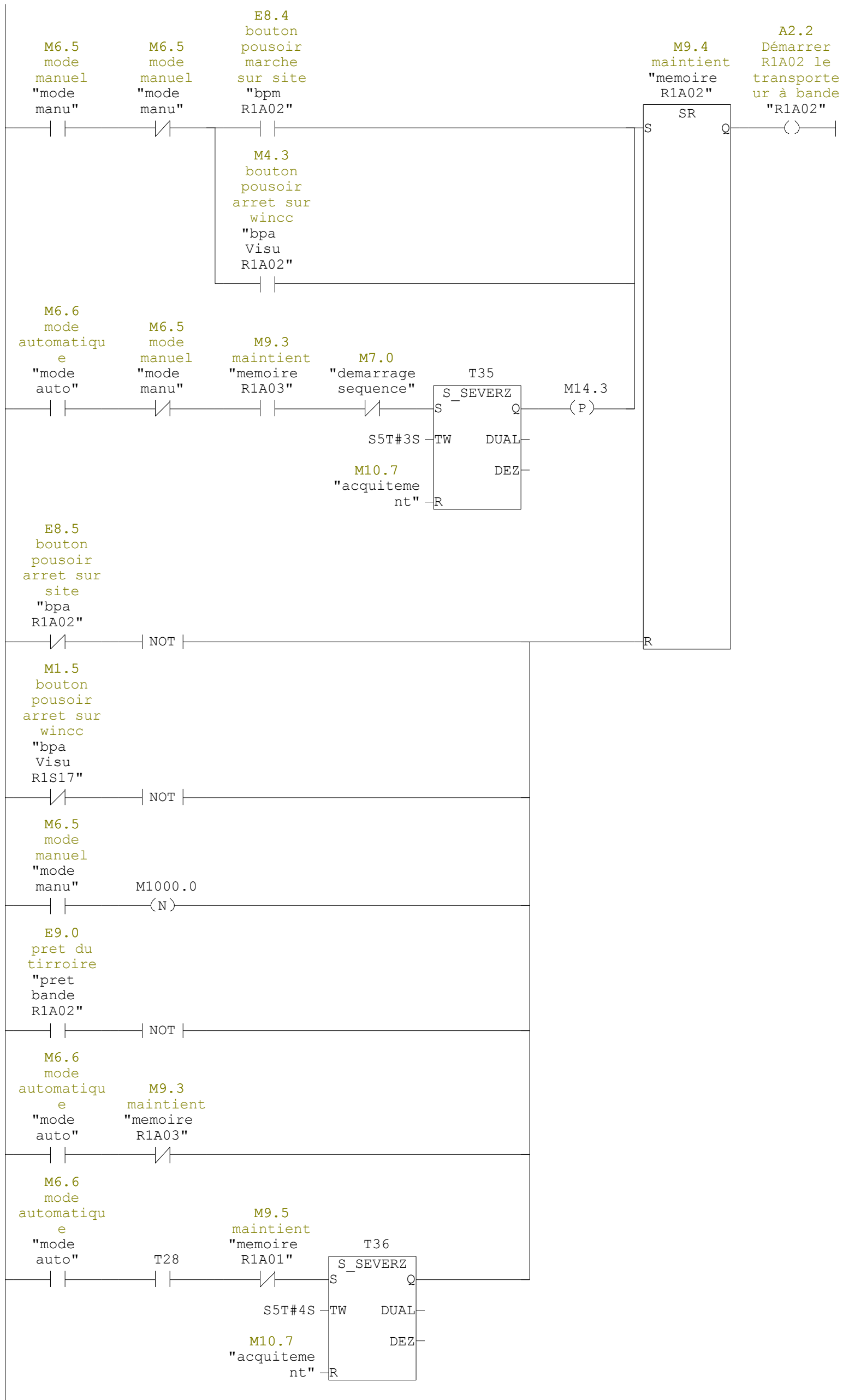
Réseau : 25



Réseau : 26



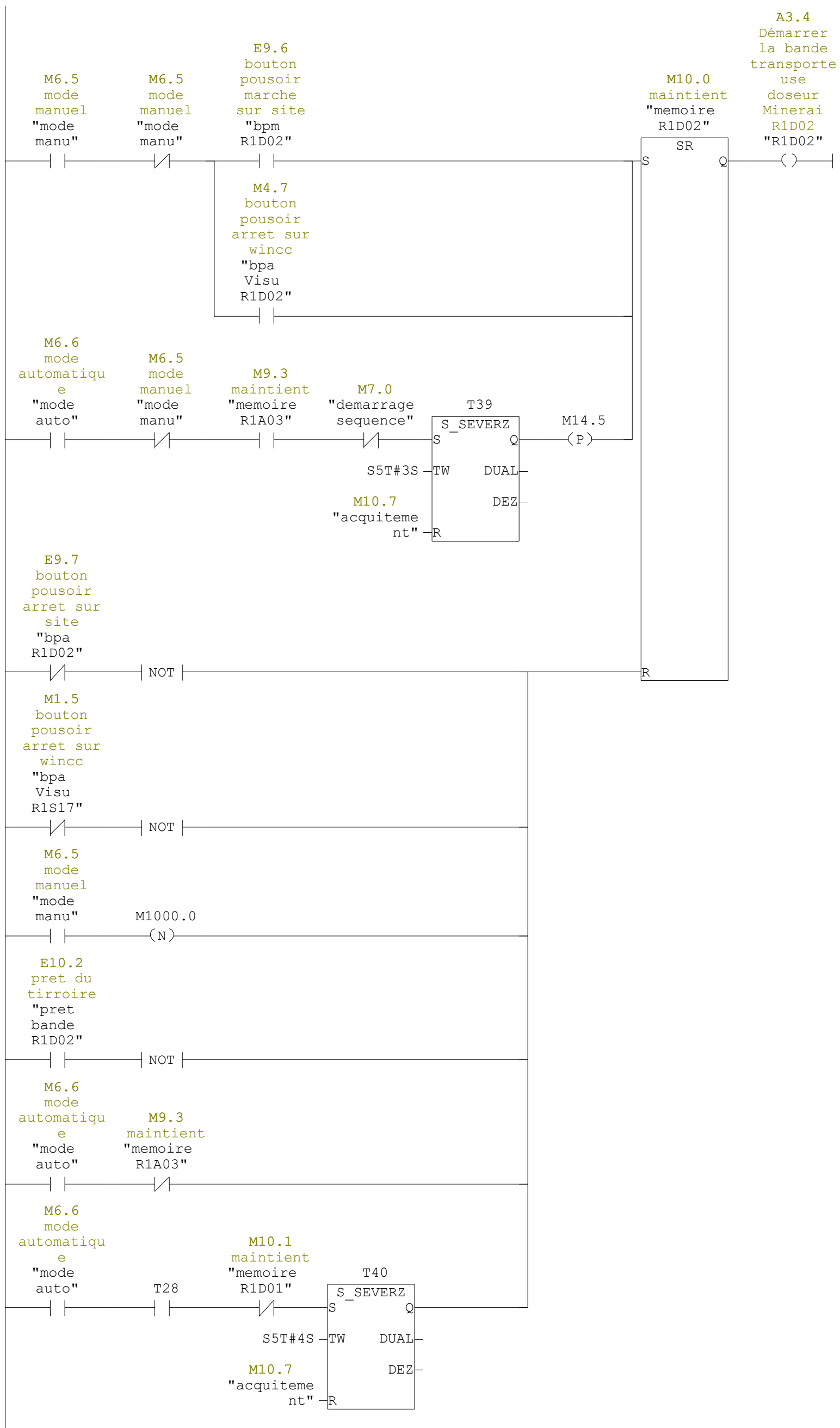
Réseau : 27 bande r1a02



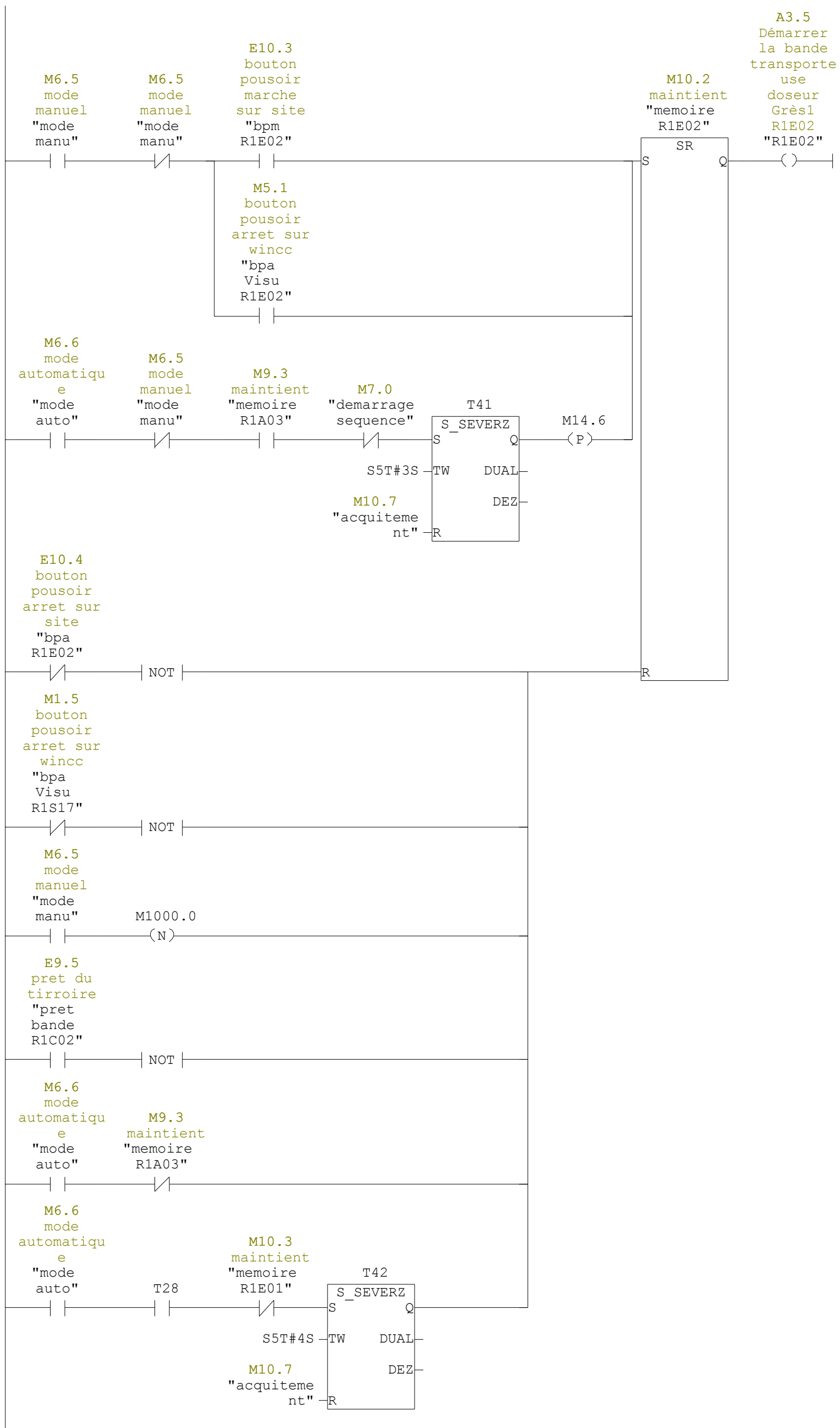




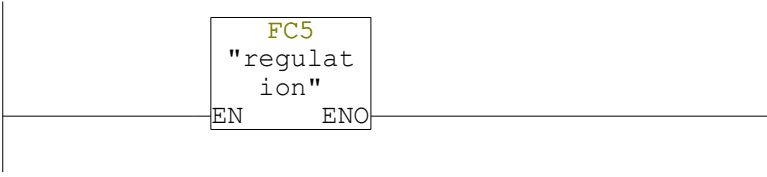
Réseau : 29 BANDE R1D02



Réseau : 30 BANDE R1e02



Réseau : 31



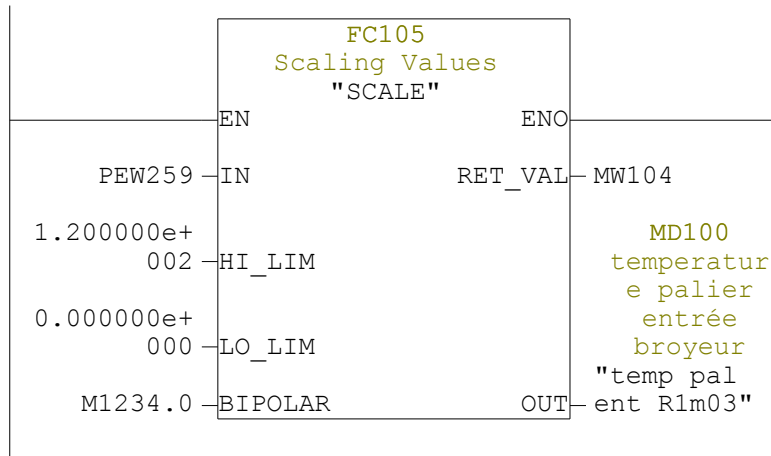
