MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention
du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electronique

Option : ***Contrôle***

Thème:

AUTOMATISATION DE LA STATION DE PRODUCTION DE FARINE BOULANGERE les moulins du baloua A BASE D'UN AUTOMATE S7 300

Proposé et dirigé par :

Mme. N. DJOUAHER.
M$^{r.}$. G. BEN MEDJKANE.

Présenté par :

M^{r}. OUMOHAND Ali
M^{r}. AMRARENE Mouloud

Année universitaire **2008/2009**

بسم الله الرحمن الرحيم

Remerciement

Arrivé au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos plus sincères remerciements à Mme ***DJOUAHER.N*** *et Mr* ***CHARIF.M,*** *pour l'orientation qu'ils nous ont donnée ainsi que leurs critiques constructives.*

Nous remercions également Mr ***ZEMIRLI.B*** *pour son bon et inconditionnel accueil au sein de son entreprise.*

Pour l'intérêt, les conseils et laide qu'ils n'ont pas cesses de nous prodiguer. Nous remercions Mr ***BEN MEDJKANE ghani*** *et Mr* ***HOUACEN hakim et Mr HADJEMI amirouche*** *nous leurs exprimons nos gratitudes et notre profonde reconnaissance.*

Pour avoir bien voulu jugé ce mémoire, pour les discussions enrichissantes, nous remercions vivement les membres du jury et nous leurs exprimons notre profonde gratitude.

Enfin, nous remercions tout le personnel du département d'électronique en particulier nos enseignants qui nous ont guidé tout au long de notre cursus, et tous ceux qui par leurs gentillesses, leurs soutiens, leurs conseils et leurs aides minime soit elle de prés ou de loin contribués à la réalisation de ce mémoire.

بسم الله الرحمن الرحيم

Je dédie ce travail
A mes très chères parents, pour tout leurs sacrifices rien que pour mon bonheur.
A mes deux sœurs : Noura et Hassiba.
A mémoire de mon grand père : Makhloufe.
A mes grands-mères Ouardia et Ouiza.
A toutes ma famille.
A mon binôme.
A tous mes amis Zahir, Slimane, Hakime, Tarik , Said, Boualem, Younes.
A Sofiane, Djilali, Azouaou, Loucif, Samir, Djaffar, Moumouh.
A Souade, Kahina, Wissame , Liza, Samia, Wassila, Sabrina.

Mouloud

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- *La mémoire de mon très cher frère SAMIR et dada MOUHAND.*
- *Mes parents qui ont fait de moi se que je suis aujourd'hui.*
- *Mes frères et sœurs « FAHIM, AMIR, SONIA, NADINE »*
- *Mes cousins « AZIZ et REZAK »*
- *Dada SLIMANE et sa famille*
- *Tous mes amis « HAKIM, MB, JIJI, LOUHAB, TAK, ROUGI »*
- *Ma très chère DALY.*
- *Notre équipe de foot de TIZIT.*
- *Tous ceux qui me connaissent*

Sommaire

Sommaire…….

Introduction générale ……. **1**

Chapitre I : Etude de la station.

Introduction..... **3**

I. Présentation de la station……... **3**

I.1 bloc nettoyeur et mouilleur…… **3**

I.1.1 la trémie d'alimentation…… **4**

1) Structure……. **4**

2) Rôle ……. **5**

3) Partie opérative…… **5**

3.a) Le moteur asynchrone électrique…… **5**

3.b) Le capteur …… **9**

3.c) Un doseur volumétrique à contrôle électronique…… **10**

3.d) Une sonde de niveau capacitive …… **11**

4) La partie commande…… **11**

I.1.2 Premier transport à vis…… **12**

1) Structure……. **12**

2) Partie opérative…… **12**

3) Rôle……. **13**

I.1.3 Le tamis nettoyeur…… **13**

1) Structure…….. **13**

2) Rôle…….. **13**

3) Partie opérative…… **13**

I.1.4 Tarare de tamis……... **14**

I.1.5 Seconde transport à vis…….. **14**

I.1.6 L Brosse à blé…… **14**

1) Structure……... **14**

2) Rôle…….. **14**

I.1.7 Troisième transport à vis …….. **14**

I.1.8 Epierreuse vibrante…… **14**

1) Structure……... **14**

2) Rôle…….. **15**

3) Partie opérative…… **15**

I.1.9 Tarare de l'épierreuse……. **15**

1) Structure…….... **15**

2) Rôle…….. **15**

I.1.10 Groupe filtre……. **16**

1) Structure…….... **16**

2) Rôle…….. **17**

3) Partie opérative…… **17**

I.1.11 Broyeur à marteaux avec ventilateur centrifuge…….. **17**

I.1.12 Panneau compte- litre mouilleur ……. **17**

I.1.13 Le mouilleur……. **18**

I.1.14 Quatrième transport à vis……. **18**

I.1.15 Tableau de commande groupe nettoyage……. **18**

I.2 Elévateur à godets et cuves de repos……... **19**

I.2.1 Elévateur à godets …….. **19**

I.2.2 Cuve de repos……. **21**

I.2.3 Transport à vis pour le deuxième mouillage…….. **21**

Conclusion……. **21**

Chapitre II : Description du fonctionnement de la station

Introduction…… **24**

I. Le processus de transformation du blé……... **25**

I.1 Le cycle de fabrication…….. **25**

II. Description du fonctionnement de la station…… **26**

II.1 Le premier nettoyage (premier mouillage) …….. **26**

II.2 Processus de marche de la station (premier nettoyage) ……... **28**

- **Première étape :** Vérification des cuves de déchargement avant démarrage des moteurs. ……. **28**
- **Deuxième étape** : Vérification de la trémie et les silos extérieurs ……. **31**
- **Troisième étape :** Démarrage des moteurs. ……. **34**
- **Quatrième étape :** Vérification des cuves de déchargement et de la trémie d'alimentation après démarrages des moteurs. …… **36**
- **cinquième étape :** Arrêt total du système. ……... **39**

II.3 Le deuxième nettoyage (Deuxième mouillage) ……... **41**

II.4 Processus de marche de la station(Deuxième nettoyage) …… **42**

- **Première étape :** Vérification des cuves d'extraction du blé

pour le deuxième nettoyage avant démarrage des moteurs. ……. 42

- **Deuxième étape :** Vérification des cuves de déchargement du blé (deuxième nettoyage) ……... 44
- **Troisième étape :** Démarrage des moteurs. ……. 47
- **Quatrième étape :** Vérification des cuves après démarrage des moteurs. ……. 49
- **Cinquième étape** : Arrêt des moteurs. ……. 51

Conclusion……. 53

Chapitre II : Automatisation de la station

Introduction…… 53

I. Définition d'un automate programmable industriel (API) …… 53

II. Choix d'un automate …….. 53

III. Etude de l'automate S7-300 ……. 54

III.1. Présentation de l'automate S7-300 …… 54

III.1.1. Module d'alimentation (PS) ……... 54

III.1.2. L'unité centrale de traitement (CPU) …….. 54

III.1.3. Coupleur (IM) ……. 55

III.1.4. Module d'entrée……... 55

III.1.5. Module de sortie ……. 55

III.1.6. Module de fonction (FM) ……... 55

III.1.7. Module de communication (CP) …… 55

III.1.8. Châssis d'extension……. 55

III.1.9. Console de programmation …… 56

IV. Logiciel de programmation STEP_7 ……. 56

IV.1. Interaction du logiciel et du matériel……. 56

IV.2. langage de programmation ……. 57

IV.3. Création d'un programme utilisateur …… 57

IV.3.1. Lancement du logiciel……. 58

IV.3.2. Création du projet …….. 59

IV.3.3. Création de la table des mnémoniques …… 62

IV.3.4. Configuration et paramétrage du matériel…… 62

IV.4 Structure du projet dans SIMATIC Manager …… 64

V. programmation de la station de nettoyage de blé avant sa mouture…… 66

V. 1. Création de notre programme avec STEP 7…….. 66

V. 2. Programme de la station …… **68**

VI. Logiciel de simulation S7-PLCSIM …….. **78**

VI.1. Simulation du programme …… **78**

Conclusion……. **81**

Conclusion générale……. **82**

Annexe

Bibliographie

Introduction générale

Introduction générale :

Vu les traditions alimentaires des algériens, l'Algérie est classée parmi les plus grands pays consommateurs de blé dans le monde. Les statistiques avancées en 2005-2006, par les responsables de l'association France Export Céréales[1] au cours des journées franco-algériennes des céréales tenues à Alger[2], sont la pour le prouver.

Sur les 10 millions de tonnes importées par le Maghreb, 5 millions sont l'œuvre de l'Algérie. La facture a atteint ainsi le montant de 510 millions de dollars US. Selon les statistiques recueillies auprès du centre d'information et des statistiques, les importations de l'Algérie en blé ont atteint un record historique de 6,35 millions de tonnes durant l'année écoulée.

La consommation humaine (pain et biscuiterie….etc.) reste le débouché principal (58 % de la récolte du blé), il suffit d'un petit balayage de nos marchés pour le constater : le pain a une présence tautologique dans le paysage alimentaire national. La farine boulangère est une matière de base dans la fabrication du pain. Elle occupe 80% de la recette de fabrication.

Pour cela des industriels ont investi dans cette branche en créant des moulins pour pouvoir subvenir à cette vaste demande. M^{r} : B.ZEMERLI a crée en 2001 l'entreprise « LES MOULINS DU BALOUA ». Elle est spécialisée dans la production des farines boulangères et elle est implantée dans la zone industrielle sud-ouest de Tizi-Ouzou. Ayant une capacité de production de 2500kg /heure, en employant 20 ouvriers.

I- Organisation générale de l'entreprise

L'entreprise est organisée principalement en deux gros blocs ajoutant à cela une cour dont une partie est réservée à la station d'approvisionnement en blé.

I.1 bloc administration :

Il comprend tous les services comptabilité, gestion et la direction, ainsi qu'un laboratoire d'analyse pour déterminer le taux d'humidification qui convient pour le blé.

I.2 bloc de production :

Il comprend toutes les machines et tout le matériel intervenant dans la production de la farine, il est divisé en sous stations :

- Sous station de nettoyage.
- Sous station de mouture.
- Sous station de pesage et ensachage.

[1] Association créée en 1997, dont l'objet est de promouvoir les céréales françaises et la filière céréalière française.

[2] Rencontre franco-algérienne sur les céréales, qui c'est tenu à l'hôtel Hilton, le 06/11/2005.presidéé par M. Jean-Jacques Vorimore.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage pratique au niveau de l'entreprise « LES MOULIN DU BALOUA». Un projet d'automatisation nous a été proposé. Il consiste à étudier la station de production et spécifiquement la sous station de nettoyage afin de changer l'automate déjà existant, le reprogrammé et l'améliorer.

Actuellement la station dispose d'une partie commandée par une logique câblée (Remplissage de la trémie) et le reste de la station est pilotée par un automate programmable industriel (API) de marque Moeller de type PS4-341-MMI.

Les causes qui ont incitées les responsables de l'entreprise à remplacer cet automate sont d'une part, la faible capacité de son processeur à traiter les données, les pannes à répétitions qui handicapent toute la station, d'autre part la rareté de la pièce de rechange.

Cahier des charges

Actuellement la station de production de la farine, dispose d'une partie commandée par une logique câblée (Remplissage de la trémie) et le reste de la station est pilotée par un automate programmable industriel (API) de marque Moeller de type PS4-341-MMI, ayant 18 entrées et 15 sorties.

Problématique

L'automate actuel dont l'entreprise dispose, présente beaucoup de contraintes qui handicape sa compétitivité, à ne citer que, la faible capacité de son processeur à traiter les données, les pannes à répétitions, d'une part, la rareté de la pièce de rechange, d'autre part.

Ce sont toutes ces raisons, qui ont incitées les responsables de l'entreprise, a nous proposé un projet d'automatisation, qui s'inscrit dans le cadre de notre projet de fin d'étude.

Solutions

Ce projet d'automatisation consiste à

- étudier la station de production et spécifiquement la sous station de nettoyage du blé.
- Améliorer la station, en incorporant, le remplissage de la trémie, dans le programme du nouvel automate
- changer l'automate déjà existant par un autre de type S7, de la firme SIEMENS, qu'on va définir après détermination de certains critères importants telle que :
    - ✓ le nombre d'entrées/sorties
- Programmation du nouvel automate.

Chapitre

I

ETUDE DE LA STATION

Introduction :

Le mot moulin vient du bas latin « molinum » lui-même dérivé de « molu » qui signifie « meule ». Le moulin a d'abord désigné le système de deux meules que l'on actionne pour écraser le grain par la force physique animale ou humaine.

L'industrie de mouture du blé, **la meunerie**, produit dans des moulins la farine qui représente le produit de base pour la fabrication du pain, des biscuits….etc. Les sous-produits de la mouture, tels que le son, les restes et le germe du blé, servent à la préparation d'aliments pour les animaux.

La mouture est plus ancienne que la production agricole. Son évolution d'une corvée manuelle à un procédé industriel hautement automatisé, efficace et précis reflète de nombreux changements sociaux et des développements technologiques importants.

Pour une meilleure production de farine et une qualité haute gamme qui lui permet d'être compétitive dans se secteur, l'entreprise « LES MOULIN DU BALOUA » a fait appel à l'un des pionniers dans ce domaine. Le groupe franco-italienne AGREX est parmi ceux qui ont contribué à l'essor de cette industrie en révolutionnant les techniques moulières traditionnelles, par la fabrication de moulins totalement automatisés, simples, fonctionnelles et compactes, offrant le maximum d'efficacité et de qualité, telle que celui utilisé par l'entreprise qui est de type « **AGS8DB2000** ».

I. Présentation de la station :

La station à étudier se devise en deux blocs comme suite :

I.1 Bloc nettoyeur et mouilleur :

Le nettoyage du blé représente la première phase de production des farines, il consiste à débarrasser le blé de ces impuretés et des poussières qu'il contient, et cela par l'intervention de plusieurs machines qui constituent le groupe nettoyeur. Ces machines effectuent en automatique un cycle de travail et chacune d'elle est commandée automatiquement dés l'introduction du blé dans la trémie jusqu'au moment où il est déchargé dans les cuves de repos. Parmi ces machines on nomme :

- Trémie d'alimentation.
- Le transporteur à vis.
- Tamis nettoyeur.
- Tarare de tamis.
- Brosse à blé rotative horizontale
- Tarare de l'épierreuse.

- Epierreuse vibrante.
- Groupe filtre.
- Broyeur à marteaux avec ventilateur centrifuge.

I.1.1 La trémie d'alimentation :

1) Structure :

Elle est sous forme d'un petit silo devisée en deux compartiments. La partie supérieure est de forme rectangulaire et la partie inférieure sous forme d'entonnoir ouvert en bas. Les deux compartiments sont séparés par un grillage dont les trous sont un peu plus grands qu'un grain de blé et cela pour éviter le surpoids et les efforts mécaniques sur le doseur volumétrique qui traîne le transporteur à vis.

Fig.1 :
Trémie d'alimentation.

- **Processus d'alimentation de la trémie :**

La trémie est alimentée en blé depuis les silos d'approvisionnements sis à l'extérieure dans la cour de la fabrique et ce par l'intermédiaire de deux transporteurs à vis traînés par deux moteurs asynchrones. La trémie d'alimentation est équipée de deux capteurs de niveau, haut et bas, qui permettent de déterminer le niveau du blé dans celle-ci. L'approvisionnement en blé s'effectue comme suite :

La désactivation du capteur bas de la trémie, ce qui insinue manque de blé dans celle-ci (niveau Min), entraînera le démarrage de l'un des moteurs d'alimentation selon la disponibilité du blé dans les silos d'approvisionnement. La trémie se remplie jusqu'à activation du capteur haut indiquant le niveau Max, alors le moteur d'alimentation sera arrêté.

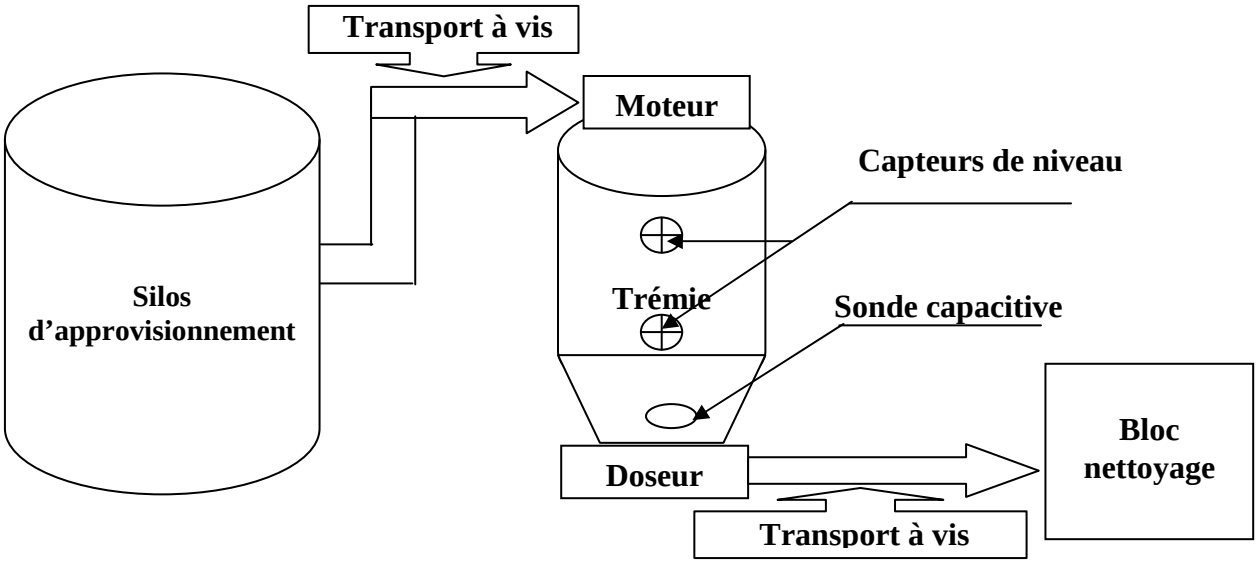


Fig.2 : Schéma synoptique de l'alimentation de la trémie.

2) Rôle :

La trémie d'alimentation a un rôle de stockage et d'alimentation pour le groupe nettoyeur qui la suit dans la chaîne de production.

3) Partie opérative : Elle comprend :

- Un moteur asynchrone.
- Un doseur volumétrique à contrôle électronique.
- Une sonde de niveau capacitive.
- Deux capteurs de niveau haut et bas.

3. a Le moteur asynchrone électrique :

- **Définition :**

Le moteur asynchrone triphasé est largement utilisé dans l'industrie. Sa simplicité de construction en fait un matériel très fiable et qui demande peu d'entretien. Il est constitué d'une partie fixe, dite le stator qui comporte le bobinage, et d'une partie rotative, appelée rotor qui est bobiné en cage d'écureuil. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation des courants de Foucault

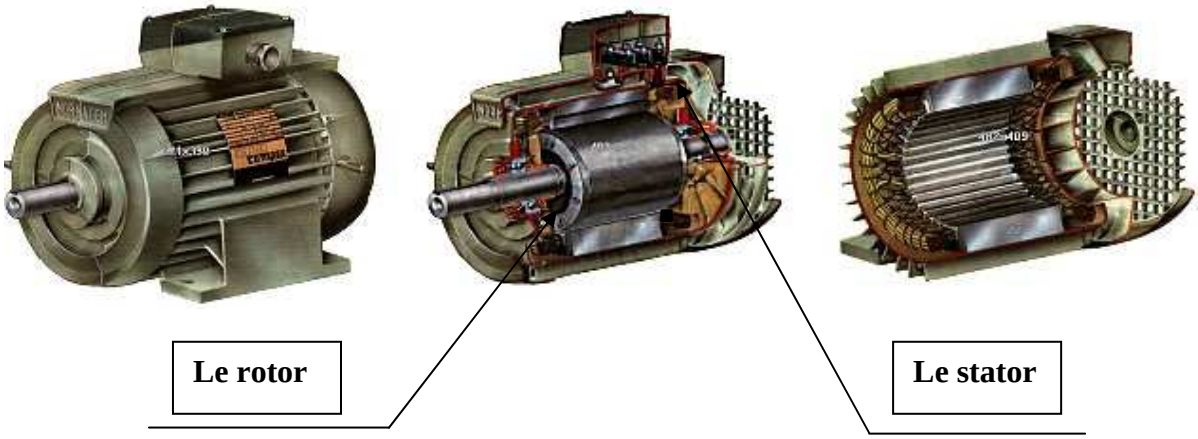
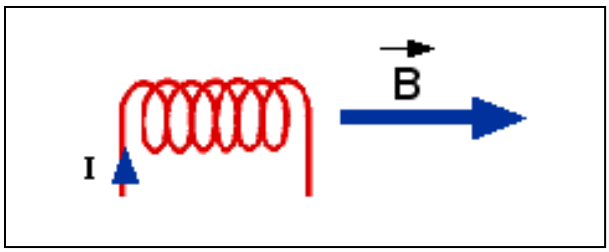


Fig.3 : Moteur asynchrone.

- **Principe de fonctionnement :**

Le principe des moteurs à courants alternatifs réside dans l'utilisation d'un champ magnétique tournant produit par des tensions alternatives.

La circulation d'un courant dans une bobine crée un champ magnétique $\vec{B}$. Ce champ est dans l'axe de la bobine, sa direction et son intensité sont fonction du courant I. C'est une grandeur vectorielle.



Dans le cas du moteur triphasé, les trois bobines sont disposées dans le stator à 120° les unes des autres, trois champs magnétiques sont ainsi créés. Compte tenu de la nature du courant sur le réseau triphasé, les trois champs sont déphasés (chacun à son tour passe par un maximum). Le champ magnétique résultant tourne à la même fréquence que le courant soit $f = 50$ tr/s.

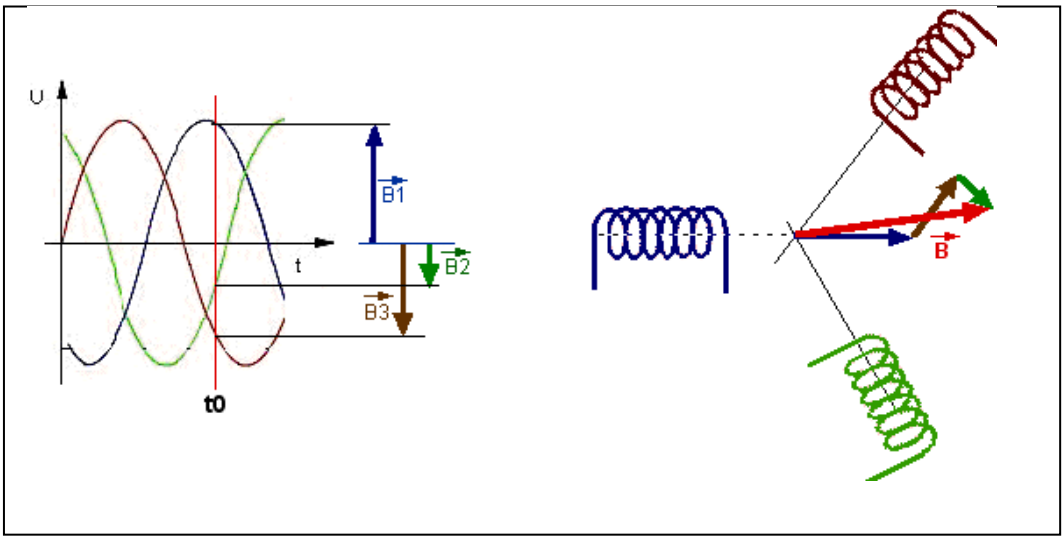


Fig.4 : Graphe de disposition des trois bobines du stator.