**FC1 - <offline>**

"traitements des valeurs" traitements des valeurs analogiques  
**Nom :** **Famille :**  
**Auteur :** **Version :** 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 07/08/2017 15:46:12  
**Interface :** 16/07/2017 16:28:19  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 00542 00436 00010

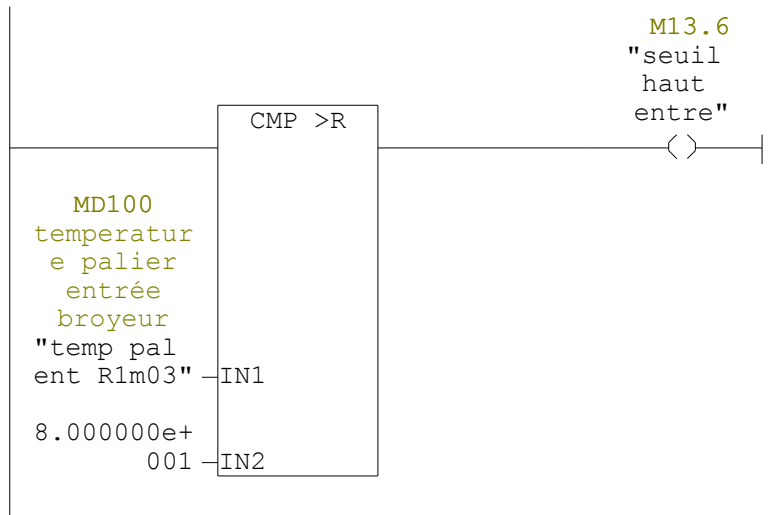
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

**Bloc : FC1 traitements des valeurs analogiques**

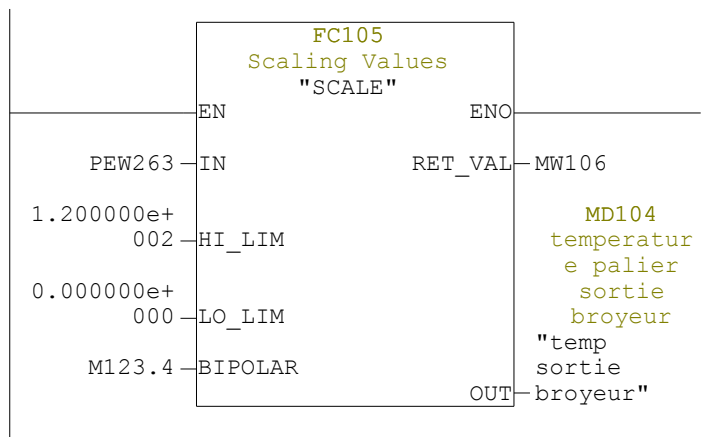
Réseau : 1 temperature palier entree broyeur R1M03



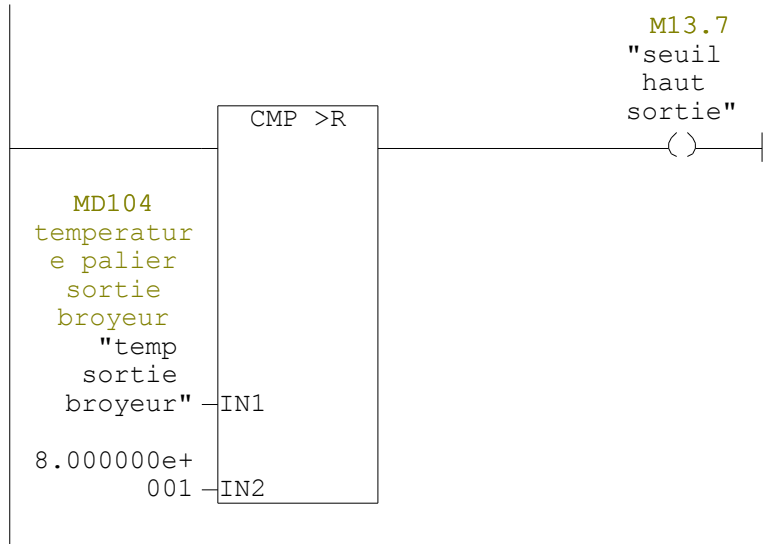
Réseau : 2



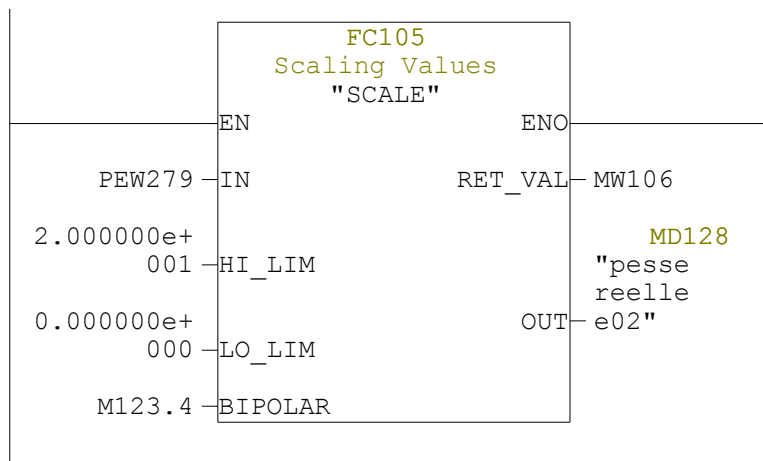
Réseau : 3



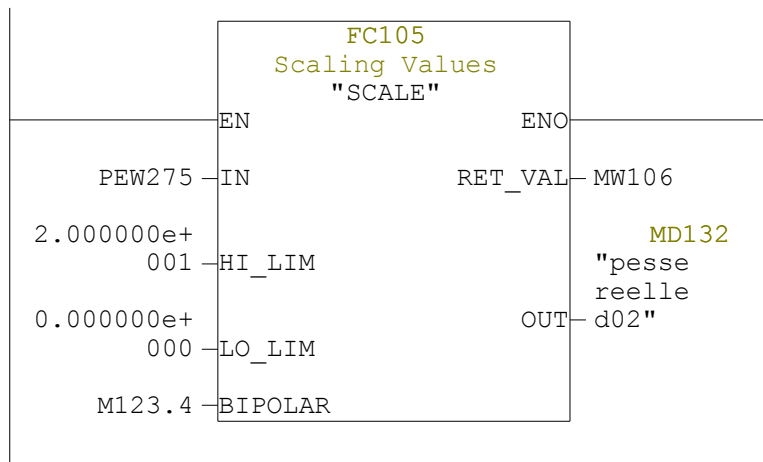
Réseau : 4



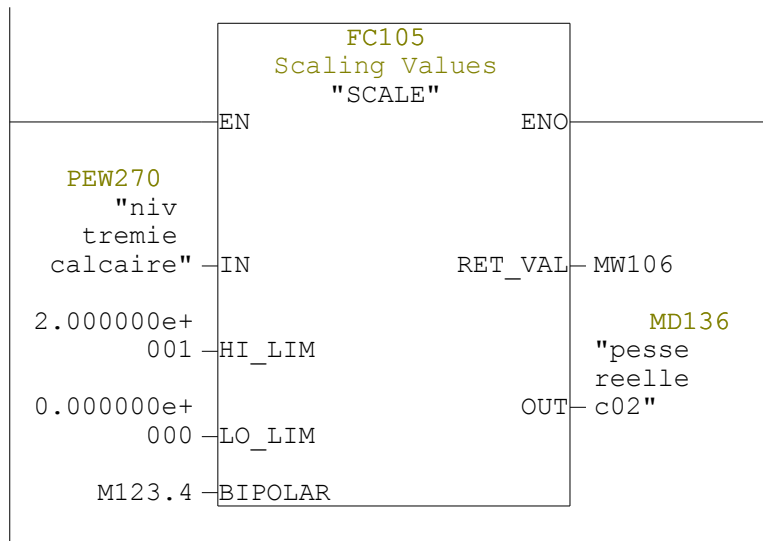
Réseau : 5



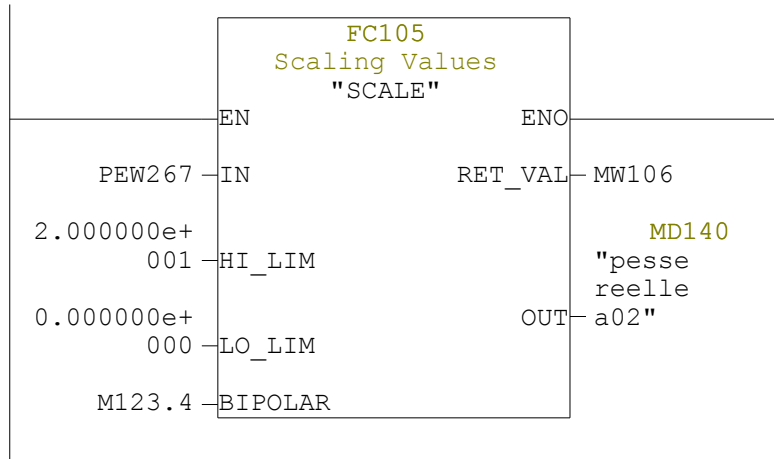
Réseau : 6



Réseau : 7



Réseau : 8



**FC2 - <offline>**

""  
**Nom :** **Famille :**  
**Auteur :** **Version :** 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 30/08/2017 16:27:48  
**Interface :** 27/07/2017 22:57:44  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 00254 00090 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 Les Alarmes**