Les 3 enroulements statoriques créent donc un champ magnétique tournant, sa fréquence de rotation est nommée fréquence de synchronisme. Si on place une boussole au centre, elle va tourner à cette vitesse de synchronisme.

- **Branchement étoile ou triangle :**

Il y a deux possibilités de branchement du moteur au réseau électrique triphasé. Le montage en étoile et le montage en triangle. Avec un branchement en étoile, la tension aux bornes de chacune des bobines est d'environ 230V. Dans le montage en triangle, chacune des bobines est alimentée avec la tension nominale du réseau (400V). On utilise le montage étoile si un moteur de 230V doit être relié sur un réseau 400V ou pour démarrer un moteur à puissance réduite dans le cas d'une charge avec une forte inertie mécanique.

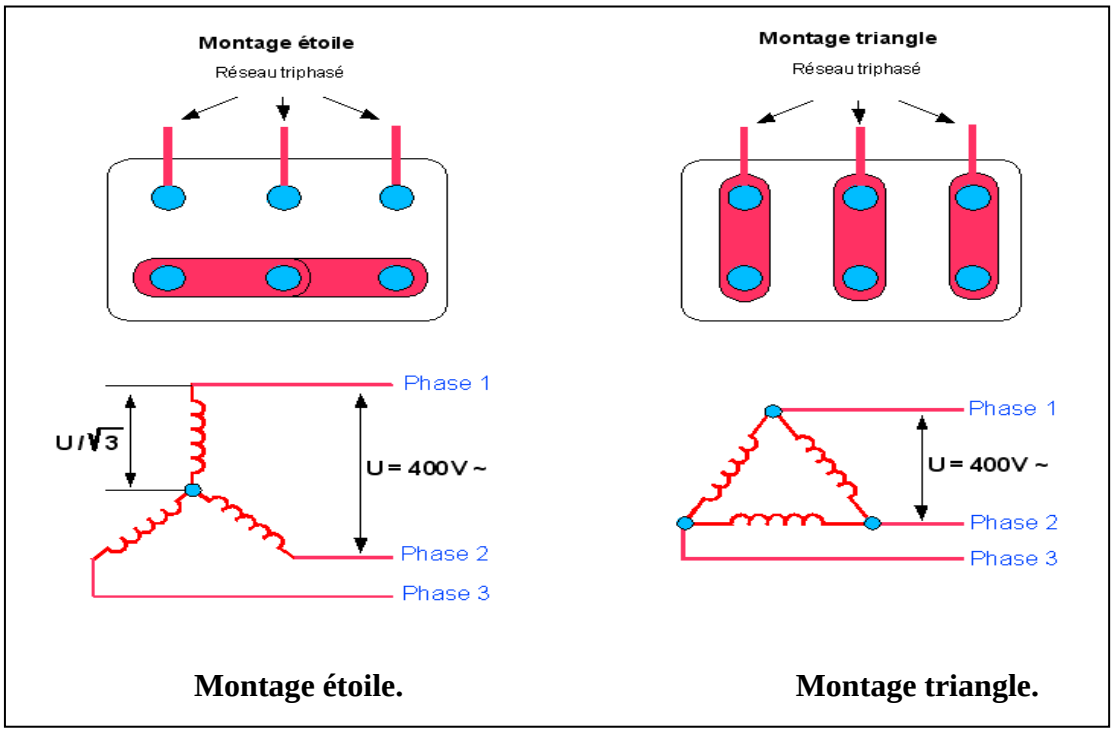


Fig.5 : Branchement des moteurs asynchrone.

- **Puissance et rendement :**

La puissance consommée sur le réseau en triphasé est

$$P = UI\sqrt{3}\cos\varphi$$

Avec :

UI : étant la tension induite.

Le $\cos\varphi$ du moteur est une caractéristique indiquée sur la plaque signalétique.

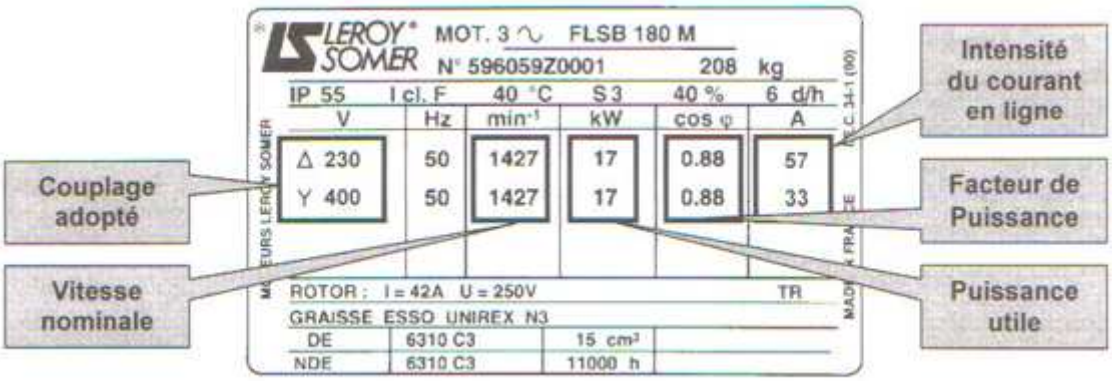


Fig.6 : Plaque signalétique.

3. b Le capteur :

Le capteur est l'élément de base des systèmes d'acquisition de données, c'est un dispositif qui fournit à la partie commande des comptes rendus sur l'état du système en transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable exemple : une tension électrique, une hauteur de mercure, une intensité, la déviation d'une aiguille…etc. Le capteur se distingue de l'instrument de mesure par le fait qu'il ne s'agit que d'une simple interface entre un processus physique et une information manipulable.

- **Le capteur de niveau :**

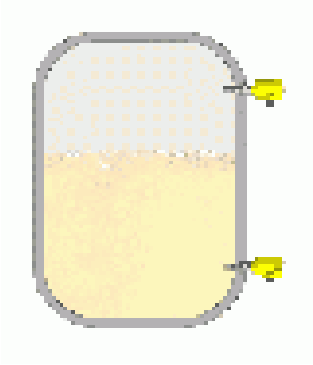
Il sert à déterminer le niveau du blé dans la trémie et à éviter d'éventuel débordement ou manque de blé dans celle-ci.

Fig.7 : Capteur de niveau.

- **Principe de fonctionnement :**

Le capteur de niveau à lames vibrantes est un détecteur offrant une solution économique pour de nombreuses applications (niveau min/max, sécurité anti-débordement, protection). Son principe repose sur deux lames métalliques parallèles agencées côte à côte sur une membrane métallique qui sont amenées par effet piézo-électrique à leur fréquence de résonance. Lorsqu'elles entrent en contact avec le produit, la fréquence ainsi que l'amplitude de vibration de ces deux lames sont atténués. Pour le niveau bas du produit, le phénomène physique du capteur sera inversé, les lames sont normalement émergées dans le produit et lorsque le niveau diminue et découvre ces lames, la fréquence change ainsi, que l'état de la sortie électrique.

Pour la détection du niveau du produit, un circuit électronique détecte la variation de fréquence d'oscillation des lames et la traduit en un changement d'un signal de sortie "Tout Ou Rien".



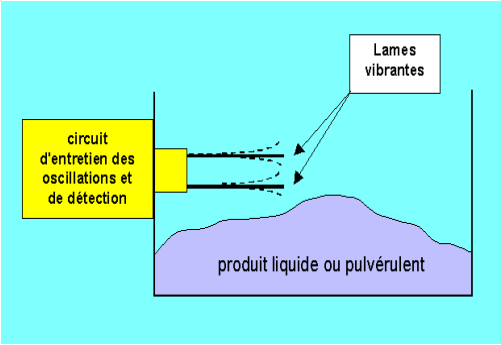


Fig.8 : Dispositifs de capteur à lames vibrant.

3.C Un doseur volumétrique à contrôle électronique :

C'est un moteur triphasé asynchrone équipé d'un variateur de vitesse qui permet de régler le débit du blé à extraire de la trémie.

- **Le variateur de vitesse :**

Malgré sa conception ancienne, le moteur asynchrone reste toujours d'actualité car l'électronique permet maintenant de faire varier sa fréquence de rotation. Pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation. Les variateurs de vitesse sont des variateurs de fréquence et la consigne de vitesse est en général fournie sous forme d'une tension de 0 à 10V par exemple.

Fig.9 : Variateur de vitesse.

Le variateur de vitesse permet

- Une gamme de vitesses de 5% à 200% de la vitesse nominale.
- Une conservation du couple sur toute la gamme de vitesses.
- Des rampes d'accélération et de décélération.
- Deux sens de rotation.

- **Principe de fonctionnement :**

L'automate programmable industriel (API) de la chaîne d'information envoie une consigne analogique sous forme d'une tension continue au variateur.

Le courant électrique issu de la consigne est reconverti en courant alternatif par un onduleur qui travaille en hacheur mais avec une fréquence différente. Le variateur de vitesse alimente le moteur avec une fréquence de courant proportionnelle à cette consigne.

.3. d Une sonde de niveau capacitive :

En envoyant un signal à l'automate programmable elle permet de bloquer le transport à vis de la trémie dés que celle-ci se vide.

4) La partie commande :

Elle gère le déroulement ordonné du remplissage de la trémie à partir des informations reçues en provenance des capteurs de la partie opérative. Elle comporte le pupitre de dialogue homme/machine qui renferme plusieurs éléments dont on citera, les disjoncteurs, les contacteurs, fusibles, les relais, un transformateur, une alimentation…..etc. ce sont ces éléments qui forment la séquence câblée qui permet de commander les actionneurs.

Fig.10 : Pupitre de commande vue de l'extérieur.

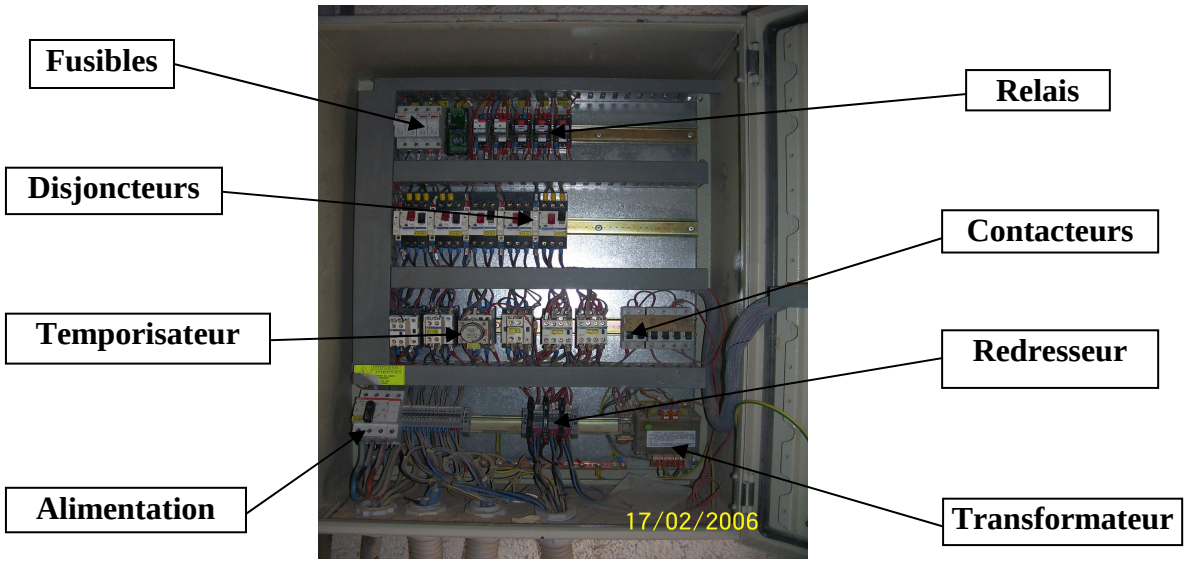


Fig.11 : Pupitre de commande vue de l'intérieur.

I.1.2 Premier transport à vis :

1) Structure :

Dit convoyeur à vis, il permet de transporter le produit de la trémie au tamis nettoyeur. Le transport à vis est constitué d'une vis sans fin traînée par un moteur réducteur triphasé asynchrone, comme le montre la figure.

Fig.12 : Transporteur à vis.

2) Partie opérative :

Elle est formée d'un moteur asynchrone triphasé muni d'un réducteur de vitesse comme sur la figure suivante :

Fig.13 : Moteur réducteur.

La formule de calcule de la vitesse de rotation de la vis sans fin, par rapport à celle du moteur qui la traîne, est la suivante :

$$\theta_m \times Z_1 = \theta_v \times Z_2$$

Avec :

θ_m: Vitesse de rotation fournit par le moteur.

Z_1 : Nombre de dents sur le pignon d'entrée.

θ_v : Vitesse de rotation (traînage) de la vis sans fin.

Z_2 : Nombre de dents sur le pignon de sortie.

3) Rôle :

Son rôle est de transporter le produit de la trémie vers le groupe nettoyeur (tamis nettoyeur).

I.I.3 Le tamis nettoyeur :

1) Structure :

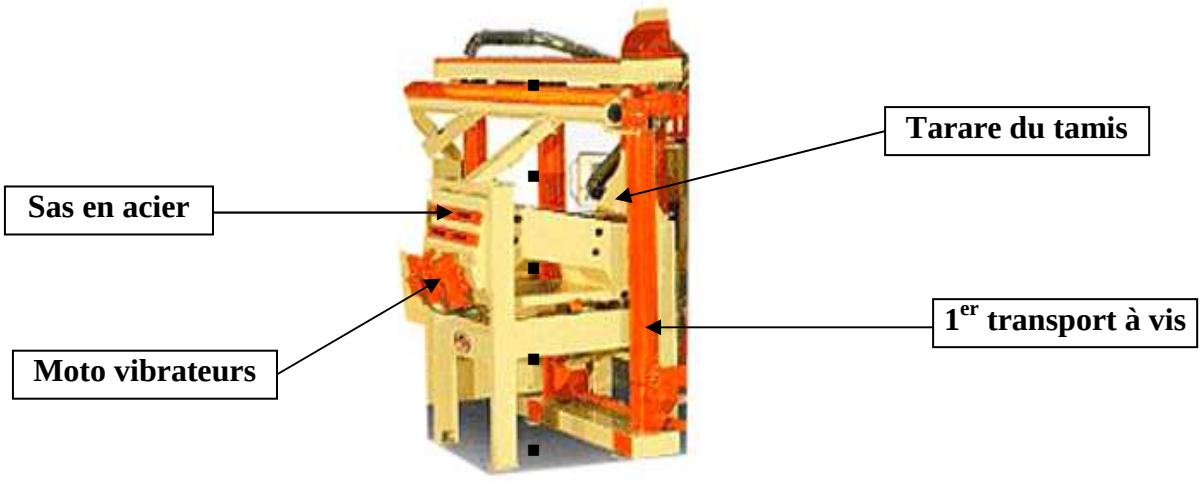


Fig.14 : Tamis nettoyeur.

Il est composé de deux sas en acier avec forure. Le premier sas avec des trous larges fait passer le blé en arrêtant les impuretés volumineuses. Le deuxième avec trous plus serrés, filtre les impuretés plus petites. Les deux sas sont autonettoyants ayant intercalées entre eux de petites billes en caoutchouc qui maintiennent libres les trous. Les sas sont installés sur un plan incliné mis en mouvement par deux motos vibrateurs. Le produit descend par gravité et entre dans le tarare de du tamis

2) Rôle :

Il permet d'apporter un premier nettoyage au blé en enlevant les petites impuretés ainsi que les poussières.

3) partie opérative :

Elle est constituée de deux motos vibrateurs.

- **Définition d'un moto vibrateur :**

C'est un moteur triphasé asynchrone, muni à ces deux extrémités, de palettes déséquilibrées (conte poids), montées sur l'axe du rotor. Ce sont ces palettes qui fournissent le mouvement vibratoire .

Fig.15 : Moteur vibrateur

I.1.4 Tarare du tamis :

C'est un conduit aspirant, connecté au déchargement du tamis. Il permet d'aspirer, au moyen d'un flux d'air en contre courant, les impuretés plus légères.

I.1.5 Second transport à vis :

Il est de même technologie que le premier sauf qu'il est horizontal, son rôle est de transporter le produit à la brosse à blé

I.1.6 La Brosse à blé :

1) structure :

Elle est constituée de deux demi-coques avec manteau en acier comme ceux de la figure ci contre. Elle est équipée d'une série de batteurs inclinés à 30°et 45° et d'une trémie pour le ramassage des impuretés. La brosse tourne grâce à un moteur.

Fig.16 : Demi-coques avec manteau en acier.

2) Rôle :

Son rôle est :

- d'éliminer les plus petites impuretés.
- préparer la partie externe du blé pour qu'il absorbe mieux l'eau durant la phase de préparation.
- l'émiettement des corps étrangers plus fragiles, par auto frottement et de friction des grains entre le rotor et le manteau en acier.
- l'élimination de la balle du blé, qui est l'enveloppe externe ligneuse du grain de la céréale.

I.1.7 Troisième transport à vis :

Il utilise le même principe que les deux premiers son rôle est de transporter le produit de la brosse à blé vers l'épierreuse.

I.1.8 Épierreuse vibrante :

1) structure :

Elle est équipée d'un ventilateur à recyclage d'air ; et d'un plan incliné avec fond en grillage métallique (en acier) ; et d'un tiroir pour recueillir les caillasses.

Le ventilateur mis en dessous du plan incliné génère un flux d'air qui tient en suspension les céréales et les fait descendre par la force de gravité dans le mouilleur alors que les impuretés plus lourdes (caillasses) ne sont pas soulevées par le flux d'air, mais remonte le plan incliné poussées vers le haut par un mouvement vibratoire.

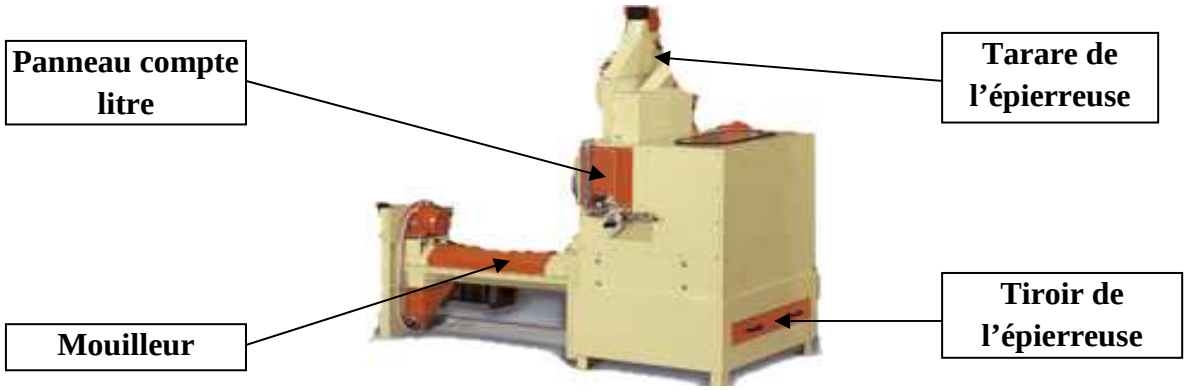


Fig.17 : Epierreuse vibrante.

2) Rôle :

Elle permet de purifier le blé de sa pierraille (caillasse) et de ses impuretés les plus lourdes.

3) Partie opérative :

Elle est constituée de deux moteurs vibrateurs qui génèrent le mouvement vibratoire, ainsi que d'un moteur de faible puissance qui fait fonctionner le ventilateur.

I.1.9 Tarare de l'épierreuse :

1) Structure :

C'est un conduit aspirant connecté au déchargement du troisième transport à vis.

2) Rôle :

Il permet d'aspirer, grâce à un flux d'air en contre courant, les impuretés plus légères.

I.1.10 Groupe filtre :

1) Structure :

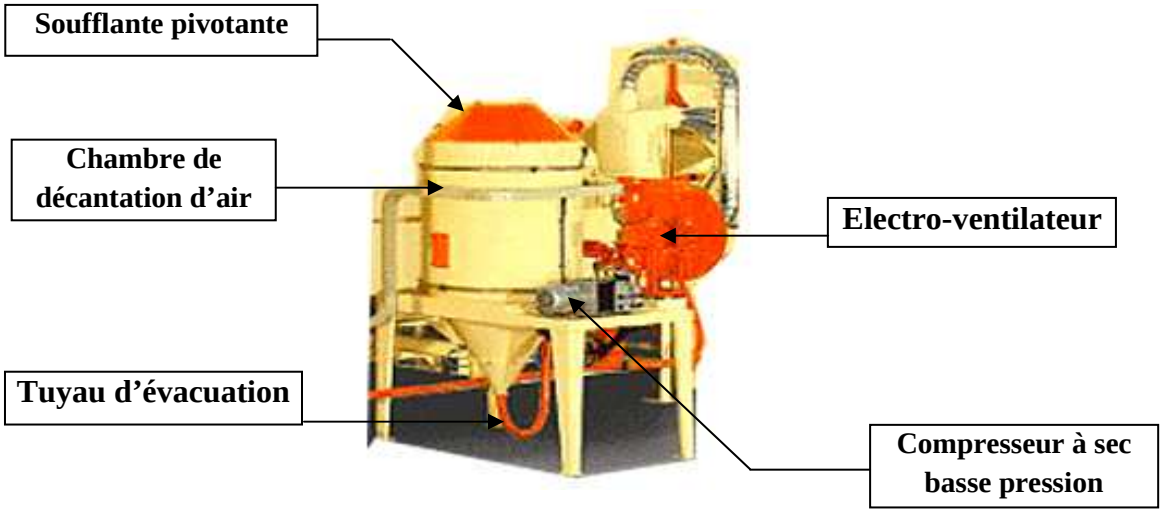


Fig.18 : Groupe filtre.