Réseau : 1



Réseau : 2



Réseau : 3



Réseau : 4





Réseau : 5



Réseau : 6



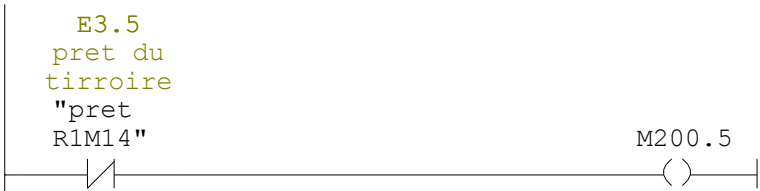
Réseau : 7



Réseau : 8



Réseau : 9



Réseau : 10



Réseau : 11



Réseau : 12



Réseau : 13



Réseau : 14



Réseau : 15



Réseau : 16



Réseau : 17



Réseau : 18



Réseau : 19



Réseau : 20



Réseau : 21



Réseau : 22



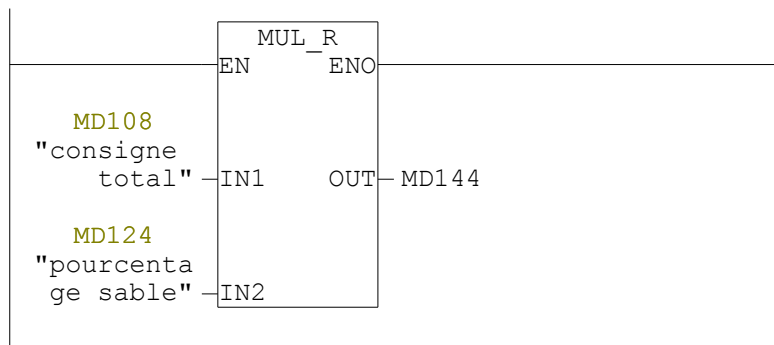
**FC3 - <offline>**

"alarmes" alarmes  
**Nom :** Famille :  
**Auteur :** Version : 0.1  
**Version de bloc :** 2  
**Horodatage Code :** 07/08/2017 22:54:36  
**Interface :** 31/07/2017 18:11:50  
**Longueur (bloc/code /données locales) :** 00288 00174 00000

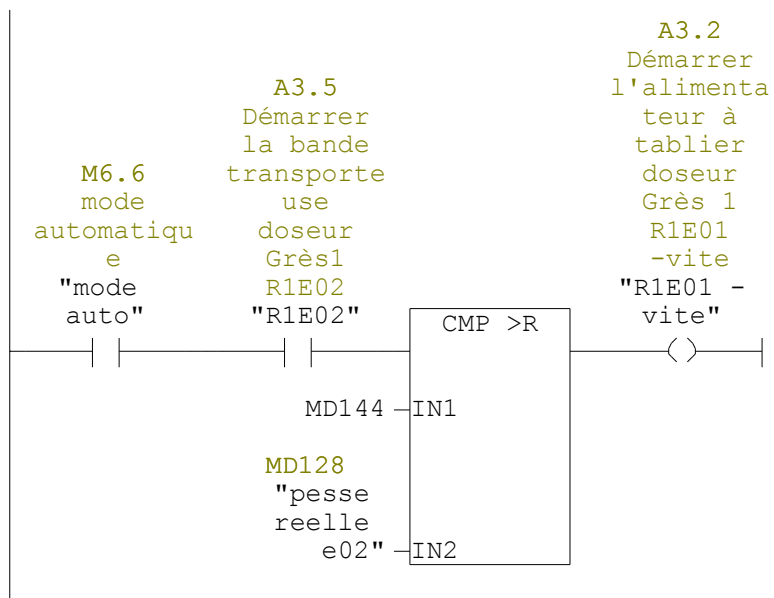
Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

**Bloc : FC3**

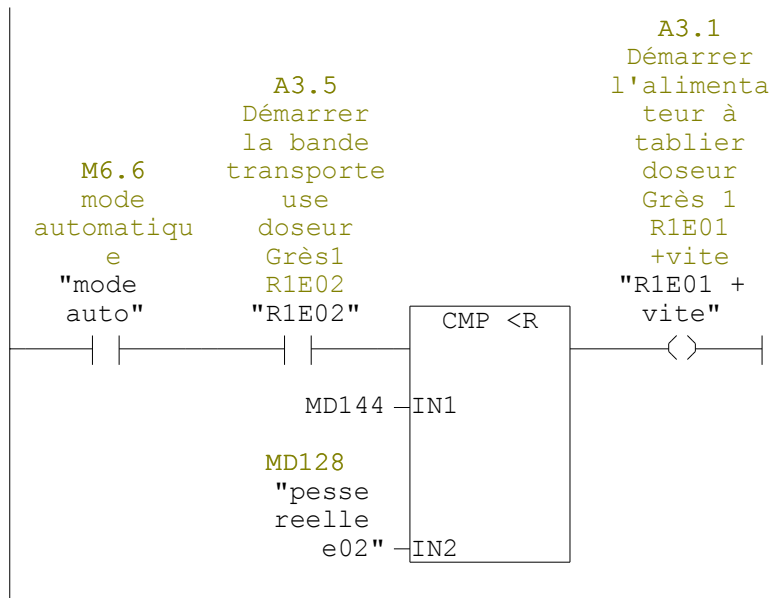
Réseau : 1 R1E02



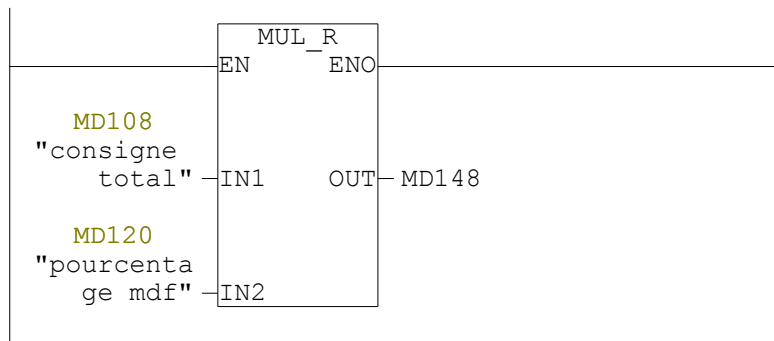
Réseau : 2 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Grès 1 R1E01 +vite