L'air poussiéreux entre tangentiellement par rapport au filtre circulaire. Les particules de poussières plus lourdes sont décantées par effet cyclonique et tombent dans la trémie en dessous. Les particules plus légères sont filtrées par les manchons filtrants tandis que l'air dépuré sort de la partie supérieure. La soufflante pivotante maintient les manchons propres.

Le groupe filtre regroupe l'ensemble des éléments suivants :

- Manchons filtrants.
- Unité de contrôle électronique.
- Compresseur à sec basse pression.
- Soufflante pivotante.
- Eectro-ventilateur.
- Electrovanne.

➢ **Electrovanne :**

Une électrovanne ou électrovalve est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit par une commande électrique 24V.

Fig.19 : Electrovanne.

- **Éléctro - ventilateur :**

Utiliser pour l'aspiration de l'air propre et poussiéreux le transportant directement à l'extérieur du bâtiment, il permet de réduire au minimum la dispersion des poussières dans l'ambiance de travail.

Fig.20 : Éléctro – ventilateur.

2) Rôle :

Le rôle du groupe filtre est de décanter l'air récolté des différents tarares de l'épierreuse ainsi que celle du tamis de ces particules poussiéreuses.

3) Partie opérative :

Elle regroupe les moteurs :

- Du compresseur à basse pression.
- Du ventilateur moulin à marteaux.
- Du Réducteur filtre nettoyage.
- De l'électro-ventilateur.

Ajoutant à cela l'électrovanne de la soufflante pivotante ayant un rôle de cracheur qui permet de nettoyer le filtre.

I.1.11 Broyeur à marteaux avec ventilateur centrifuge :

- Il broie les déchets provenant du nettoyage et les transporte directement à l'extérieur du bâtiment. Ce système réduit au minimum la dispersion des poussières dans l'ambiance de travail.

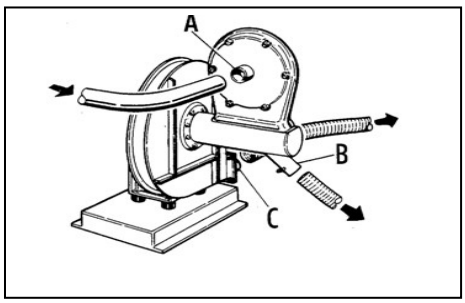


Fig.21 : Broyeur à marteaux

I.1.12 Panneau compte-litre mouilleur :

Il dose la quantité d'eau qui entre dans le mouilleur, il comprend :

- Clapet à ouverture proportionnelle à contrôle électronique.
- Electrovanne de secours.

- Hexamètre.
- Réducteur de pression.

I.1.13 Le mouilleur :

Il permet de mouiller uniformément les céréales. A l'interne est installé un mélangeur-transporteur intensif qui permet de mélanger les céréales durant le mouillage.

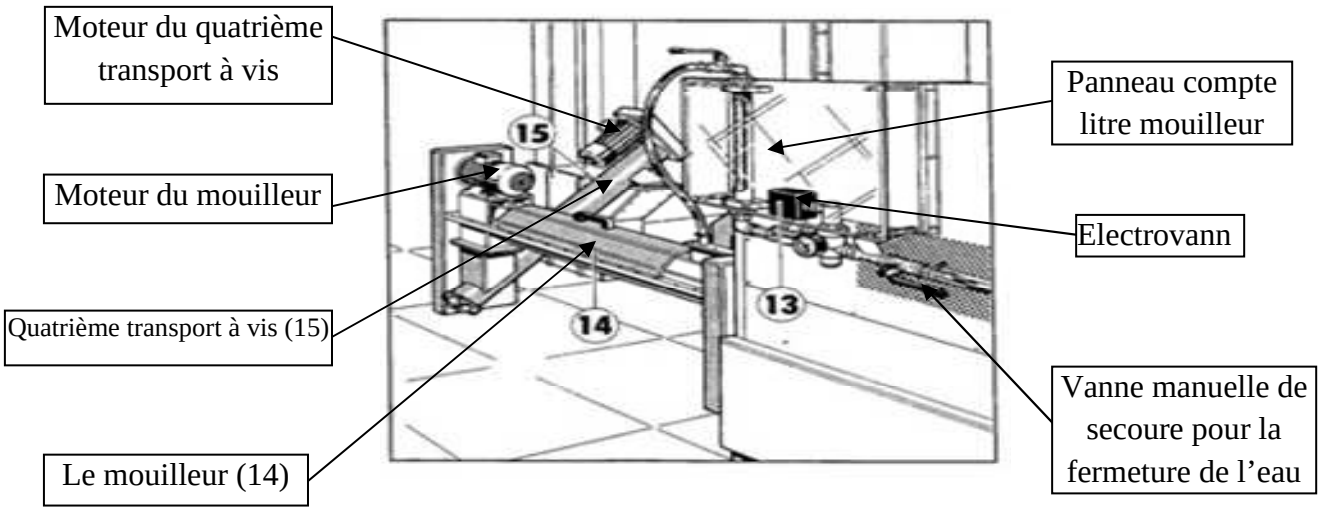


Fig.22 : Mouilleur. .

I.1.14 Quatrième transport à vis :

Il recueille les grains à la sortie du mouilleur et le porte à l'élévateur à godets pour l'alimentation des cuves de repos.

Remarque :

Les parties opératives des convoyeurs à vis ainsi que des machines qui constituent le groupe nettoyage et mouilleur, sont formées de moteurs asynchrones triphasés dont la puissance diffère selon la tache à accomplir.

I.1.15 Tableau de commande groupe nettoyage :

Il est fixé sur un coté des cuves de repos. Il gère automatiquement toutes les phases du groupe nettoyage. Il es composé de :

- Panneau opérateur.
- Bouton d'urgence.
- Bouton de commande marche /arrêt et réinitialisation.
- Sélecteur de commande.
- Voyants.

II.1 Elévateur à godets et cuves de repos :

Le blé, propre et humidifié, est déchargé automatiquement dans des cuves de repos grâce à un élévateur à godets. Un bras de déchargement pivotant appelé (girafe) permet de remplir en succession chaque chambre.

II.1.1 Elévateur à godets :

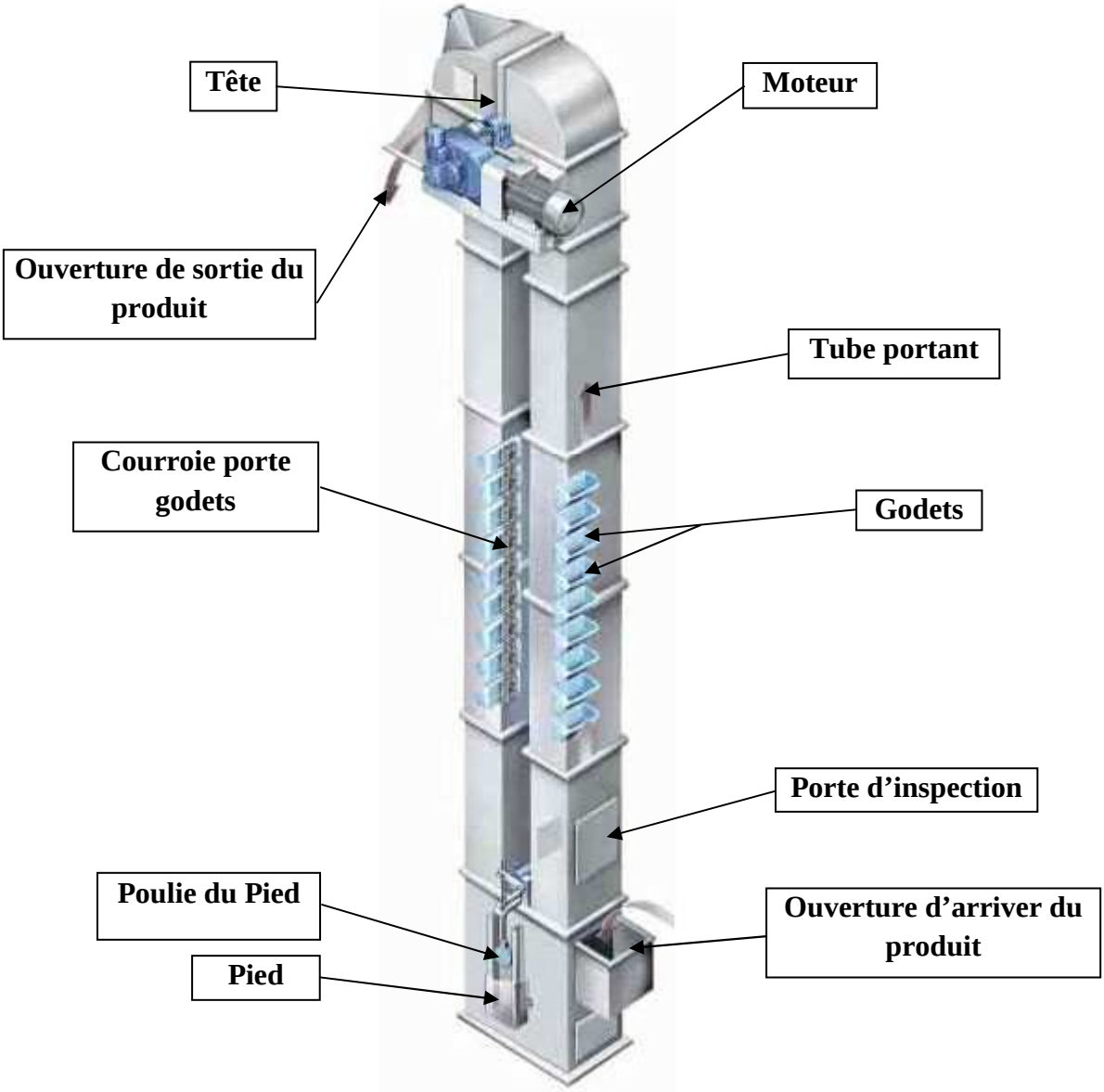


Fig.23 : Elévateur à godets.

Le fonctionnement d'un convoyeur à godets est caractérisé par le chargement et le déchargement de la matière.

- La prise de la matière se fait à la partie basse .Par écoulement continu et chute directe dans les godets du brin montant.

- La jetée ou sortie de la matière du godet a lieu à la partie supérieure. Lorsque le godet tourne sur le tambour supérieur la matière glisse à l'extérieur avec une vitesse suffisante sous l'influence de la force centrifuge et de son poids. Elle se trouve projetée vers la goulotte de déchargement.

Le convoyeur à godets comprend :

- **Pied :** Ayant une ouverture pour la réception du produit ainsi q'un support pour l'encrage au dallage.

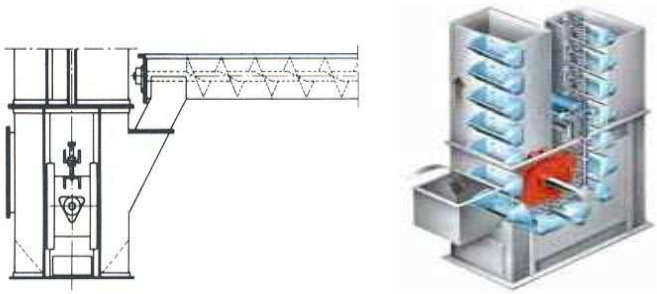


Fig.24 : Pied de l'élévateur.

- **Viroles :** en tôle pliée sous pression, équipées de portes d'inspection
- **Tête :** Munie de portes d'inspection installées sur les côtés du déchargement. Le couvercle de la tête est constitué de deux parties pour faciliter les opérations d'entretiens

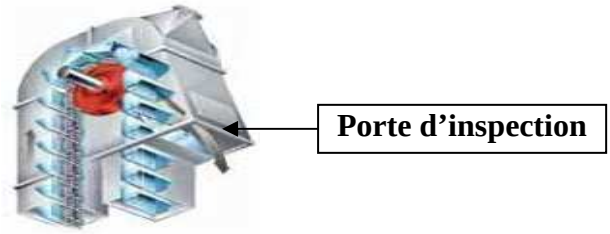


Fig.25 : Tête de l'élévateur.

- **Dispositif de commande :** Il comprend un réducteur pendulaire avec anti retour incorporé, moteur électrique à quatre pôles de forme B3, alimenté avec 220/380volts, 50Hz et une transmission à courroies opportunément dimensionnée.
- **Godets :** Interchangeables et fixés au ruban grâce à des boulons
- **Ruban transporteur :** Il est en PVC avec allongement limité, abondamment dimensionné par rapport à la charge du travail.

- **Distributeur pivotant motorisé :** Permet de charger la cuve sélectionné, il comprend :
  - ✓ **Support pivotant :** Comme on dispose de quatre cuves de repos le support a quatre positions de stationnement.
  - ✓ **Fins de courses :** Qui ne sont autres que de capteurs de position.
  - ✓ **Sonde électrique :** Pour enregistrer le niveau maximum de chargement.

II.1.2 Cuves de repos :

Composées de quatre silos d'une capacité de 19 m^3chacune.

- **Sondes de niveau capacitives :** Enregistre le niveau minimum de blé à l'interne des cuves de repos et permettent de bloquer le transport à vis dés que la cuve s'est vidée et cela en envoyant un signal à l'automate.
- **Doseurs volumétriques :** Ils extraient le blé des cuves de repos en mesurant le débit. Ils sont de la même technologie que celui de la trémie.

II.1.3 Transport à vis pour le deuxième mouillage :

Transporte le blé, prêt à être mouillé une deuxième fois, des cuves de repos à la zone de déchargement du tamis (le deuxième passage dans le tamis est exclu).

Conclusion :

Devant la complexité du système et les techniques utilisées, l'étude de la station nous a permis de bien comprendre et d'assimiler au mieux le fonctionnement et la succession des étapes, qui forment le processus de nettoyage du blé avant sa mouture. Et cela afin d'élaborer une modélisation plus précise de ce fonctionnement et qui sera l'objet de notre deuxième chapitre.

Chapitre II

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT DE LA STATION

Introduction :

A l'arriver du camion un échantillon du chargement est prélevé afin d'être analysé. On cherche, par cette opération, à évaluer la qualité du blé par la détermination de certaines caractéristiques telles que la teneur en eau, le taux d'impuretés, le poids spécifique (PS) ou la teneur en protéines. La cargaison sera déchargée dans le cas où le blé livré correspond aux engagements figurant au cahier des charges. Si tel est le cas, la mise en silos pourra s'effectuer ainsi que le nettoyage des grains. La mise en silos crée un important dégagement de poussière.

Celle-ci est aspirée et éliminée à l'aide d'appareils tels que le tarare. C'est la première phase de nettoyage du blé. Puis, différentes machines dont (le tamis nettoyeur, l'épierreuse, la brosse à blé….etc.) vont retirer toute la poussière, les débris de roches, de graines, de paille ainsi que de métaux ferreux qui peuvent encore s'y trouver. Il ne reste, une fois ces opérations terminées, plus qu'à mouiller les grains de blé afin de faciliter le retrait du son, enveloppe qui protège l'amande, principal élément servant à la fabrication de la farine. Pour cela, on fait monter le taux d'humidité des grains à 15% environ.

L'opération à proprement dite de transformation des grains de blé en farine se nomme **la mouture.** On utilise pour arriver au produit final la partie appelée "amande" du grain en la réduisant en poudre.

I. Le processus de transformation du blé :

I.1 Le cycle de fabrication :

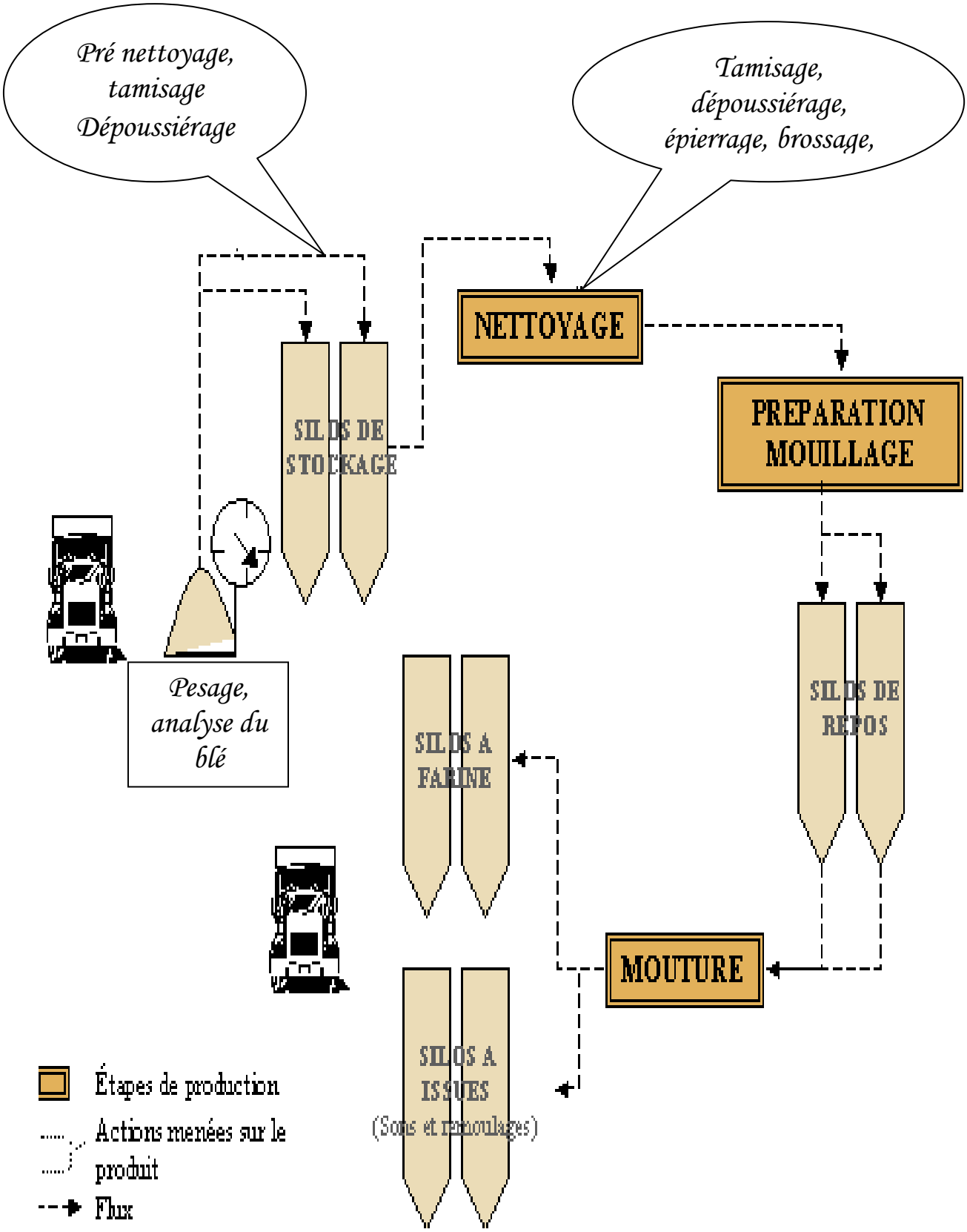


Fig.26 : Le cycle de fabrication.

II. Description du fonctionnement de la station :

Le nettoyage du blé s'effectue en deux phases :

- Premier nettoyage (ou premier mouillage).
- Deuxième nettoyage (ou deuxième mouillage).

II.1 Le premier nettoyage (premier mouillage) :

A son arrivé le blé est stocké dans deux silos de grande capacité sis à l'extérieur de l'espace du travail chaque un d'eux est équipé d'une sonde de niveau (niveau bas), qui permet d'indiquer la présence du blé. On note :

- **SND_{S1}** La sonde du silo numéro'**1'**.
- **SND_{S2}** La sonde du silo numéro'**2'**.

L'opérateur peut grâce à un interrupteur à trois positions noté **INT_P** sélectionner le premier nettoyage ou le second a partir de la position d'arrêt.

Si le premier nettoyage est sélectionné et cela en positionnant l'interrupteur **INT_P** en première position **(INT_P =1)**, le blé sera acheminé à l'intérieur vers la trémie d'alimentation soit :

- Depuis le silo numéro'**1**'grâce à un transport à vis traîné par le moteur noté (**M50**).
- Ou bien du silo numéro'**2**'grâce à un transport à vis traîné par le moteur noté (**M51**).

La trémie d'alimentation est équipée de deux capteurs de niveau nommés :

- **CAP_hT** (Capteur de niveau haut trémie) qui informe si la trémie est pleine, pour permettre l'arrêt du moteur qui l'alimente.
- **CAP_bT (**Capteur de niveau bas trémie) qui informe si le blé dans la trémie a atteint son niveau bas, condition qui permet le démarrage du moteur qui l'alimente.

La trémie est aussi équipée d'une sonde de niveau située en bas qu'on note **$SND_{T.}$** Elle permet l'arrêt du moteur extracteur du blé de la trémie noté (**M47)** dès que celle-ci se vide.

Le blé extrait de la trémie est acheminé vers le bloc nettoyage et mouilleur par deux convoyeurs à vis :

- Transport vertical traîné par un moteur noté **(M43).**
- Transport horizontal traîné par un moteur noté **(M42).**

Le blé arrive en premier lieu au tamis nettoyeur équipé de deux motos vibrateur notés :

- **M40** pour le premier moteur vibreur.

- **M41** pour le deuxième moteur vibreur.

Ensuite le blé sera acheminé vers la brosse à blé équipée d'un moteur noté (**M39**).

De la brosse à blé les céréales sont acheminées vers l'épierreuse vibrante celle ci équipée de trois moteurs nommés :

- Epirreur 1, noté (**M36**), qui est un moto vibrateur.
- Epirreur 2, noté (**M37**), qui est un moto vibrateur.
- Ventilateur Epierreur noté (**M38**).

De l'épierreuse vibrante le blé passe au mouilleur celui-ci tourne grâce à un moteur noté : **M35**.

Le blé mouillé est ensuite chargé vers l'élévateur à godets par un convoyeur à vis appelé

- Vis de charge élévateur traînée par un moteur qu'on note **M34**.

L'élévateur à godets est actionné grâce à un moteur place à son extrémité supérieure appelé :

- Moteur élévateur à godets noté (**M33**).

Le blé humidifié chargé par l'élévateur à godets sera transmis ensuite vers un convoyeur à vis appelé :

- Vis de déchargement élévateur traîné par un moteur qu'on notera (**M32**).

Grâce à un transport à vis le blé est déchargé dans les cuves de repos. Cette vis est appelée :

- Vis de charge cellules ou girafe traînée par un moteur noté (**M31**).

Cette vis de déchargement est aussi équipée d'une sonde qui permet de détecter le niveau maximum du blé dans la cuve sélectionnée pour éviter d'éventuels débordements et qu'on notera (**SND_C**). Elle tourne horizontalement grâce à un moteur noté (**M26**) et peut prendre quatre positions selon la cuve sélectionnée pour le déchargement. Ces positions sont indiquées par quatre capteurs de position notés (**CAP_P**).

Les cuves de repos destinées à accueillir le blé du premier nettoyage sont numérotées comme suite :

- Cuve numéro **1**, équipée d'une sonde de niveau bas placée au niveau du moteur extracteur (**SND_{C1}**).
- Cuve numéro **2**, équipée d'une sonde de niveau bas placée au niveau du moteur extracteur (**SND_{C2}**).

II.2 Processus de marche de la station (premier nettoyage) :

Le processus de marche de la station se fait en cinq étapes :

- **Première étape :** Vérification des cuves de déchargement avant démarrage des moteurs.

1) **Sélection du premier nettoyage :** L'opérateur sélectionne le programme premier nettoyage en mettant l'interrupteur $\mathbf{INT_{P1}}$ en position '**1**'($\mathbf{INT_{P1}=1}$),
2) **Sélection de la cuve vers laquelle se fera le déchargement :** Le déchargement du blé après nettoyage se fera soit vers :

- La cuve '**1**' par appui sur le bouton sélection cuve'**1**' (représenté par la condition, $\mathbf{BS_{C1}=1}$)

Ou

- La cuve'**2**', en appuyant sur le bouton sélection cuve'**2**' (représenté par la condition, $\mathbf{BS_{C2}=1}$).

Remarque :

Les deux boutons ne doivent pas être sélectionnés en même temps.

3) **Positionnement de la girafe (ou vis chargement des cuves) :** La girafe sera positionnée à la cuve sélectionnée pour le déchargement ; la vérification de ce positionnement s'effectue comme suit :

- **Cas où cuve '1' est sélectionnée** : Dans ce cas le capteur de position propre à la cuve'**1**' sera vérifié (note $\mathbf{CAP_{P1}}$).

➢ **Si**

Le capteur est activé ($\mathbf{CAP_{P1}=1}$), c'est-à-dire la girafe est à la bonne position,

Alors :

Passage à la vérification de la sonde de la girafe**.**

➢ **Sinon si**

Le capteur n'est pas activé, ($\mathbf{CAP_{P1}\neq 1}$), c'est-à-dire la girafe n'est pas à la bonne position

Alors :

Démarrage du moteur **M26,** qui positionnera la girafe à la position souhaitée, pour s'arrêter ensuite. La condition d'arrêt du **M26** est réalisé par l'activation du capteur de position de la cuve sélectionnée (condition représenter par $\mathbf{CAP_{P1}=1}$).

- **Cas ou cuve'2' est sélectionnée** : Dans ce cas le capteur de position propre à la cuve**'2'** sera vérifié (noté **CAP_{P2}**).
  - **Si**

    Le capteur est activé (**CAP_{P2}=1**), c'est-à-dire la girafe est à la bonne position,

    Alors

    Passage à la vérification de la sonde de la girafe**.**
  - **Sinon si**

    Le capteur n'est pas activé, (**CAP_{P2}≠1**), c'est-à-dire la girafe n'est pas à la bonne position.

    Alors :

    Démarrage du moteur **M26,** qui positionnera la girafe à la position souhaitée, pour s'arrêter ensuite. La condition d'arrêt du M26 est réalisé par l'activation du capteur de position de la cuve sélectionnée (condition représenter par **CAP_{P2}=1**).

4) Vérification de la sonde de la girafe : La sonde de la girafe (note **SND_C**) sera vérifiée comme suite :

- **Si**

  La (**SND_C=1**) cuve pleine.

  Alors :

  Affichage « cuve sélectionnée pleine ».

Remarque :

L'opérateur doit sélectionner l'autre cuve pour le déchargement du blé et la même procédure de vérification sera exécutée pour la seconde cuve.

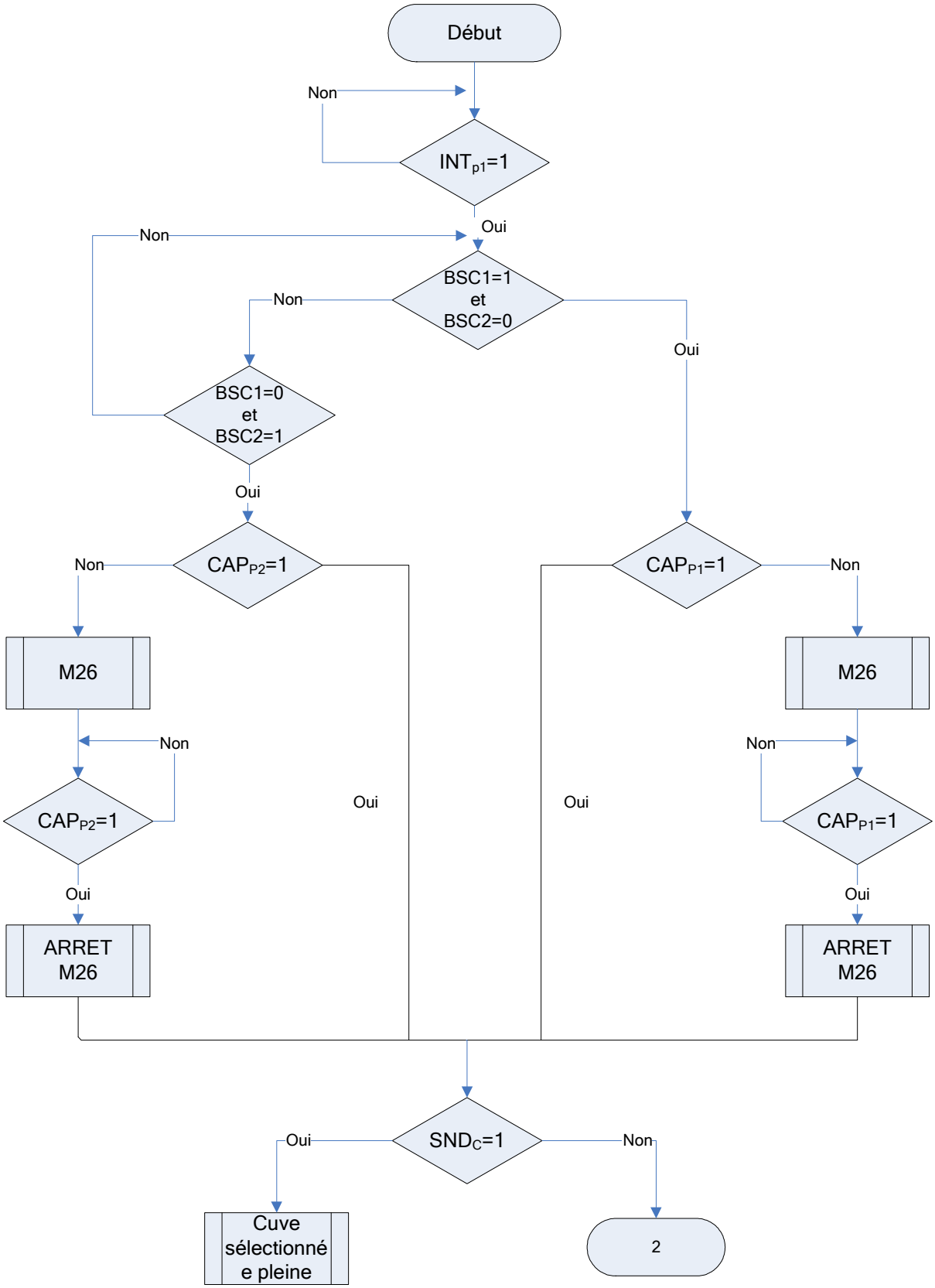
- **Sinon si**

  La condition (**SND_C≠1**) cuve non pleine,

  Alors :

  Passe à la deuxième étape (Vérification de la trémie et les silos extérieurs).

La première étape (Vérification des cuves de déchargement avant démarrage des moteurs.), est représentée par l'organigramme suivant :



Organigramme de Vérification des cuves de déchargement avant démarrage des moteurs(1er nettoyage).

Deuxième étape : Vérification de la trémie et les silos extérieurs :

Cette étape consiste à vérifier le niveau du blé dans la trémie, ainsi que dans les silos extérieurs avant le démarrage des moteurs.

1) **Vérification du niveau de blé dans la trémie :** Cette vérification se base sur la vérification de capteur niveau bas de la trémie (note **CAP_BT**).

- **Si**

  (**CAP_BT =1**) présence de blé dans la trémie.

  Alors :

  Passage à la 3eme étape (Démarrage des moteurs).

- **Sinon si**

  La condition (**$CAP_BT \neq 1$**) manque de blé dans la trémie.

  Alors :

  La trémie sera alimentée depuis les silos d'approvisionnements.

2) **Vérification de la sonde du silo'1' :** (noté **SND_{S1}**)

- **Si**

  La sonde silo'**1**' (**SND_{S1}=1),** ce qui veut dire présence de blé dans le silo'**1'.**

  Alors :

  La trémie sera alimentée depuis ce silo grâce au moteur noté **(M50)** qui traîne la vis d'alimentation trémie .Le moteur **M50** sera arrêté si l'une de ces deux conditions est vérifiée

  - (**SND_{S1}=0**) silo'**1'** vide.
  - (**CAP_HT=1**) trémie pleine.

Remarque :

- **Si**

  Au cours de l'approvisionnement de la trémie depuis le silo '**1**'ce dernier se vide.

  Alors :

  Passage à la Vérification de la sonde du silo'2'

- **Sinon si**

  $SND_{S1} \neq 1$ silo'**1**'vide

  Alors :

  Passage à la vérification de la sonde du silo'**2'.**

3) Vérification de la sonde du silo'2' : (noté $\mathbf{SND_{S2}}$)

- **Si**

  La condition ($\mathbf{SND_{S1}\neq 1}$) silo'**2**'vide.

  Alors :

  Affichage silo d'approvisionnements vide.

- **Sinon si**

  La condition ($\mathbf{SND_{S2}=1}$), silo'**2**' non vide.

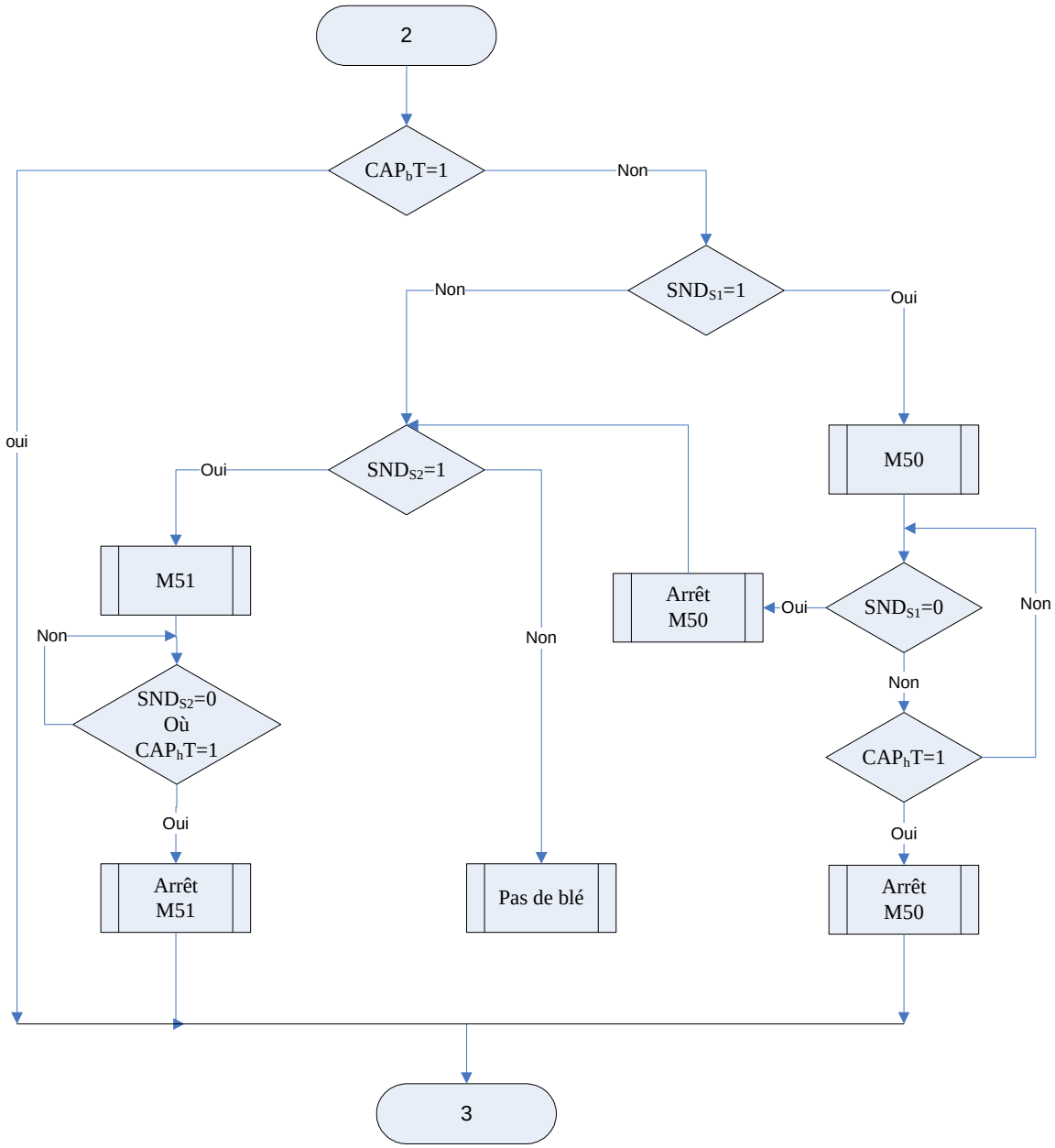
  Alors

  La trémie sera approvisionnée depuis ce silo, et cela grâce à une autre vis traînée par le moteur **M51.** La vérification de l'une de ces conditions arrêtera le moteur M51

  - ($\mathbf{SND_{S1}=0}$) Silo'**2**' vide.
  - ($\mathbf{CAP_HT=1}$) trémie pleine.

L'organigramme de la deuxième étape : (Vérification de la trémie et les silos extérieurs.).

Est représenté comme suite.



Organigramme de Vérification de la trémie et les silos extérieurs (1er nettoyage).

- **Troisième étape :** Démarrage des moteurs.

Les moteurs démarrent progressivement l'un après l'autre et cela en faisant un cycle inverse au parcours du blé, c'est-à-dire que c'est le moteur de la girafe **(M31)** qui va démarrer en premier suivie du moteur de chargement de l'élévateur à godets (**M32**), puis du moteur qui actionne l'élévateur (**M33**) et ainsi de suite jusqu'au moteur **(M47)** qui représente l'extracteur de la trémie**.** Cela pour débarrasser le circuit des déchets du dernier nettoyage ainsi que du blé restant dans les convoyeurs à vis ou dans les machines et de permettre de détecter les failles avant l'acheminement du blé.

Le cycle de démarrage des moteurs est résumé comme suite :

1. Démarrage du moteur de la vis de chargement des cellules ou girafe (**M31**).
2. Démarrage du moteur de la vis de déchargement élévateur (**M32**).
3. Démarrage du moteur élévateur à godets (**M33**).
4. Démarrage du moteur de la vis de chargement de l'élévateur à godets (**M34**).
5. Démarrage du moteur du mouilleur (**M35**).
6. Démarrage des moteurs de l'épierreuse vibrante

- Premier épirreur (**M36**), (moto vibrateur).
- Deuxième épirreur (**M37**), (moto vibrateur).
- Ventilateur Epirreur (**M38**).

7. Démarrage des moteurs du groupe filtre qui comprend

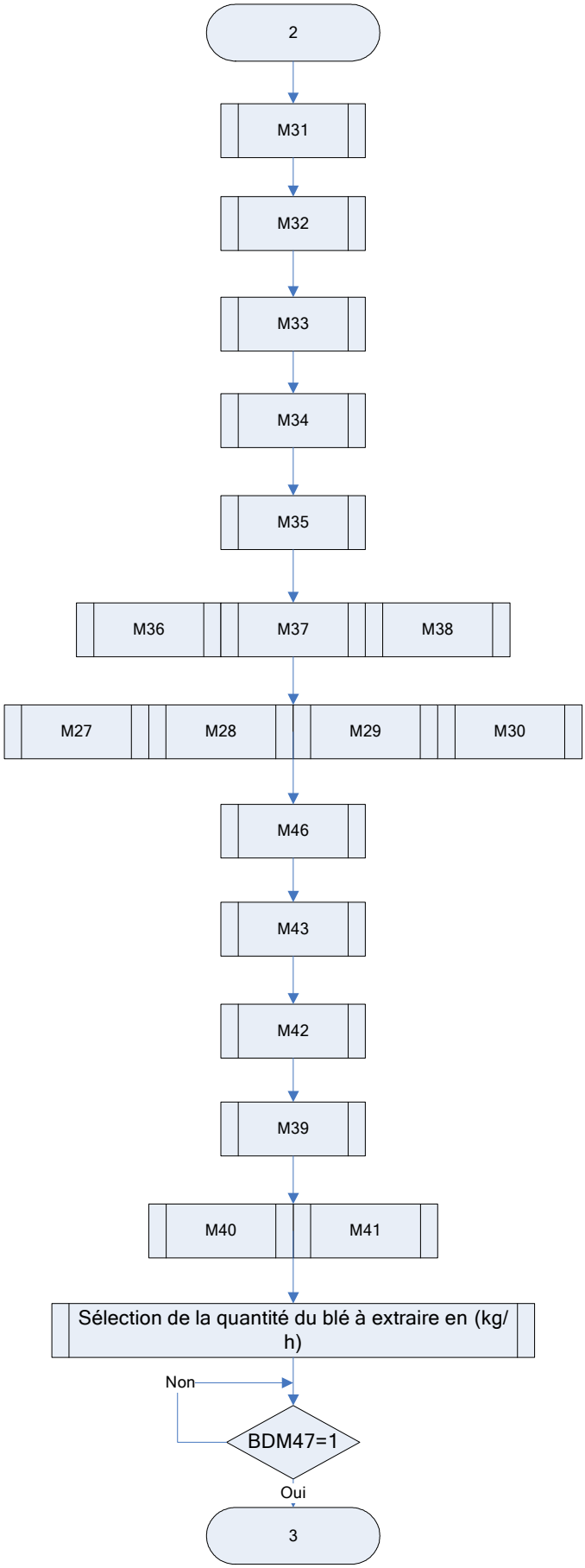
- Moteur du ventilateur moulin à marteau (**M27**).
- Moteur réducteur (**M28**).
- Compresseur à basse pression **(M29**)
- Moteur du ventilateur filtre (**M30)**

8. Démarrage du moteur broyeur à marteau **(M46)**
9. Démarrage du moteur du transport à vis vertical (**M43**).
10. Démarrage du moteur du transport à vis horizontal (**M42**).
11. Démarrage du moteur de la brosse à blé (**M39**).
12. Démarrage des deux motos vibrateurs du tamis nettoyeur

- Vibrateur tamis 1 (**M40**).
- Vibrateur tamis 2 (**M41**).

13. Après démarrage de ces moteurs, l'opérateur doit sélectionner la quantité du blé à extraire de la trémie en (kg/h).
14. Activation du bouton démarrage de la vis d'extraction trémie (**BDM47**).
15. Démarrage doseur volumétrique de la trémie (moteur **M47**).

L'organigramme de démarrage des moteurs est le suivant :



Organigramme de démarrage des moteurs (1er nettoyage)

- **Quatrième étape :** Vérification des cuves de déchargement et de la trémie d'alimentation après démarrages des moteurs.

Cette étape consiste à vérifier :

- le niveau du blé dans la cuve sélectionnée pour le déchargement du blé après le premier nettoyage et cela afin d'éviter d'éventuels débordements dans celle-ci.
- en plus vérifier la trémie d'alimentation qui permet l'approvisionnement en blé afin qu'elle ne se vide pas.
- ou d'arrêter le système en cas de consommation totale du produit (blé) dans les silos de stockage.

1) Vérification de sonde de la girafe (SND_C) :

- **Si**

  La condition (**$SND_C \neq 1$**) cuve non pleine.

  Alors :

  Passage à la vérification du niveau du blé dans la trémie**.**

- **Sinon si**

  La condition (**$SND_C = 1$**) cuve pleine**.**

  Alors :

  Arrêt du système (ou passage à la cinquième étape).

2) Vérification du niveau de blé dans la trémie :

Cette vérification consiste à vérifier le capteur niveau bas **CAP_BT** de la trémie.

- **Si**

  La condition (**$CAP_BT = 1$**) présence de blé dans la trémie.

  Alors :

  Refaire les deux premières vérifications.

- **Sinon si**

  La condition (**$CAP_BT \neq 1$**) manque de blé dans la trémie.

  Alors :

  La trémie sera alimentée depuis les silos d'approvisionnements.

3) Vérification de la sonde (SND_{S1}) du silo'1' :

- **Si**

  La condition (**$SND_{S1}=1$**) **;** ce qui veut dire présence de blé dans le silo'**1'.**

  Alors :

  La trémie sera alimentée depuis ce silo grâce au moteur noté **(M50)** qui traîne la vis d'alimentation trémie. Le moteur **M50** sera arrêté si l'une de ces conditions est vérifiée :

- Silo'**1**'vide (**SND_{S1}=0**).
- Ou trémie pleine (**CAP_HT=1**).
- Ou cuve de déchargement pleine (**SND_C=1**).

Remarque :

Si au cours de l'approvisionnement de la trémie depuis le silo'**1**', ce dernier se vide alors Passage à la vérification de la sonde du silo'**2**'.

- **Sinon si**

  SND_{S1}≠1 silo'**1**' vide.

  Alors :

  Passage à la vérification de la sonde du silo'**2'.**

4) Vérification de la sonde (SND_{S2}) du silo2 :

- **Si**

  $SND_{S\,2}$≠1 silo'**2**'vide.

  Alors :

  Le système sera arrête si l'une de ces deux condition est vérifiées :

  - **SND_T =0** trémie vide.
  - **SND_C=1** cuve pleine.

  Et ensuite passage à cinquième étape (**:** Arrêt total du système).

- **Sinon si**

  SND_{S2}=1, silo2 non vide.