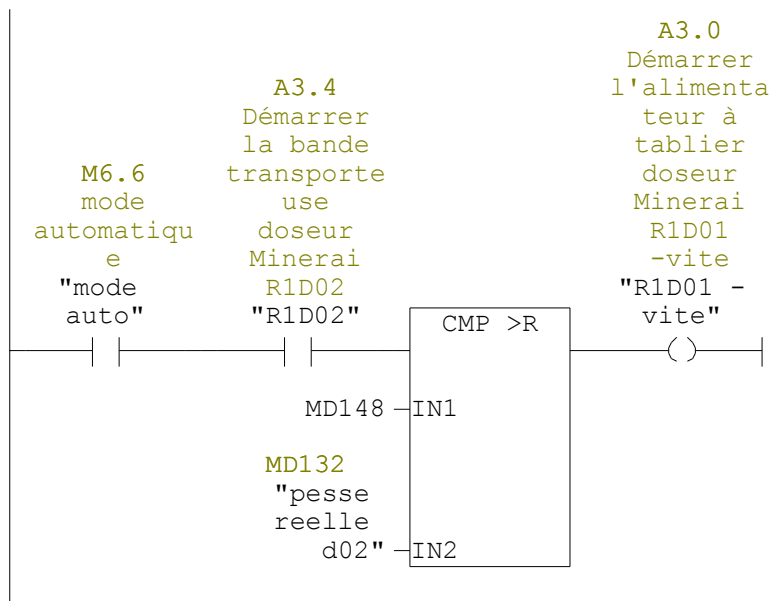
Réseau : 3 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Grès 1 R1E01 -vite



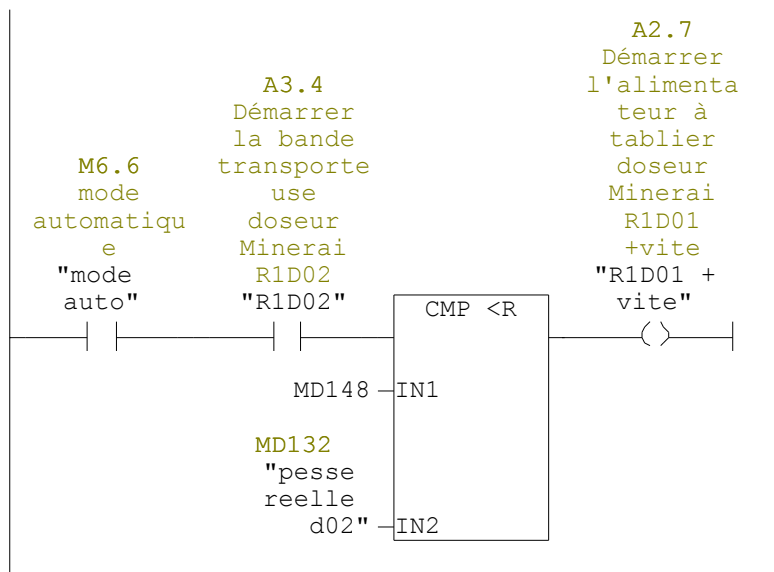
Réseau : 4 R1D02



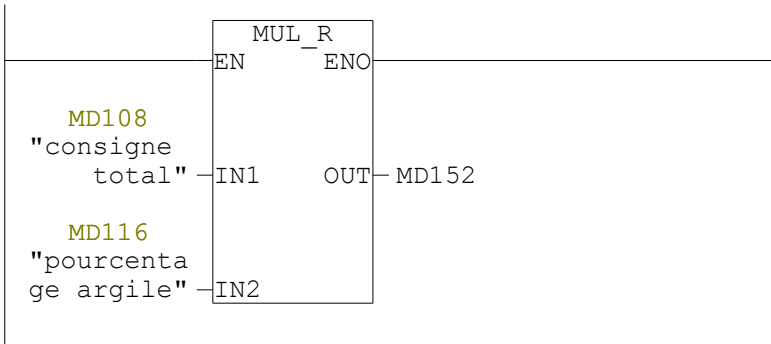
Réseau : 5 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Minerai R1D01 -vite



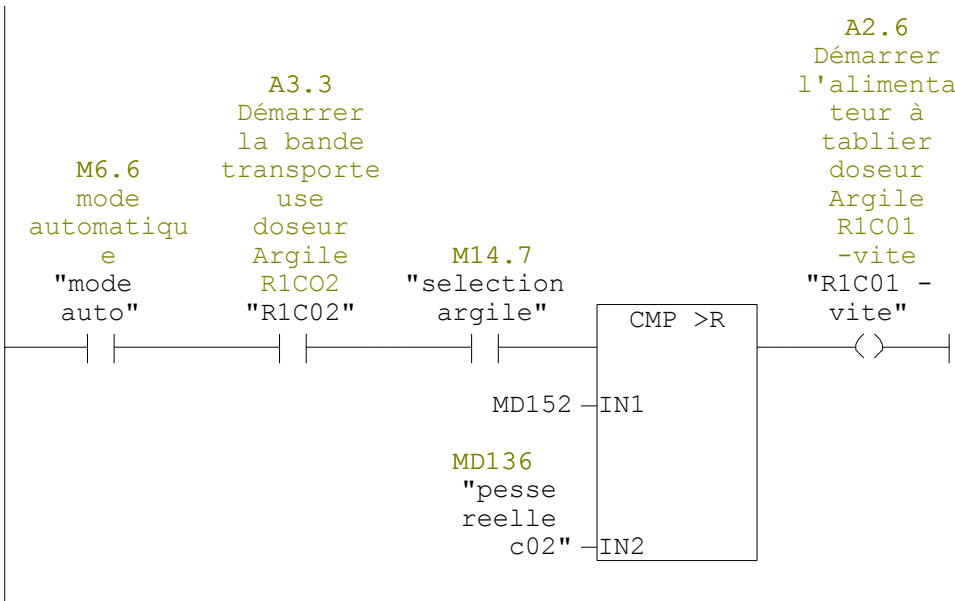
Réseau : 6 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Minerai R1D01 +vite