  Alors :

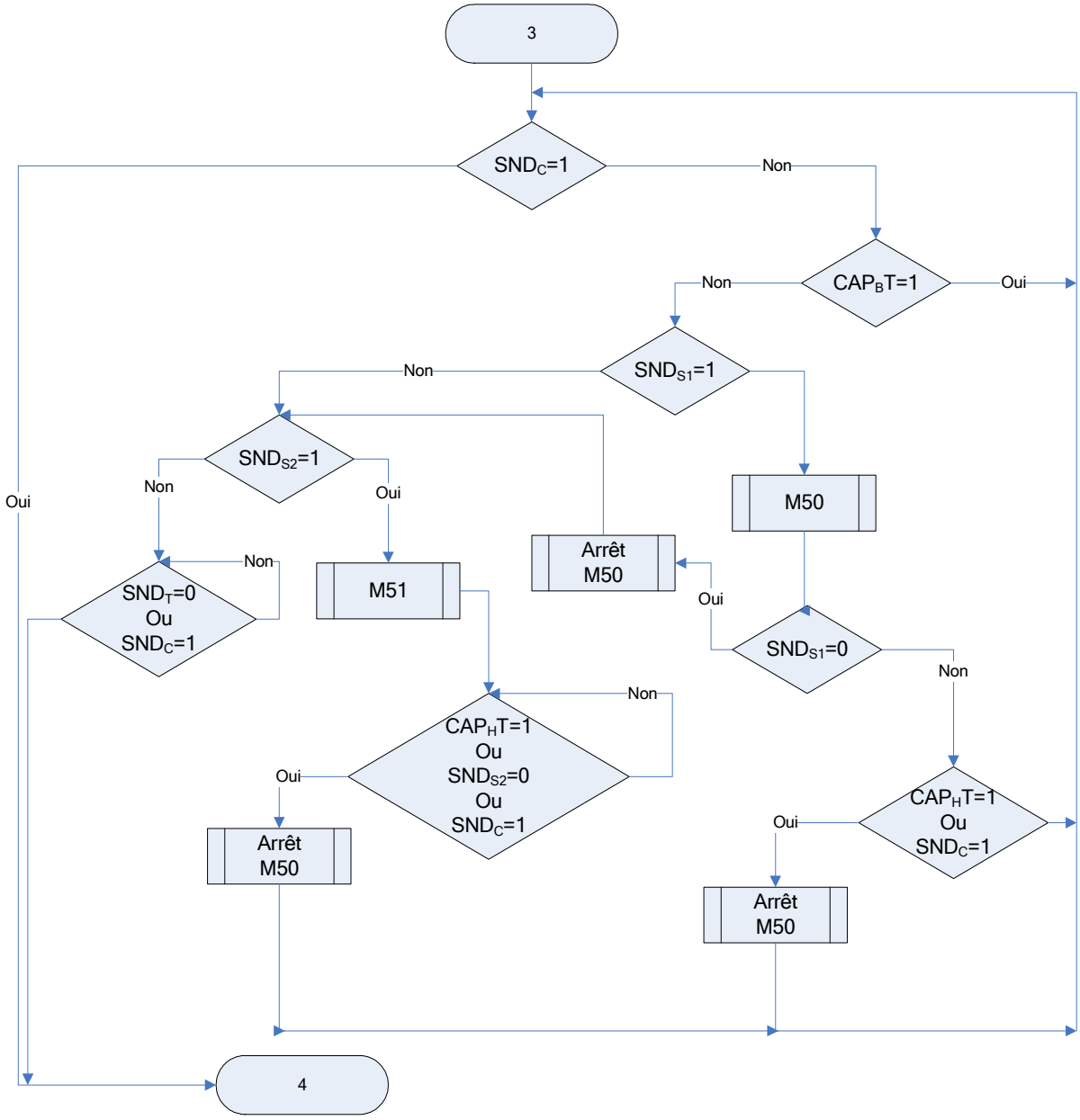
  La trémie sera approvisionnée depuis ce silo grâce à vis traînée par le moteur **M51.** L'arrêt du moteur **M51** est entraîné par la vérification d'au moins d'une de ces conditions :

  - **SND_{S1}=0** Silo'**2**' vide.
  - **CAP_HT=1** trémie pleine.
  - **SND_C=1** cuve de déchargement pleine.

Remarque :

Au cours de l'approvisionnement de la trémie si la condition cuve pleine (noté **SND_C=1**), est vérifiée le système passe à la cinquième étape directement.

L'organigramme de la quatrième étape (Vérification des cuves de déchargement et de la trémie d'alimentation après démarrages des moteurs).est donné comme suit :



Organigramme de Vérification des cuves de déchargement et de la trémie d'alimentation après démarrages des moteurs(1er nettoyage)

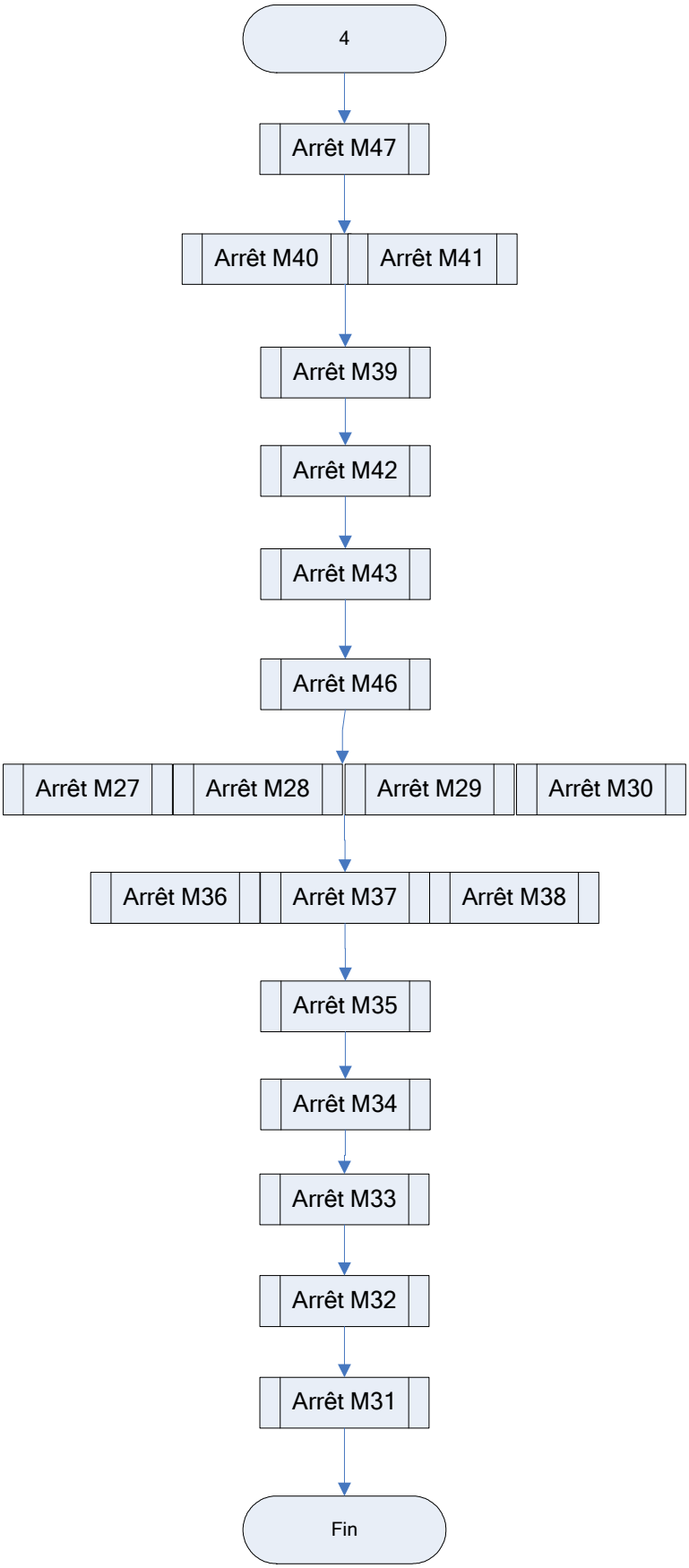
- **cinquième étape :** Arrêt total du système.

L'arrêt total du système ce fait après vérification des conditions de la quatrième étape, et le cycle d'arrêt des moteurs ce fera à l'inverse du cycle de leurs démarrage c'est-à-dire que c'est le moteur qui démarre en dernier qui s'arrêtera en premier.

Donc le cycle d'arrêt du système se réalisera de la manière suivante :

1. Arrêt du moteur de la vis d'extraction trémie (moteur **M47**).
2. Arrêt des moteurs du tamis
   - Vibrateur tamis 1 (**M40**).
   - Vibrateur tamis 2 (**M41**).
3. Arrêt du moteur de la brosse à blé nettoyage (**M39**).
4. Arrêt du moteur du transport horizontal (**M42**).
5. Arrêt du moteur du transport vertical (**M43**).
6. Arrêt du moteur du broyeur à marteau **(M46)**
7. Arrêt des moteurs du groupe filtre qui comprend :
   - ventilateur moulin à marteaux (**M27**).
   - Moto réducteur filtre nettoyage (**M28**).
   - Compresseur à basse pression **(M29**)
   - Moteur du ventilateur filtre nettoyage (**M30)**
8. Arrêt des moteurs de l'épierreuse vibrante
   - Epierreur 1 (**M36**), (moto vibrateur).
   - Epierreur 2 (**M37**), (moto vibrateur).
   - Ventilateur Epierreur (**M38**).
9. Arrêt du moteur du Mouilleur (**M35**).
10. Arrêt du moteur de la vis de chargement de l'élévateur à godets (**M34**).
11. Arrêt du moteur de l'élévateur à godets (**M33**).
12. Arrêt du moteur de la vis de déchargement élévateur (**M32**).
13. Arrêt du moteur de la vis de chargement des cellules ou girafe (**M31**).

L'organigramme de l'arrêt total du système est représenté comme suite :



Organigramme de l'arrêt total du système (1er nettoyage)

II.3 Le deuxième nettoyage (Deuxième mouillage) :

Après le premier nettoyage le blé est entreposé dans les cuves de repos pour une durée de **12** heures, avant de subir un deuxième nettoyage.

Dans le deuxième nettoyage le blé sera extrait soit de la cuve de repos numéro'**1'** (cuve '**1'**) grâce à un moteur extracteur noté (**M48**) basé en bas de la cuve ou bien de la cuve de repos numéro'**2'** (cuve'**2'**) grâce à un autre moteur extracteur noté (**M49**).

Les cuves d'extractions sont sélectionnées par l'opérateur par des boutons de sélection notés $\mathbf{BS_{C1}}$: pour la sélection de la cuve'**1'** et $\mathbf{BS_{C2}}$: pour la sélection de la cuve'**2'**.

Ensuite l'opérateur doit sélectionner la cuve vers laquelle il désire décharger le blé après le deuxième nettoyage et comme on dispose de deux cuves donc, il a le choix de sélectionner soit la cuve numéro'**3'** (cuve'**3'**) ou bien la cuve numéro '**4'** (cuve'**4'**).

Après sélection de la cuve d'extraction et de déchargement.

Le blé sera acheminé directement vers la brosse à blé sans passer par le tamis nettoyeur. Donc le cycle du deuxième nettoyage se fera comme suite :

Le blé extrait de l'une des cuves du 1er repos est transporté à la brosse à blé qui fonctionne grâce au moteur noté (**M39**).

De la brosse à blé il sera acheminé vers l'épierreuse vibrante, équipée de trois moteurs

- Epirreur 1 (**M36**), (moto vibrateur).
- Epirreur 2 (**M37**), (moto vibrateur).
- Moteur du ventilateur Epierreur (**M38**).

De l'épierreuse vibrante le blé passe au mouilleur fonctionnant grâce au moteur noté (**M35**).

Ensuite il sera chargé vers l'élévateur à godets par un convoyeur à vis appelé :

- Vis de charge élévateur (traîne par un moteur noté (**M34**).

L'élévateur à godets fonctionne grâce à un moteur placé en haut nommé :

- Elévateur à godets qu'on note (**M33**).

De l'élévateur à godets le blé est déchargé ensuite vers un convoyeur à vis dit :

- Vis de déchargement élévateur qui est actionnée par un moteur noté (**M32**).

De cette vis le blé est décharge vers un autre convoyeur à vis dit :

- Vis de chargement des cellules ou girafe équipée d'un moteur noté (**M31**).

Le blé est en suite déchargé dans l'une des deux cuves sélectionnées pour le déchargement après le deuxième nettoyage.

- Cuve numéro'**3'**, détecte grâce au capteur de position noté ($\mathbf{CAP_{P3}}$).

- Cuve numéro'**4'**, détecte grâce au capteur de position noté (**CAP_{P4}**).

II.4 Processus de marche de la station (Deuxième nettoyage) :

Le processus de marche de la station lors du deuxième nettoyage est aussi divisé en étapes comme suite :

- **Première étape :** Vérification des cuves d'extraction du blé pour le deuxième nettoyage avant démarrage des moteurs.

1) **Sélection du deuxième nettoyage :** L'opérateur sélectionne le programme deuxième nettoyage en mettant l'interrupteur **INT_{P2}** en position '**2**' (**INT_{P2}=1**),
2) **Sélection de la cuve vers d'extraction du blé :**
   - Cuve'**1'**, en activant le bouton sélection cuve'**1**' (**BS_{C1} =1**).
   - Ou bien de la cuve'**2**', en activant le bouton sélection cuve'**2**' (**BS_{C2} =1**).

Remarque :

Les deux boutons de sélection des cuves ne doivent pas être activés au même temps.

- **Cas où la cuve'1' est sélectionnée :**

Dans ce cas la sonde de niveau (**SND_{C1}**) sera vérifie comme suite :

- **Si**

  SND_{C1} = 0.

  Alors :

  Affichage « cuve sélectionnée vide ».

- **Sinon si**

  $SND_{C1} \neq 0$(présence de blé dans la cuve '**1**').

  Alors :

  Passage à la deuxième étape(Vérification des cuves de déchargement du blé).

- **Cas où la cuve'2' est sélectionnée :**

Dans ce cas la sonde de niveau (**SND_{C2}**) sera vérifie de comme suite :

- **Si**

  SND_{C2} = 0.

  Alors :

  Affichage « cuve sélectionnée vide »

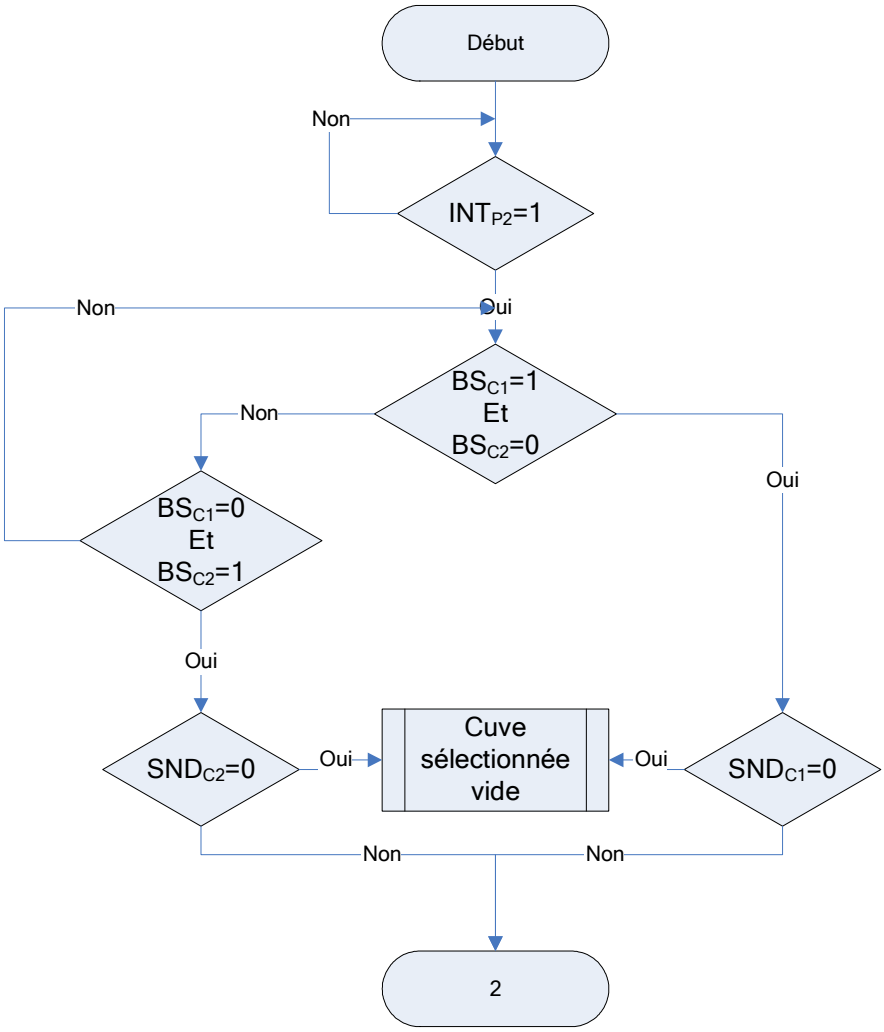
- **Sinon si**

  $SND_{C2} \neq 0$ (présence de blé dans la cuve **2**).

  Alors:

  Passage à la Vérification des cuves de déchargement du blé.

La première étape (Vérification des cuves d'extraction du blé pour le deuxième nettoyage avant démarrage des moteurs.)**,** est représentée par l'organigramme suivant :



Organigramme de Vérification des cuves d'extraction du blé pour le deuxième nettoyage avant démarrage des moteurs (2eme nettoyage)

- **Deuxième étape :** Vérification des cuves de déchargement du blé (deuxième nettoyage.

Cette étape se résume à la sélection et la vérification de la cuve de déchargement après le deuxième nettoyage. Pour cela une cuve de destination doit être désignée. Comme on dispose de deux cuves alors, l'opérateur peut sélectionnée soit la cuve '**3**'ou la cuve'**4**'.

1) **Sélection de la cuve vers laquelle se fera le déchargement :** Le déchargement du blé après nettoyage se fera Soit vers :

- La cuve '**3**' par appui sur le bouton sélection cuve '**3**' (représenté par la condition, $\mathbf{BS_{C3}=1}$)
- La cuve '**4**', en appuyant sur le bouton sélection cuve '**4**' (représenté par la condition, $\mathbf{BS_{C4}=1}$).

Remarque :

Les deux boutons ne doivent pas être sélectionnés au même temps.

2) **Positionnement de la girafe (ou vis chargement des cuves) :** La girafe sera positionnée à la cuve sélectionnée pour le déchargement ; la vérification de ce positionnement s'effectue comme suit :

- **Cas ou cuve'3' est sélectionnée :** Dans ce cas le capteur de position propre à la cuve'**3**' sera vérifié (note $\mathbf{CAP_{P3}}$).

  - **Si**

    Ce capteur est activé ($\mathbf{CAP_{P3}=1}$), c'est-à-dire la girafe est à la bonne position.

    Alors :

    Passage à la vérification de la sonde de la girafe**.**

  - **Sinon si**

    Le capteur n'est pas activé, ($\mathbf{CAP_{P3}\neq 1}$), c'est-à-dire la girafe n'est pas à la bonne position.

    Alors :

    Démarrage du moteur **M26,** qui positionnera la girafe à la position souhaitée, pour s'arrêter ensuite. La condition d'arrêt du **M26** est l'activation du capteur de position de la cuve sélectionnée (condition représenter par $\mathbf{CAP_{P3}=1}$).

- **Cas ou cuve'4' est sélectionnée :** Dans ce cas le capteur de position propre à la cuve'**4**' sera vérifier (noté $\mathbf{CAP_{P4}}$).

- **Si**

  Ce capteur est activé (**CAP_{P4}=1**), c'est-à-dire la girafe est à la bonne position.

  Alors :

  Passage à la vérification de la sonde de la girafe**.**

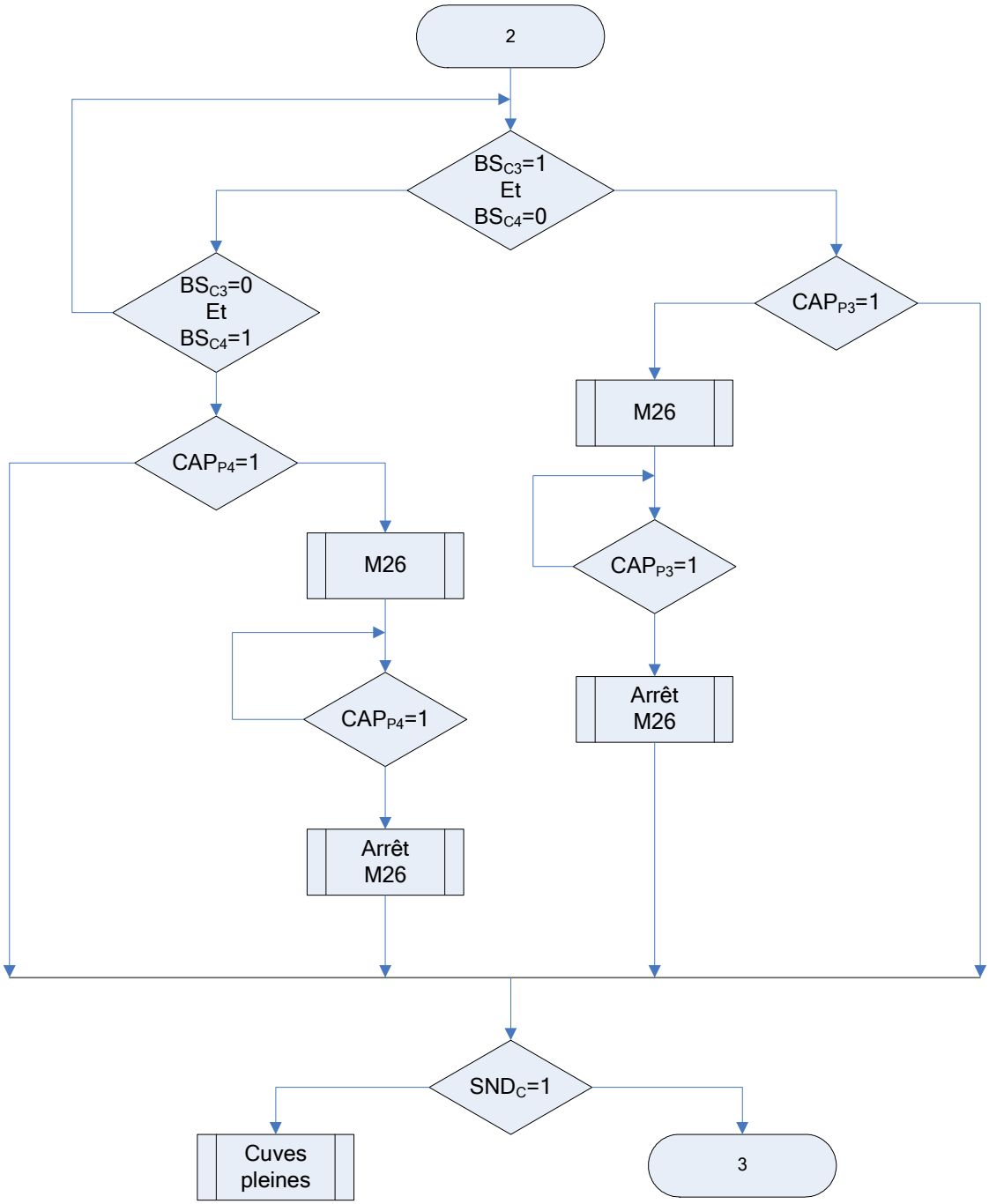
- **Sinon si**

  Le capteur n'est pas activé, (**CAP_{P4}≠1**), c'est-à-dire la girafe n'est pas à la bonne position.

  Alors :

  Démarrage du moteur **M26,** qui positionnera la girafe à la position souhaitée, pour s'arrêter ensuite. La condition d'arrêt du M26 est l'activation du capteur de position de la cuve sélectionnée (condition représenter par **CAP_{P4}=1**).

La deuxième étape (Vérification des cuves de déchargement du blé.), représentée par l'organigramme suivant :



Organigramme de Vérification des cuves de déchargement du blé(2ème nettoyage)

- **Troisième étape :** Démarrage des moteurs.

Le cycle de démarrage des moteurs pour le deuxième nettoyage se fait de la même manière que lors du premier, à l'exception que dans ce deuxième nettoyage les moteurs suivant seront à l'arrêt. (Les deux moteurs du tamis nettoyeur. le Vibrateur tamis 1 (**M40**), le Vibrateur tamis 2 (**M41**) et le doseur volumétrique de la trémie (**M47**)).

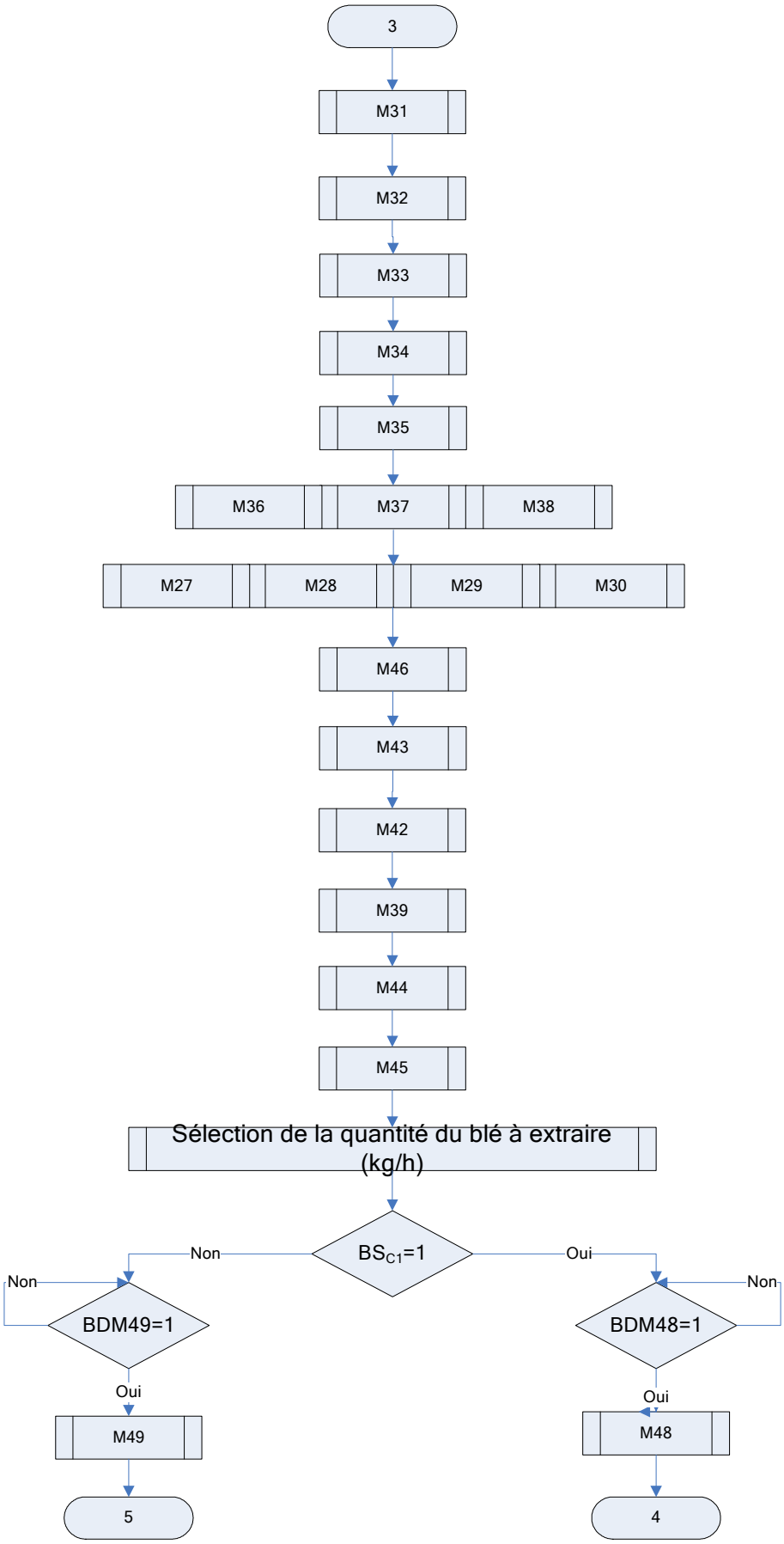
Donc le cycle se fait de la manière suivante :

1) Démarrage du moteur de la vis de chargement des cellules (**M31**).
2) Démarrage du Moteur de la vis de déchargement de l'élévateur à godets (**M32**).
3) Démarrage du Moteur de l'élévateur à godets (**M33**).
4) Démarrage du Moteur de la vis de chargement de l'élévateur à godets (**M34**).
5) Démarrage du Moteur du Mouilleur (**M35**).
6) Démarrage des moteurs de l'épierreuse vibrante
   - Epierreur 1 (**M36**), (moto vibrateur).
   - Epierreur 2 (**M37**), (moto vibrateur).
   - Ventilateur Epierreur (**M38**).
7) Démarrage des moteurs du groupe filtre qui comprend :
   - Le moteur ventilateur moulin à marteaux (**M27**).
   - Le moto réducteur filtre nettoyage (**M28**).
   - Le moteur du compresseur à basse pression **(M29**).
   - Le moteur ventilateur filtre nettoyage (**M30**).
8) Démarrage du moteur du broyeur à marteau (**M46)**
9) Démarrage du Moteur du transport à vis vertical (**M43**).
10) Démarrage du Moteur du transport à vis horizontal (**M42**).
11) Démarrage du Moteur de la brosse à blé (**M39**).
12) Démarrage du moteur du transport horizontal second nettoyage noté (**M44)**
13) Démarrage du moteur du transport vertical du second nettoyage **(M45)**

Après le démarrage des moteurs l'opérateur doit sélectionner la quantité de blé à extraire de la cuve sélectionnée.

14) Activation du bouton démarrage du doseur de la vis d'extraction soit :
   - bouton démarrage du doseur volumétrique cuve **1** (**BDM48**).
   - bouton démarrage du doseur volumétrique cuve **1** (**BDM49**).
16) Démarrage du doseur de la cuve sélectionnée (**M48)** pour la cuve **1** ou (**M49**) pour la cuve **2**.

Le cycle de démarrage des moteurs est représenté par l'organigramme suivant :



Organigramme de démarrage des moteurs (2ème nettoyage)

- **Quatrième étape :** Vérification des cuves après démarrage des moteurs.

Après démarrage des moteurs le processus de vérification des cuves de déchargement ainsi que les cuves d'extractions du blé se fait comme suit :

- **Cas où c'est la cuve '1' qui est sélectionnée pour l'extraction :**

La sonde de niveau (**SND_{C1}**) de la cuve d'extraction, ainsi que la sonde (**SND_C**) de la cuve de déchargement seront vérifiées simultanément :

- **Si**

  La **SND_{C1}= 0** (cuve d'extraction vide) ou **SND_C = 1** (cuve de déchargement pleine).

  Alors :

  Arrêt du moteur d'extraction (**M48**) avant l'arrêt total du système

- **Sinon si**

  SND_{C1}= 1 (présence de blé dans cuve d'extraction) ou **SND_C= 0** (cuve de déchargement pas encore pleine).

  Alors :

  Bouclage sur cette vérification.

- **Cas ou la cuve'2' est sélectionnée pour l'extraction :**

La sonde de niveau (**SND_{C2}**) de la cuve d'extraction, ainsi que la sonde (**SND_C**) de la cuve de déchargement seront vérifiées simultanément :

- **Si**

  La **SND_{C2}= 0**(cuve d'extraction vide) ou **SND_C = 1** (cuve de déchargement pleine).

  Alors :

  L'arrêt du moteur extracteur (**M49**) avant l'arrêt total du système.

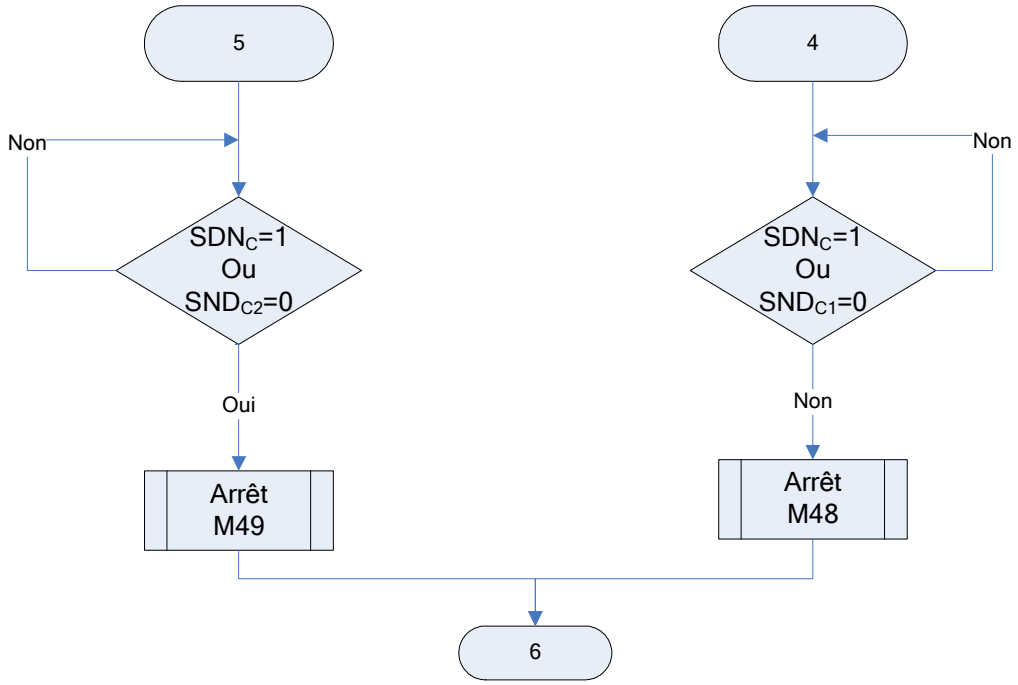
- **Sinon si**

  SND_{C2}= 1 (présence de blé dans cuve d'extraction) ou **SND_C= 0** (cuve de déchargement pas encore pleine).

  Alors :

  Bouclage sur cette vérification.

La quatrième étape **(**Vérification des cuves après démarrage des moteurs.), est représentée par l'organigramme suivant :



Organigramme de Vérification des cuves après démarrage des moteurs (2eme nettoyage)

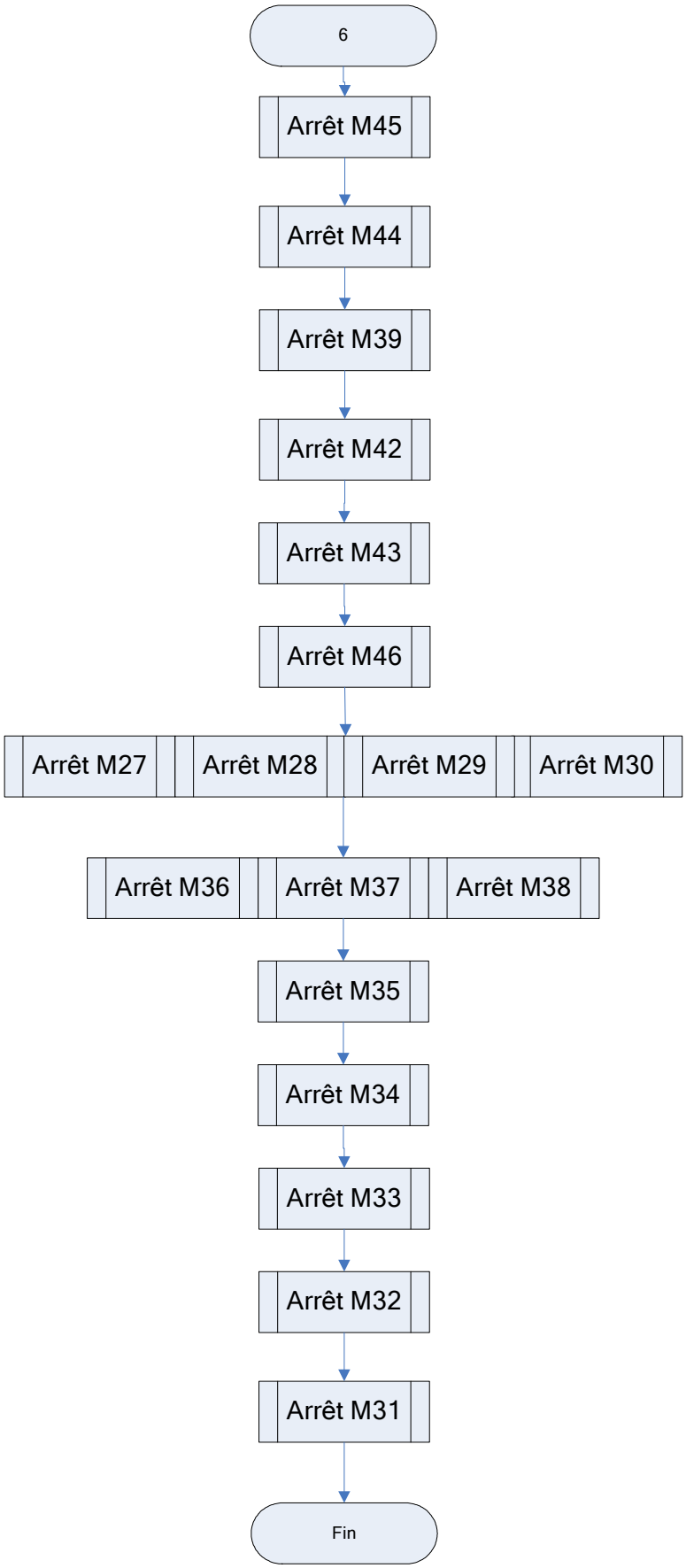
- **Cinquième étape** : Arrêt des moteurs.

Dans Cette étape il y a arrêt complet du système et cela, par un cycle inverse à celui du démarrage des moteurs lors de ce deuxième nettoyage à fin de libérer le circuit du reste de blé et des impuretés du précèdent nettoyage.

Cette cinquième étape se déroule comme suite :

1) Arrêt du moteur extracteur de la cuve sélectionnée (**M48** ou **M49**).
2) Arrêt du moteur du transport horizontal second nettoyage noté (**M44)**
3) Arrêt du moteur du transport vertical du second nettoyage **(M45)**
4) Arrêt du moteur de la brosse à blé (**M39**).
5) Arrêt du moteur transport horizontal (**M42**).
6) Arrêt du moteur transport vertical (**M43**)
7) Arrêt du moteur du broyeur à marteau (**M46)**.
8) Arrêt des moteurs du groupe filtre qui comprend :
   - Moteur du ventilateur moulin à marteaux (**M27**).
   - Moto réducteur filtre nettoyage (**M28**).
   - Moteur du compresseur à basse pression **(M29**)
   - Moteur du ventilateur filtre nettoyage (**M30**)
9) Arrêt des moteurs de l'épierreuse vibrante
   - Epierreur 1 (**M36**), (moto vibrateur).
   - Epierreur 2 (**M37**), (moto vibrateur).
   - Ventilateur Epierreur (**M38**).
10) Arrêt du moteur du Mouilleur (**M35**).
11) Arrêt du moteur de la vis de chargement de l'élévateur à godets (**M34**).
12) Arrêt du moteur de l'élévateur à godets (**M33**).
13) Arrêt du moteur de la vis de déchargement élévateur (**M32**).
14) Arrêt du moteur de la vis de chargement des cellules ou girafe (**M31**).

L'organigramme de l'arrêt des moteurs lors du deuxième nettoyage est comme suite :



Organigramme de l'arrêt des moteurs (2ème nettoyage)

Conclusion

Après avoir modélisé le fonctionnement de station de nettoyage du blé par organigrammes, et qui nous a permis d'identifier les entrées/sorties du système. Nous avons pu choisir l'instrumentation la plus adéquate, pour une meilleure cohésion et l'élaboration d'une commande plus précise de ce système.

Le troisième chapitre sera consacré essentiellement au choix et la description de l'automate, ainsi que la programmation du modèle.

Chapitre III

AUTOMATISATION DE LA STATION

Introduction

En vue de répondre aux exigences du développement et l'essor qu'a connu l'industrie en matière de vitesse d'exécution, précision et automatisation des procèdes, la naissance des automates programmables industriel (API) aux USA vers 1969 était déterminant. Ils étaient destinés à l'origine à automatiser les chaînes de montage automobiles et la réalisation des fonctions logiques combinatoires et séquentielles en remplaçant les armoires à relais trop volumineuses.

Ce n'est quand 1971 qu'ils firent leur apparition en Europe, depuis ils sont de plus en plus employés dans toutes les industries, où ils représentent l'outil de base de l'automatisation des systèmes de production. Les API ont trouvé leurs place dans les domaines les plus variés comme dans les chaînes de fabrication (usinage, montage, …etc.), dans les opérations de manutention (stockage, chargement,…. etc.), ou encor dans les systèmes de contrôle (installation de climatisation, frigorifique, de chauffage, détection des incendies, industries nucléaire, industrie meunière…etc.).

I. Définition d'un automate programmable industriel (API)

Un automate programmable industriel (API), est une machine électronique programmable par un personnel non informaticien, pour effectuer des opérations cycliques destinées à piloter des parties opératives.

II. Choix d'un automate

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

- La performance
- Le nombre et la nature d'entrées /sorties (numériques, logiques, analogiques).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La fiabilité et la robustesse.
- Le prix.

Comme on dispose de 54 entrées /sortie, dans notre station de nettoyage, l'automate S7-300 de la firme SIEMENS convient parfaitement car il peut gérer sans extension 64 entrées/sorties, et avec extension jusqu'à 1200 entrées/sorties (quatre châssis chacun comportant 8 modules), soit numérique, logique ou bien analogique.

III. Etude de l'automate S7-300

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

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

La figure 28 représente une vue d'ensemble d'un API S7-300 avec modules intégrés.

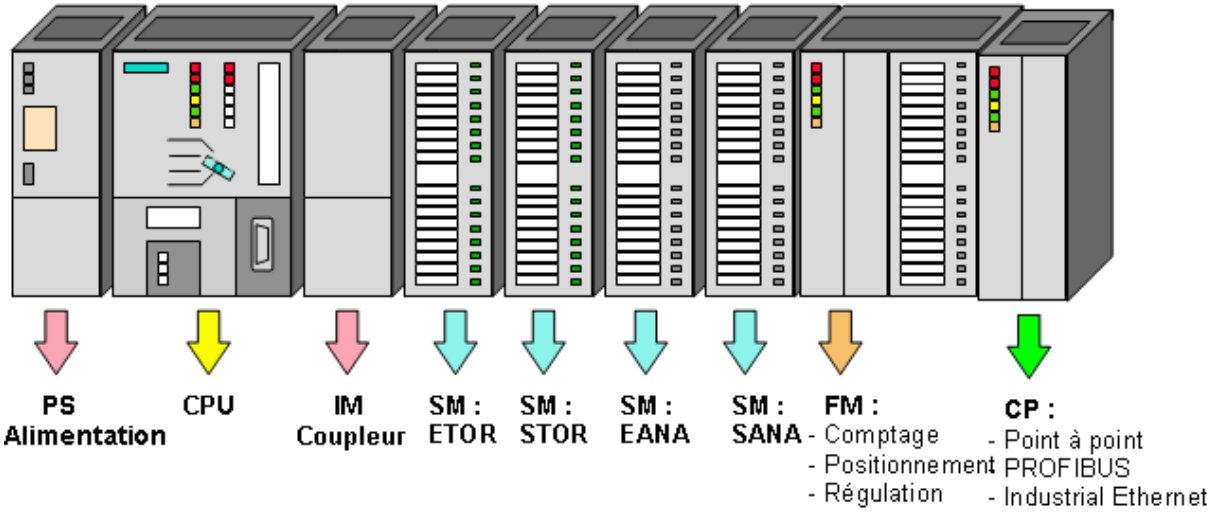


Fig.28: Structure d'un API S7-300**.**

III.1.1. Module d'alimentation (PS)

Ce module permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement à partir d'une alimentation en 220v alternatif.

III.1.2. L'unité centrale de traitement (CPU)

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

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

- Mémoire de travail : RAM 24Ko;
- Mémoire de chargement intégrée : RAM 40Ko ;
- Langage de programmation : STEP 7 ;
- Organisation du programme : linéaire, structurée ;

- Temps de cycle : 150ms (par défaut) ;
- Interface MPI ;

III.1.3. Coupleur (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre entrées/sorties (périphérique ou autres) et l'unité centrale.

III.1.4. Module d'entrée

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

III.1.5. Module de sortie

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

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

Les sorties peuvent être logiques, analogiques.

III.1.6. Module de fonction (FM)

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

III.1.7. Module de communication (CP)

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

III.1.8. Châssis d'extension

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

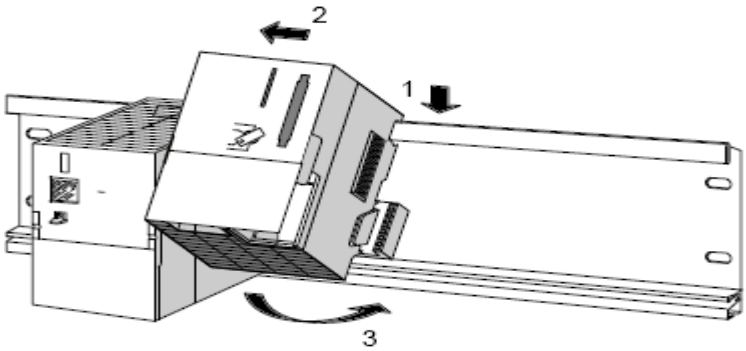


Fig.30 : Montage des modules sur le châssis**.**

III.1.9. Console de programmation

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

IV. Logiciel de programmation STEP_7 :

Le logiciel STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation SIMATIC. STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- configuration et paramétrage du matériel.
- La création de programme.
- Teste, mise en service et maintenance de l'installation d'automatisation.
- Documentation et archivage des programmes.
- Fonction de diagnostique et d'exploitation lors de perturbation dans l'installation.