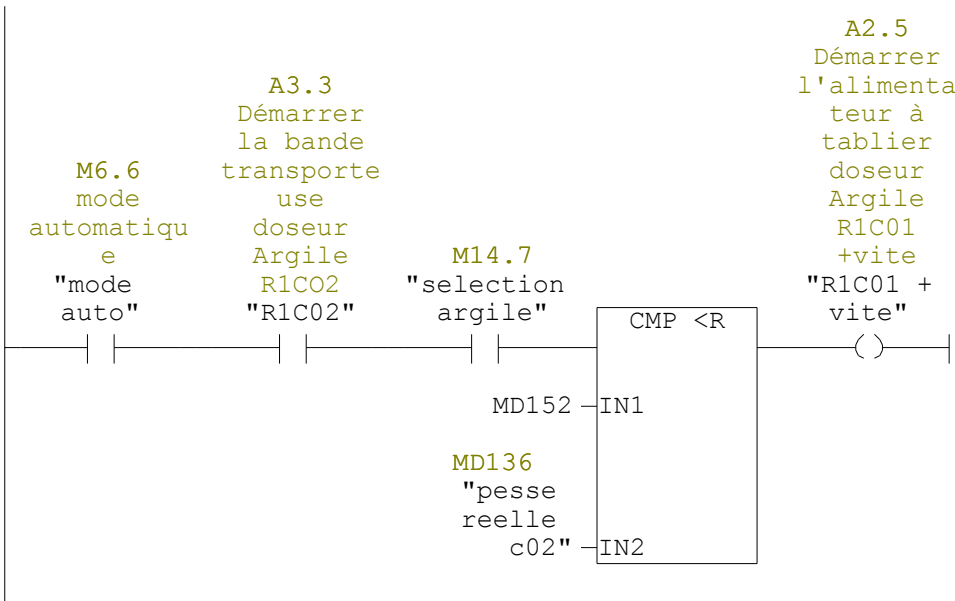
Réseau : 7 R1C02



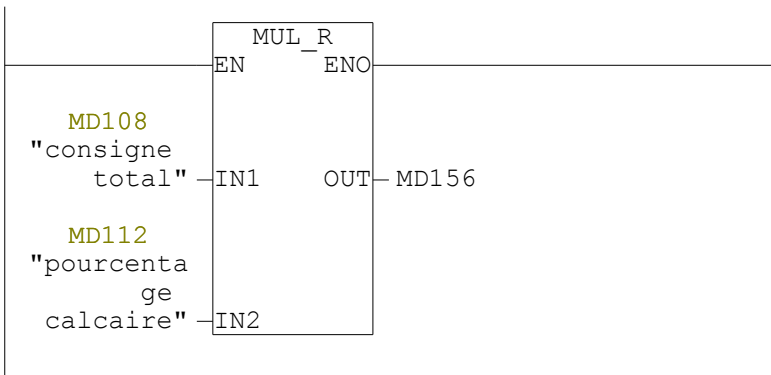
Réseau : 8 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Argile R1C01 -vite



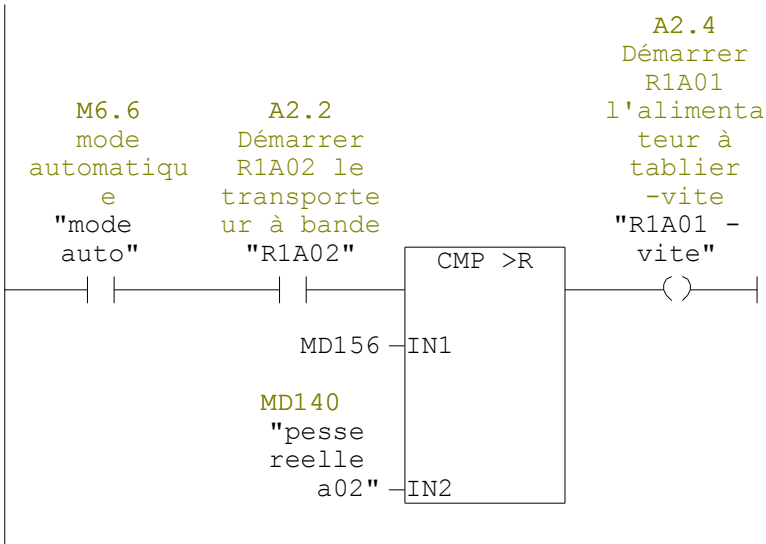
Réseau : 9 Démarrer l'alimentateur à tablier doseur Argile R1C01 +vite



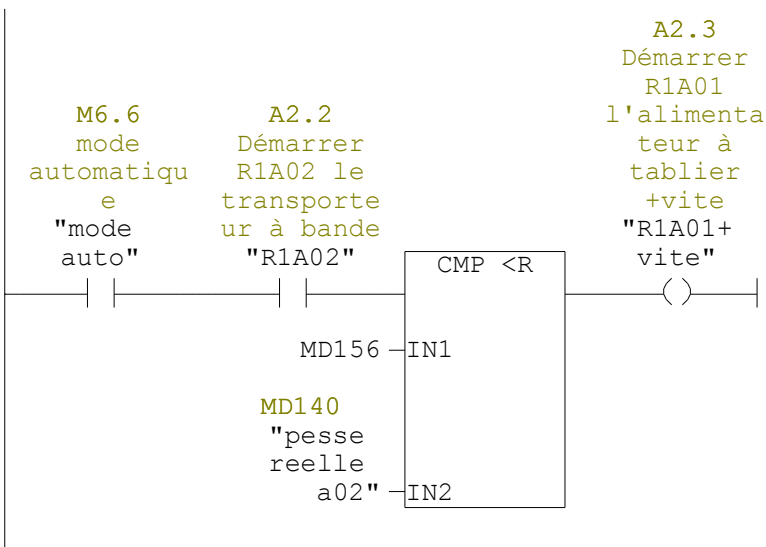
Réseau : 10 R1A02



Réseau : 11 Démarrer R1A01 l'alimentateur à tablier -vite



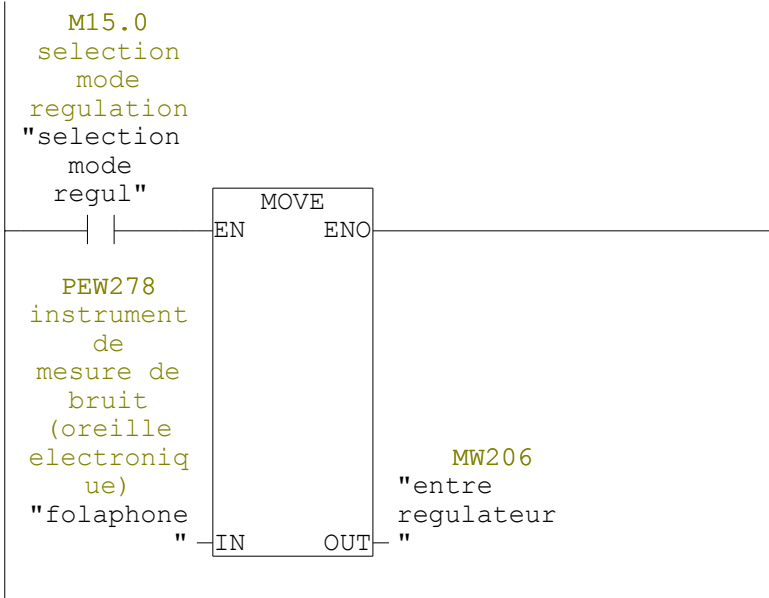
Réseau : 12 Démarrer R1A01 l'alimentateur à tablier +vite



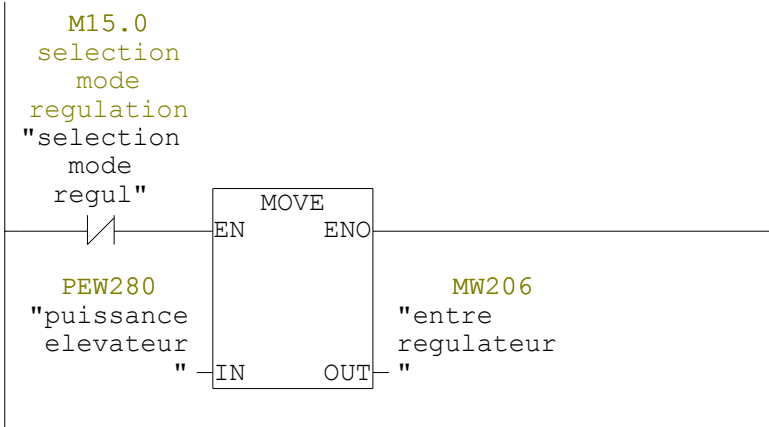




Réseau : 2



Réseau : 3



### III.5. LA SUPERVISION

Dans la fenêtre de supervision, on peut voir le démarrage et l'arrêt des équipements électromécanique par séquence de marche et séquence d'arrêt de l'atelier broyage cru.

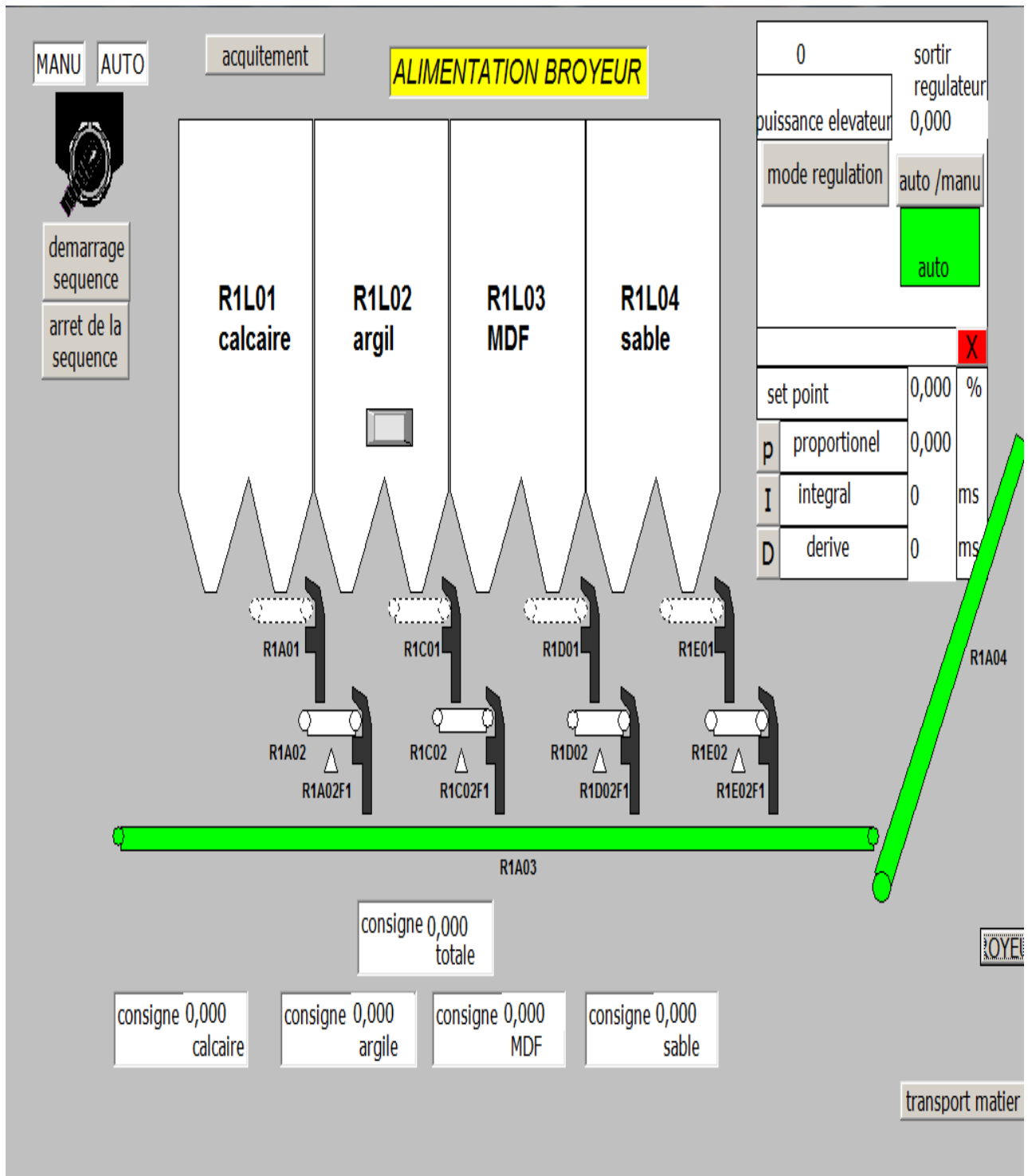


Figure III.5: La partie de l'alimentation de l'atelier broyage Cru

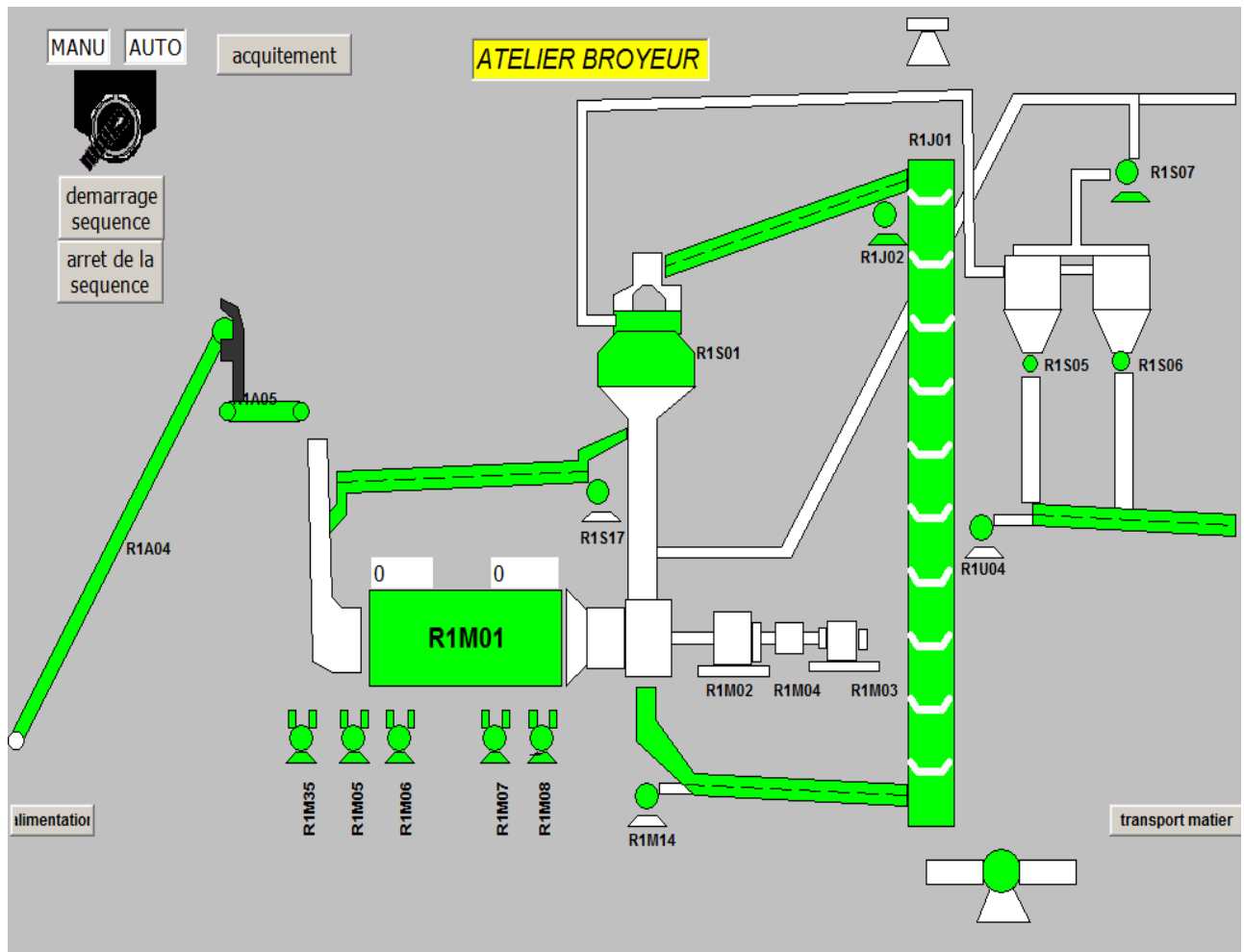


Figure III.6: La partie broyeur Cru de l'atelier

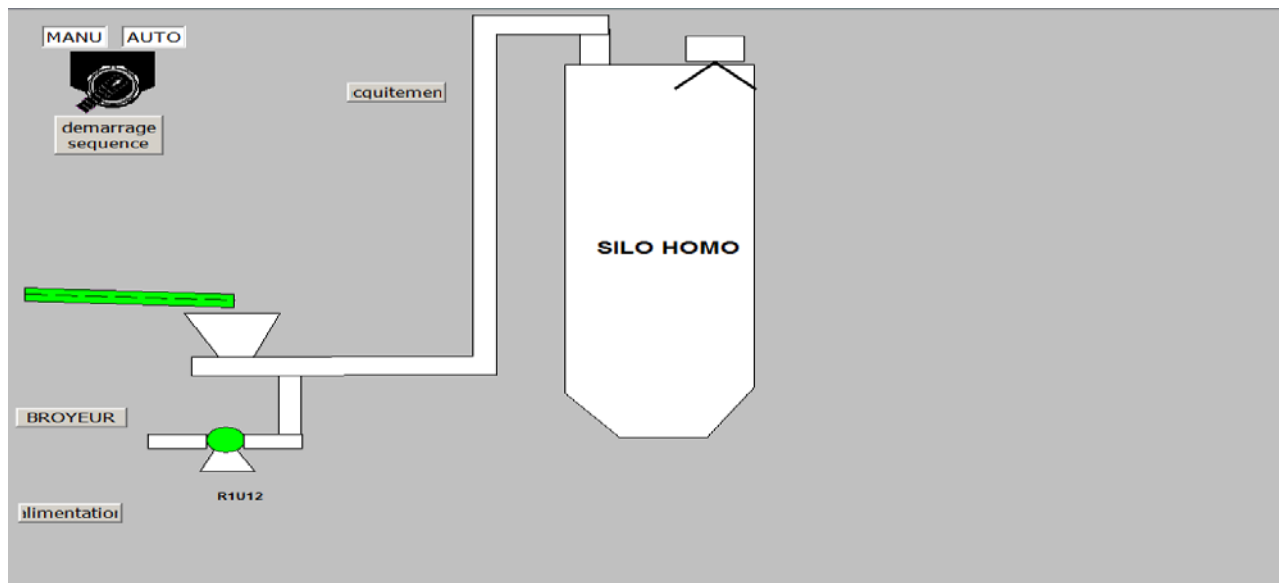


Figure III.7: la partie stockage de la matière (homogénéisation)

### III.6. CONCLUSION

Dans ce dernier chapitre on a commencé par la présentation quelques notions de la supervision et le rôle qu'elle occupe dans l'industrie.

Après la petite partie introductive on a commencé de travailler avec le logiciel Step7 et WinCC qu'on a trouvé très riche en options, il suffit d'imaginer le design de l'installation, et tous les effets d'animations qui seront nécessaires pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution des couleurs différentes pour les états différents des objets.

Avec les logiciels Step7 et Win CC, on a simulé et testé les conditions de démarrage de l'atelier et les différents étapes du fonctionnement de l'atelier. Et en plus, les résultats présentés ont montré que le cahier de charge de l'atelier est satisfait.



*Conculsion Général*

# Conclusion générale

L'élaboration d'un projet d'automatisation n'est pas une chose aisée, elle se fait en plusieurs étapes et demande un bon usage de méthodes adéquates. En outre l'acquisition des connaissances dans d'autres disciplines que l'automatisation est nécessaire pour faire une étude et affronter un tel problème.

Ce travail donne une démarche générale et la procédure à suivre pour réaliser l'automatisation d'une installation donnée.

On a commencé par une étude structurelle et fonctionnelle de l'atelier broyage cru pour l'acquisition de données du problème.

Ensuite vient l'élaboration d'un nouveau système de commande où on a développé un programme en GRAFCET qui sera converti en programme STEP7 qui sera chargé dans l'automate programmable qui commandera l'installation.

A la fin nous avons terminé notre projet par l'introduction d'un système de supervision pour garantir l'interface Homme-Machine et assurer le contrôle et la surveillance de l'installation.