IV.1. Interaction du logiciel et du matériel

Nous créons à l'aide du logiciel STEP 7 notre programme S7 dans un projet.

L'automate programmable (AP) contrôle et commande à l'aide du programme S7 notre système. L'adressage des modules d'E/S se fait par l'intermédiaire des adresses du programme S7.

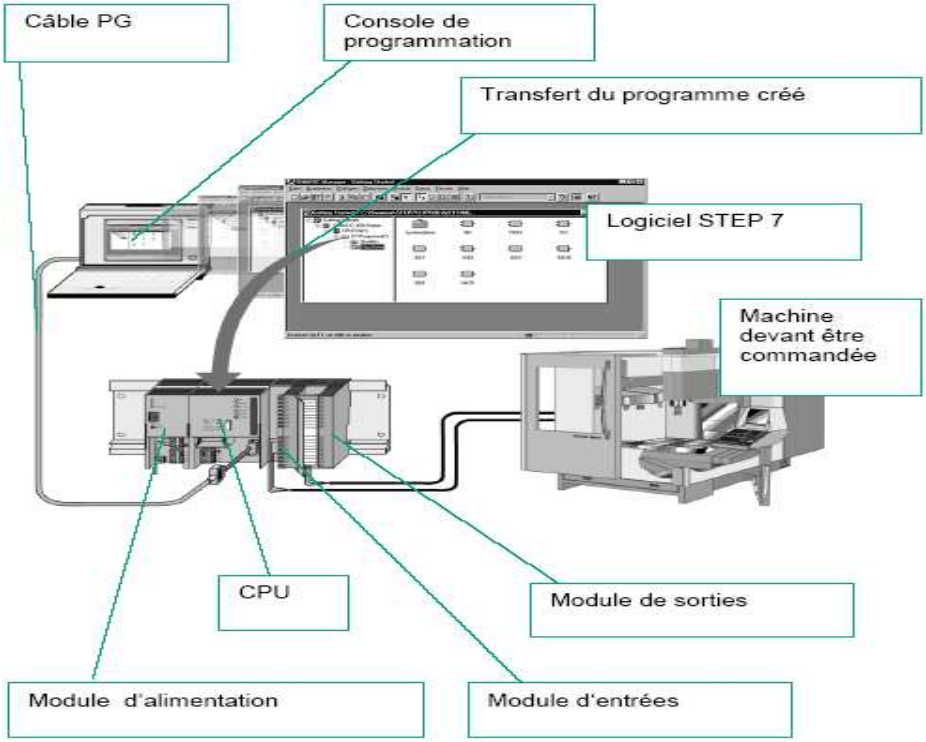


Fig.31 : Vue d'ensemble de l'automatisme.

IV.2. langage de programmation

Avec le logiciel STEP7, le programme peut être représenté et programmé dans trois modes différents :

- Schéma à contacts « CONT »
- Logigramme « LOG »
- Liste d'instructions « LIST »

Chaque mode de représentation du programme a ses avantages mais aussi ses limites. Si les règles de programmation ont été respectées lors de la programmation, la compilation est possible dans les trois modes de représentation. Les programmes d'automatisation programmés en CONT ou LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST.

Dans la mémoire de programme de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST car il est plus exact en langage machine.

IV.3. Création d'un programme utilisateur

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement de signaux de commande d'une installation ou d'un processus. Il est affecté à un module programmable (CPU par exemple) et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs.

Un programme utilisateur devant être exécuté dans une CPU S7 est essentiellement constitué de blocs. Il contient, en outre, des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou à la mise en réseau du système. En fonction de l'application, nous pouvons donc créer dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- Blocs d'organisations (OB)
- Blocs fonctionnels (FB)
- Fonctions (FC)
- Blocs de données (DB)

Le logiciel de base STEP7 comprend un éditeur destiné à la programmation de blocs. C'est un éditeur incrémentale, c'est-à-dire qu'il procède à une vérification de la syntaxe après chaque entrée effectuée.

Les erreurs de syntaxe sont affichées et les opérations illicites immédiatement refusées.

IV.3.1. Lancement du logiciel

Lancer le logiciel à partir *l'item Programmes* du menu *Démarrer* puis *l'item SIMATIC* du menu *Programmes* et enfin nous cliquons sur *l'item* du *SIMATIC Manager* menu *SIMATIC*. La figure ci-dessous montre la structure de ces menus (qui peuvent varier légèrement, selon la configuration de l'ordinateur).

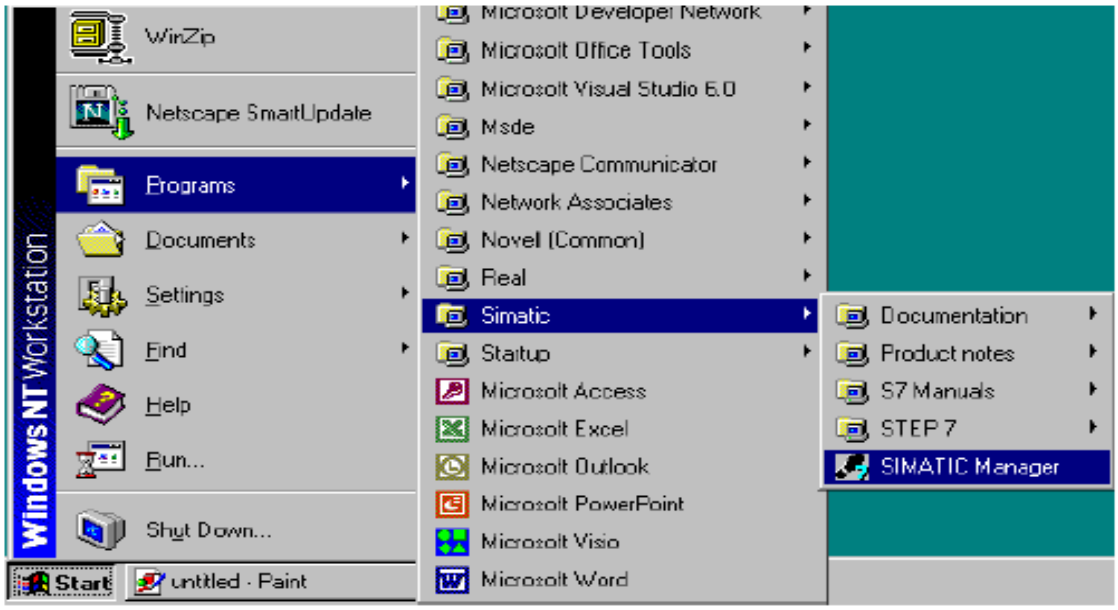


Fig.32 : Lancement du logiciel

IV.3.2.Création du projet

Le logiciel « *SIMATIC Manager* » étant maintenant en marche, nous cliquons sur l'item *Fichier* pour ouvrir le menu déroulant. Ensuite, nous cliquons sur l'item *Assistant Nouveau Projet* pour lancer l'assistant aidant à la création d'un nouveau projet.

La figure suivante montre l'environnement du « *SIMATIC Manager* ».

Nous notons au bas de la fenêtre la ligne d'état qui nous indique la fonction de l'item choisie dans le menu déroulant.

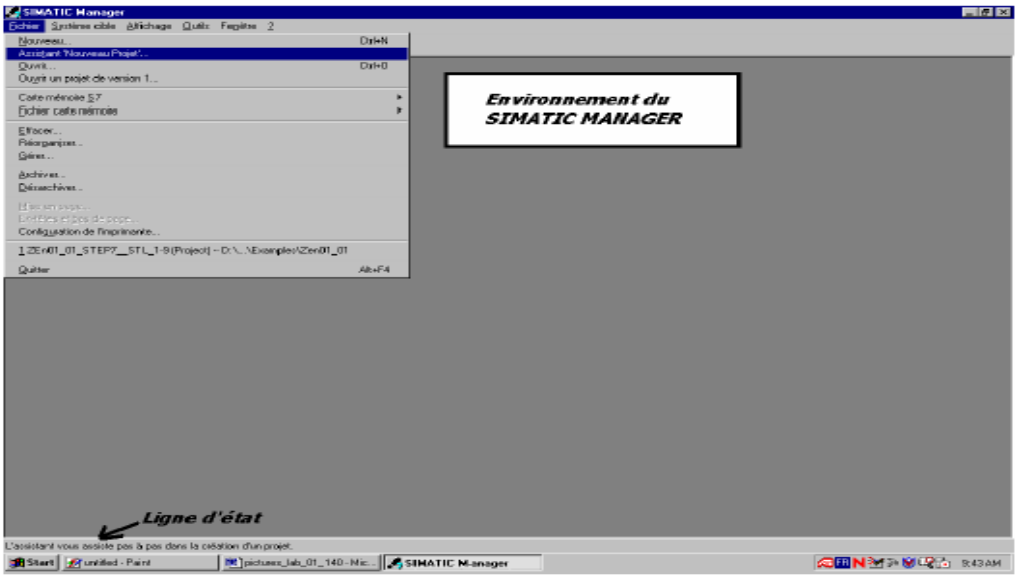


Fig.33 : L'environnement du « *SIMATIC Manager* ».

L'assistant étant lancé, cette première fenêtre s'ouvre à l'écran. C'est la fenêtre d'introduction de l'assistant.

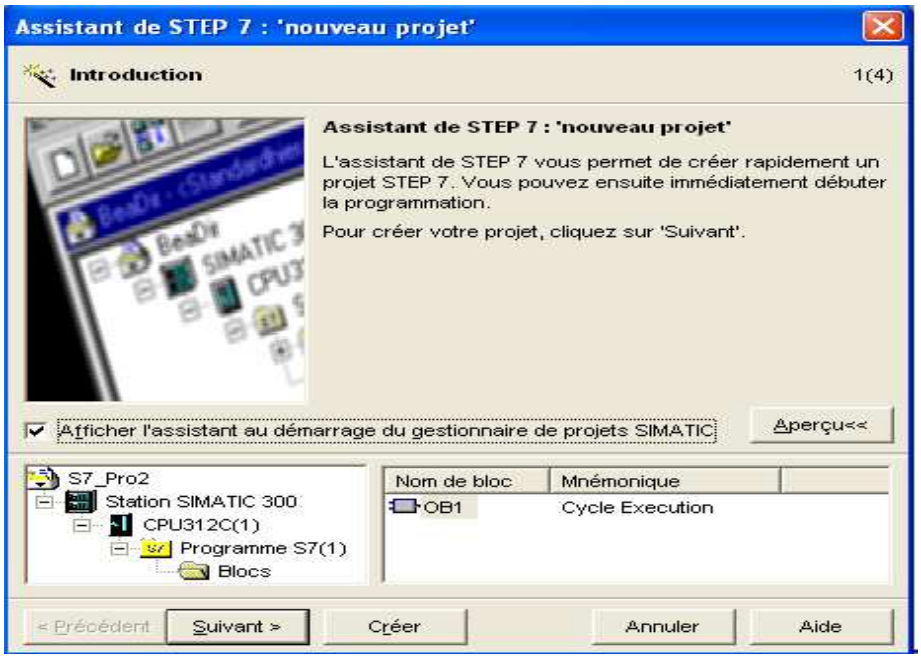


Fig.34 : Fenêtre introduction.

Nous cliquons sur Suivant.

Cette seconde fenêtre prend la place de la fenêtre précédente. C'est la première des trois fenêtres de configuration du projet.

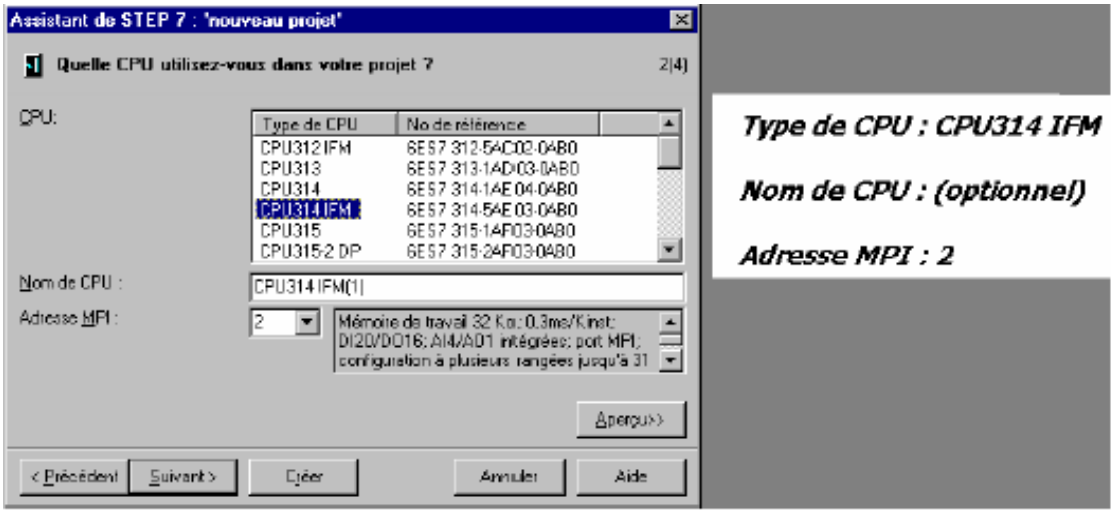


Fig.35: Choix de la CPU.

Nous devons choisir le modèle du CPU de l'automate à programmer. En laboratoire, nous utilisons le CPU314. Nous allons donc le sélectionner parmi la liste du menu déroulant qui nous est présenté. Le numéro de référence est simplement le numéro de catalogue de cette pièce (à utiliser si vous voulez passer une commande chez Siemens).

Le champ « nom de la CPU » peut être modifié pour identifier la fonction ou l'emplacement de cette CPU. Enfin, l'adresse de communication MPI doit être fixée par défaut à 2.

Une fois ces opérations faites, cliquez sur *Suivant*.

Cette troisième fenêtre apparaît alors. C'est la deuxième fenêtre de configuration du projet.

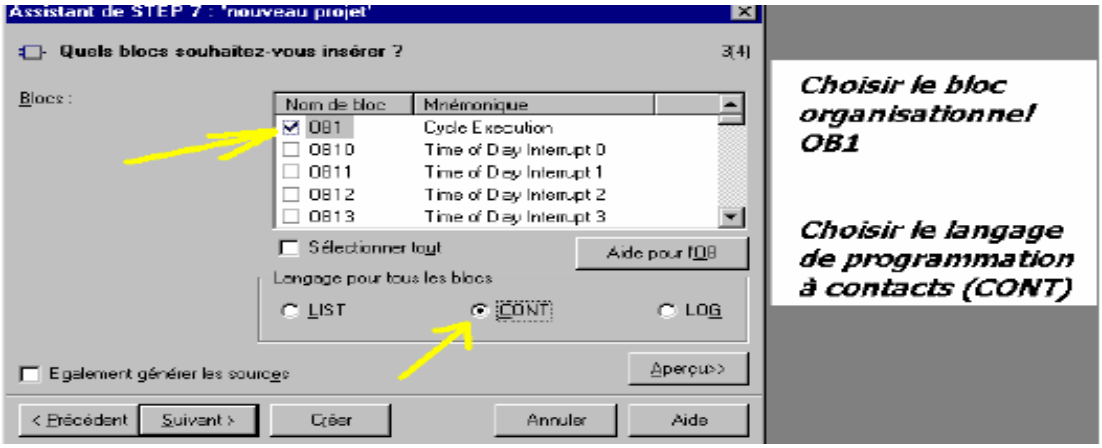


Fig.36: Choix du bloc et du langage de programmation.

Il faut choisir les blocs d'organisation à utiliser. Dans notre projet, nous n'utiliserons que le bloc OB1. Ce bloc contient le programme qui sera continuellement exécuté par l'automate.

L'automate programmable exécute la séquence suivante de façon répétitive, tant qu'il est en mode d'exécution :

- Lecture de l'état des entrées (pour savoir l'état logique des capteurs, des boutons…);
- Exécution complète du bloc OB1;
- Écriture de l'état des sorties obtenue suite à l'exécution du bloc OB1 (pour allumer des voyants, démarrer des moteurs, déplacer des vérins, …

Il faut aussi choisir le langage de programmation. L'automate nous permet de le programmer selon les trois langages suivants :

- LIST : en liste d'état (langage ayant l'apparence de l'assembleur);
- CONT : en langage à contacts (ou diagrammes échelle);
- LOG : en logigrammes.

Choisir le langage de programmation à contacts (CONT), puis cliquer sur *Suivant*.

Cette dernière fenêtre apparaît alors :

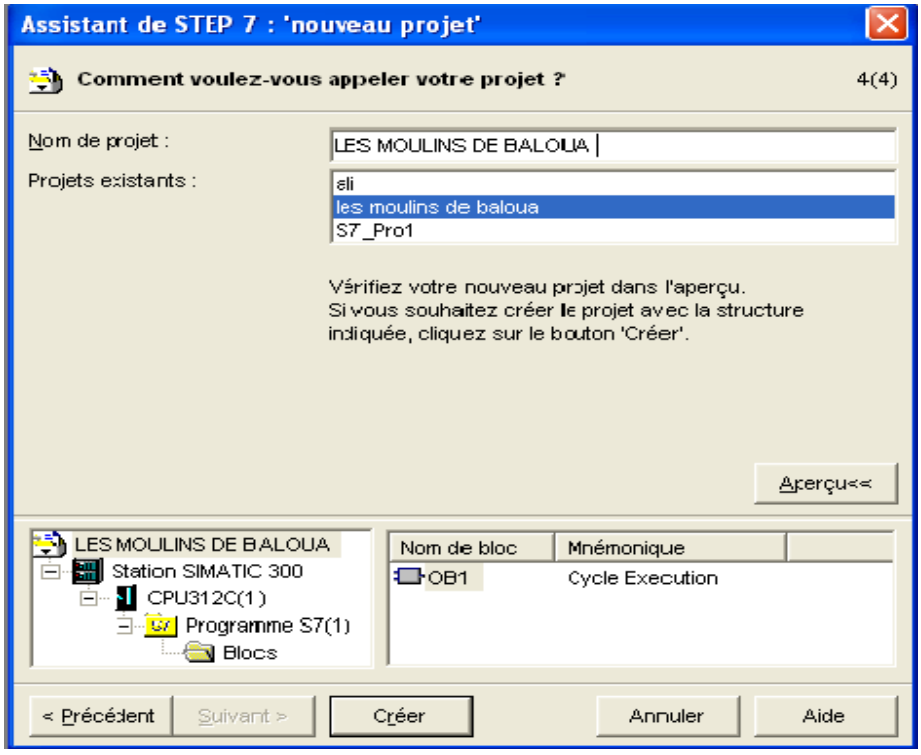


Fig.37 : Nomination du nouveau projet

Nous sélectionnons en double-cliquant dans la zone de texte “Nom du projet“ le nom proposé et entrons la place de celui-ci « LES MOULINS DU BALOUA ».

Si nous cliquons sur *Créer*, notre nouveau projet sera créé selon la structure que nous pouvons voir avec *Aperçu*

IV.3.3. Création de la table des mnémoniques

Un mnémonique est un mon que l’utilisateur définit en respectant les règle de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres couramment rencontrés 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 données, repère de saut, bloc).

L’objet “mnémoniques“ (table des mnémoniques) est automatiquement crée sous un programme S7.

Pour pouvoir remplacer les données globales par des mnémoniques dans un programme, nous devons les affecter dans la table des mnémoniques. On procède de la manière suivante :

1. Nous cliquons deux fois sur le programme S7 dans la fenêtre du projet afin que l’objet “mnémoniques“ s’affiche dans la partie droite de la fenêtre.
2. Si la table des mnémoniques a été effacée ou doit être écrasée, nous pouvons insérer une nouvelle en choisissant la commande **insertion>Table des mnémoniques.**
3. Nous ouvrons l’objet “mnémoniques“, par exemple nous cliquons deux fois dessus.

Dans la fenêtre qui s’ouvre, nous pouvons édenter la table des mnémoniques.

IV.3.4. Configuration et paramétrage du matériel

- **Configuration**

Par “configuration“, nous entendons dans ce qui suit la disposition de profilés support ou châssis, de modules, d’appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station. Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l’on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels".

STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. Nous pouvons modifier les adresses des modules d'une station, à condition que la CPU permette l'adressage libre.

Nous pouvons copier la configuration aussi souvent que nous le désirons dans d'autres projets STEP 7, la modifier si besoin et la charger dans une ou plusieurs installations existantes. A la mise en route de l'automate programmable, la CPU compare la configuration prévue créée avec STEP 7 à la configuration sur site de l'installation. Aussi, les erreurs éventuelles sont elles immédiatement détectées et signalées.

- **Paramétrage**

Par "paramétrage", nous entendons dans ce qui suit :

- Le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée et pour un réseau. Exemple : 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 et d'esclaves pour un réseau maître.

Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondants. Il est très facile de remplacer des modules car les paramètres définis avec STEP 7 sont automatiquement chargés dans le nouveau module à la mise en route.

Nous donnons dans la figure suivante un exemple de configuration de l'automate S7-300.

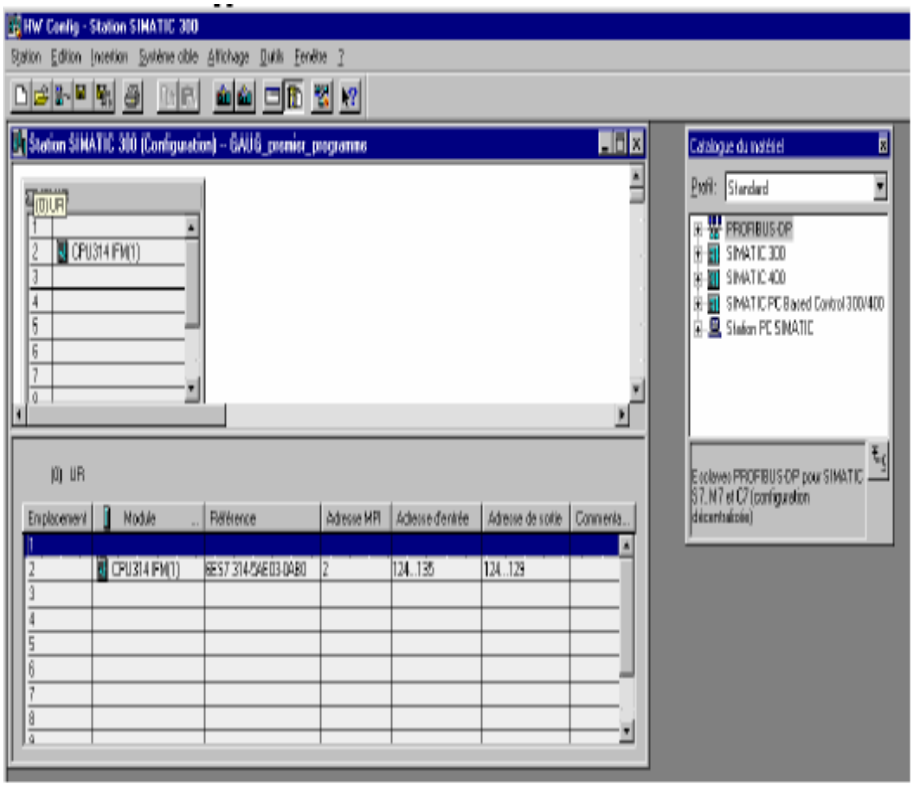


Fig.38 : configuration de l'automate S7-300.