Ce projet est une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation. Cette expérience nous a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine de la pratique et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine. D'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

En fin, tout travail n'est pas forcément sensé être réalisé mais plutôt être utile. Pour cela nous espérons que notre projet sera d'un grand apport pour les promotions avenir.



*Bibliographie*

# bibliographie



[1] B. REEB " *Développement des grafjets-Automatismes-Niveau B*", 2e édition Ellipses, laboratoire d'automatismes et de production, 192 pages, ISBN 978-2-7298-6203-9, 15/02/2011.

[2] L. BERGOUGNOUX " cours Automates Programmables Industriels " (*POLYTECH' MARSEILLE*). 2004–2005 [en ligne]. [consulté le 15 mars 2017].disponible sur <http://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Cours-Grafjet-notions-de-base.htm>

[3] SIEMENS, WinCC flexible 2008 Compact / Standard / Advanced Manuel d'utilisation, 07/2008, 6AV6691-1AB01-3AC0

[4] SIMATIC STEP 7, SIMATIC S7-300, V5.5, référencée : A5E00105506-08, Edition 02/2013

[5] R.ALAIN, *Analyse et maintenance des automatismes industriels*, Ellipses, 190 pages, ISBN : 978-2-7298-7840-5, 20/03/1999.

[6] F.BELMAJDOUB, "*Cours d'automatisme*", FES, Faculté des Sciences et Techniques, 2014.

[7] LAHDIRI, "processus de fabrication du ciment ", " Centre de Formation de l'industrie du Ciment (SFIC)" , 09/2010

[8] G.ASCH, "*Les capteurs en instrumentation industrielle*"- 6e édition, Dunod , 852 pages, ISBN : 978-2-10-005777-1, 23/03/2006 .

[9] D. SATOR-NAMANE "*Electrotechnique : « machine a courant alternatif » "*:1<sup>ère</sup> édition ellipses ,350 pages, ISBN : 978-2-7298-5282-5 ,16/02/2010.



**[10]** B.CHAUFFOURNIER " *Shémathèque Technologies du contrôle industriel* " ,(Edition Télémécanique et CITEF sont des marque de Groupe Schneider), 288 pages, ISBN 2-907314-21-1 , Février 1994 .

**[11]** Société national des matériaux de construction (cimenterie Sour el Ghozlane)," *manuel opératoire détaille* ", FLS & CO.A/S ,77 vigerslev Allé Copenhague-valby. FLS & Cie-France 55, rue ampère paris.

**[12]** SIEMENS," *Manuel simatic HMI WinCC flexible 2008 runtime* ", ISBN :6AV6691-1BA01-3AC0,07/2008.