IV.4 Structure du projet dans SIMATIC Manager

Dès que l'Assistant est refermé, SIMATIC Manager apparaît de nouveau avec la fenêtre du projet « LES MOULINS DU BALOUA » qui vient d'être créé ouverte. C'est à partir de cette fenêtre que vous allez appeler toutes les fonctions et les autres fenêtres de STEP 7.

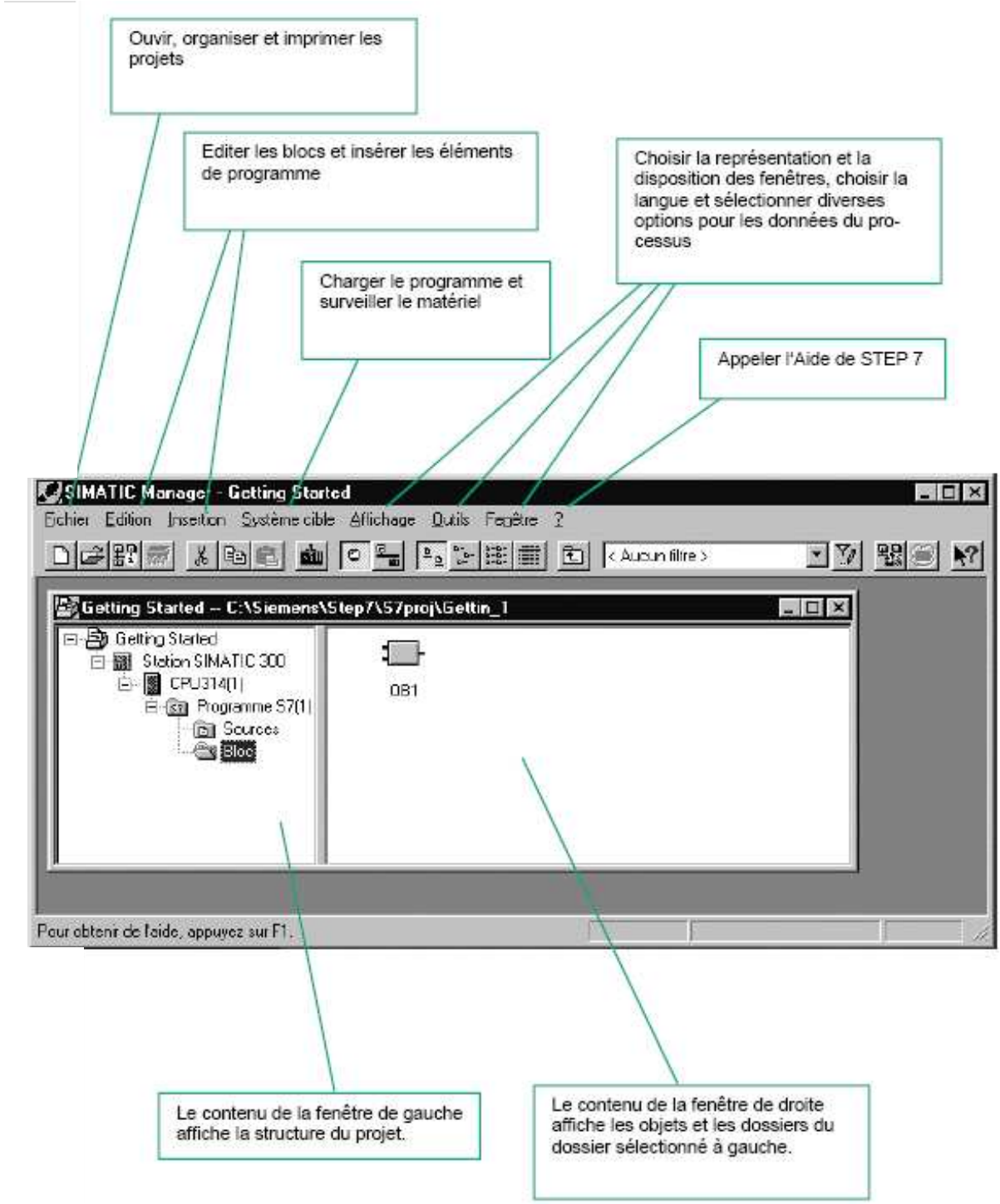


Fig. .39 : Vue des composants d'un projet S7

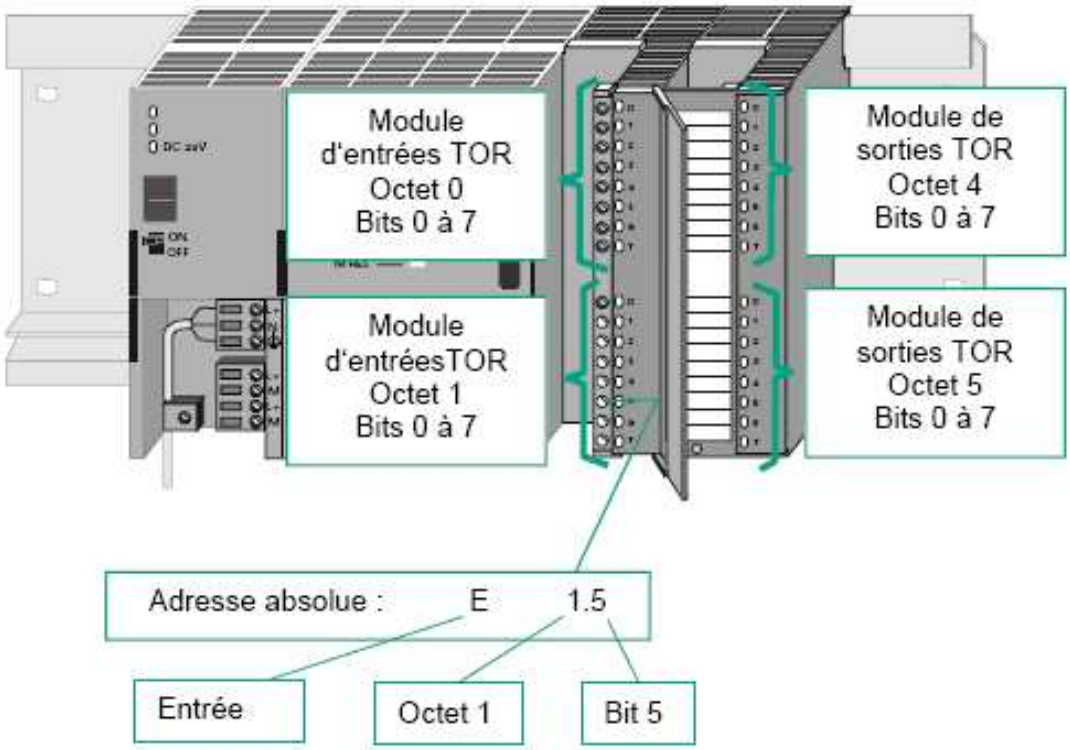


Fig.40: Adressage d'entrées/sorties

Pour adresser par exemple la deuxième entrée, il faut entrer l'adresse suivante

E 0 .2

E désigne le type d'adresse entrée

0 l'adresse de l'octet

2 l'adresse du bit

Et pour adresser la deuxième sortie par exemple, il faut entrer l'adresse suivante :

A 0. 2

A désigne le type d'adresse sortie

0 l'adresse de l'octet

2 l'adresse du bit

L'adresse de l'octet et l'adresse du bit sont toujours séparées par un point.

V. Programmation :

V. 1. Création de notre programme avec STEP 7

Le programme à partir du quel notre station sera pilotée, doit être crée dans STEP 7. Pour crée le projet, on doit exécuter les étapes suivantes :

1. On ouvre le 'SIMATIC Manager' par un double clic sur son icône.

SIMATIC Manager.lnk

2. En suite on doit crée un nouveau projet.

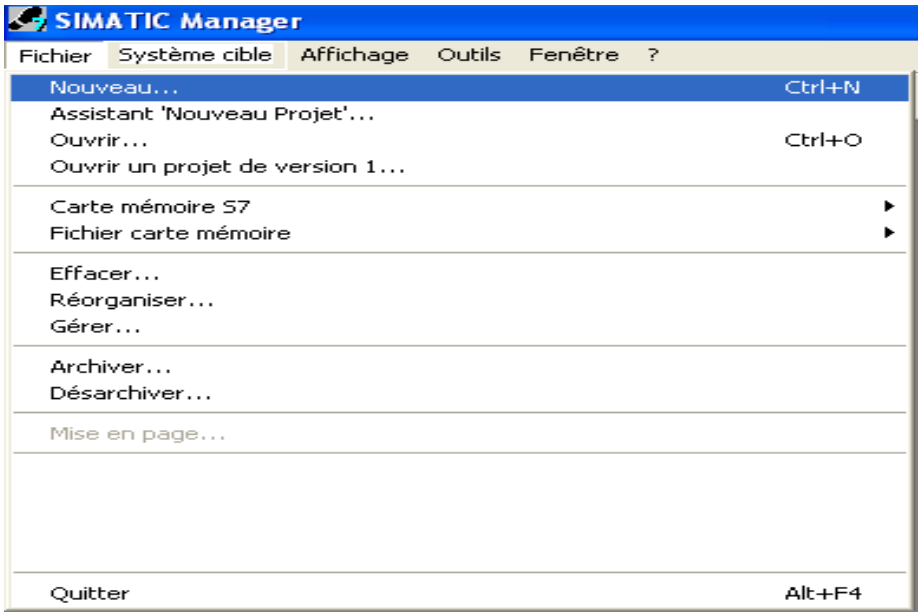


Fig.41 : Création d'un nouveau projet

3. On donne un nom au projet : **LES MOULINS DE BALOUA**

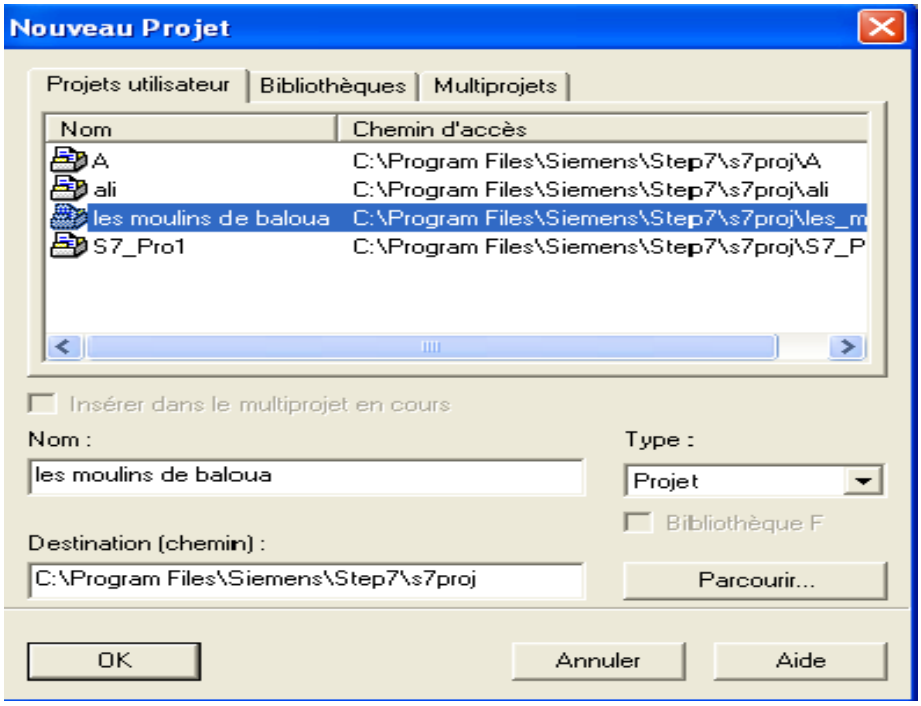


Fig.42 : Désignation du projet

4. Dans le projet'**S7 LES MOULINS DE BALOUA,** on insère un nouveau **'programme S7'**.

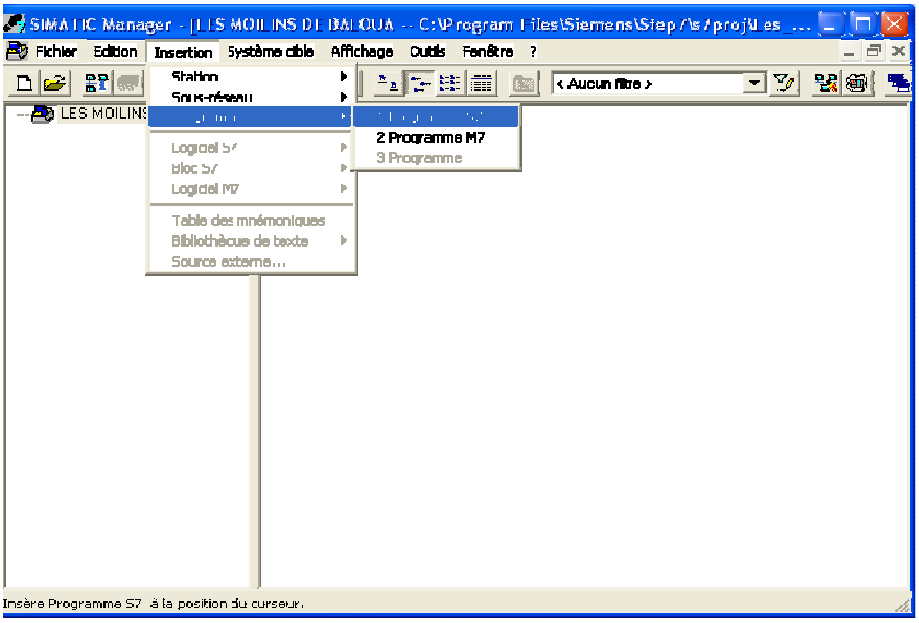


Fig.43: Insertion du nouveau programme **S7'**

5. En suite créer le programme, par ouverture le bloc 'OB1'par double clic

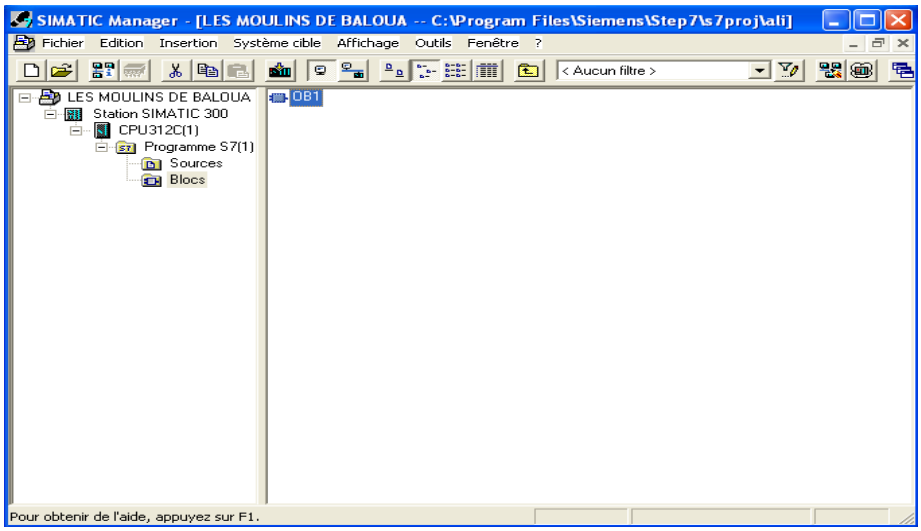


Fig.44 : Ouverture du bloc **OB1**

6. écriture du programme dans l'OB1.

Pour l'écriture de notre programme sera faite par le langage à contacte (CONT).

V. 2. Programme de la station :

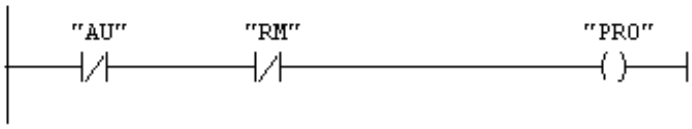
La solution programmable que nous avons apportée pour l'automatisation complète de la station, y compris le remplissage de la trémie, qui est commandée jusque là par une logique câblée, est la suivante :

OB1 : Titre :

Commentaire :

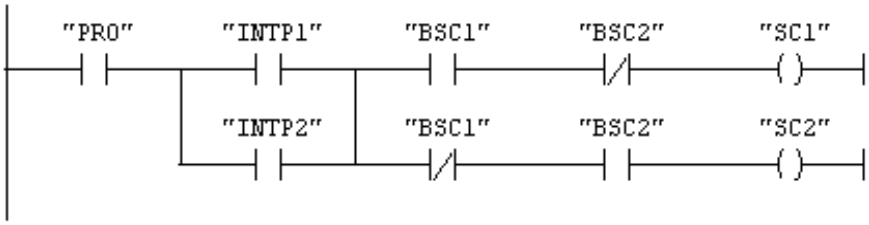
Réseau 1 : SECURITE

Commentaire :



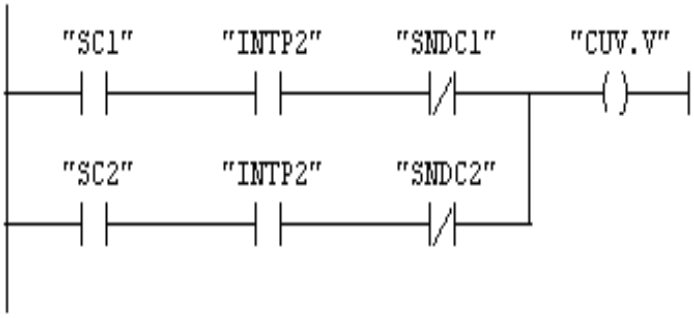
Réseau 2 : SELECTION DE LA CUVE DE DECHARGEMENT

Commentaire :



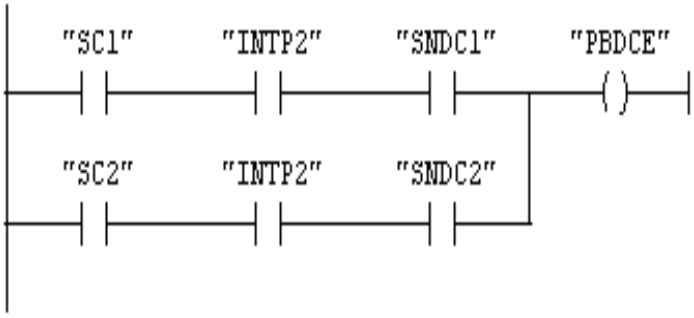
Réseau 3 : VERIFICATION ETAT DE LA CUVE D EXTRACTION 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



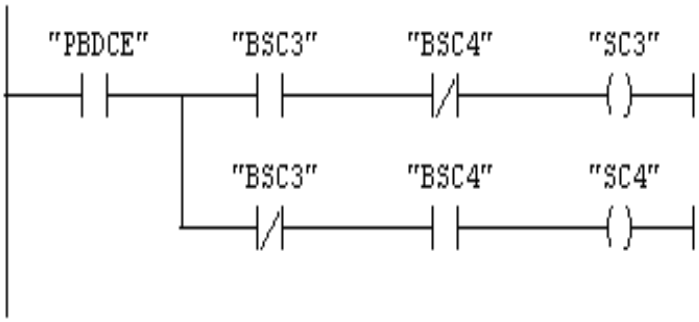
Réseau 4 : PRESENCE DE BLE DANS LA CUVE D EXTRACTION 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



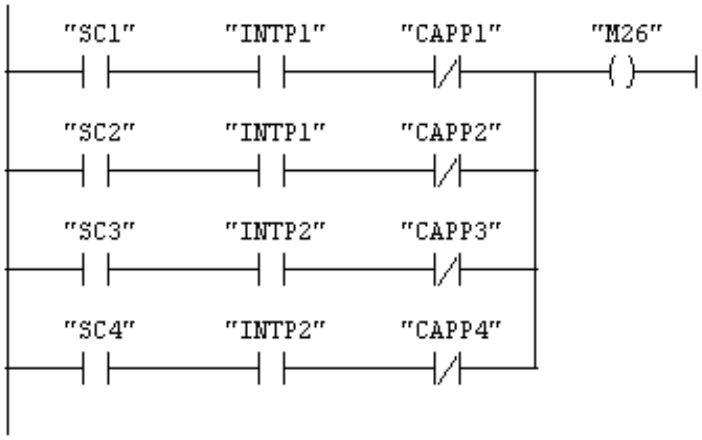
Réseau 5 : SELECTION CUVE DE DECHARGEMENT 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



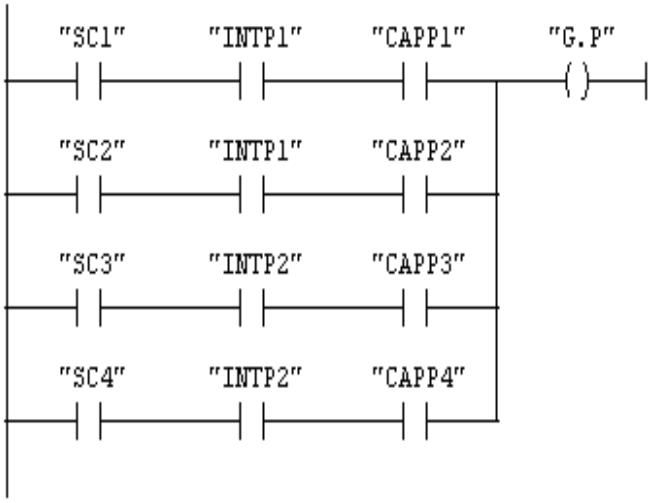
Réseau 6 : POSITIONNEMENT DE LA GIRAFE

Commentaire :



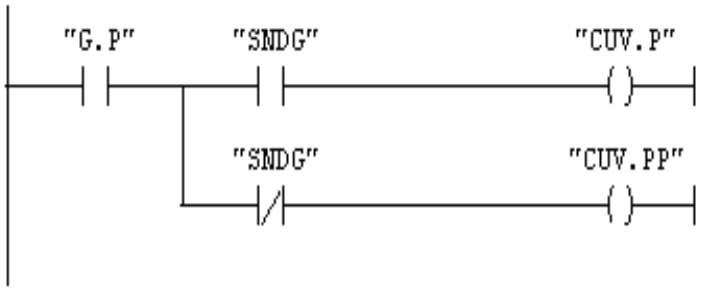
Réseau 7 : GIRAFE POSITIONEE

Commentaire :



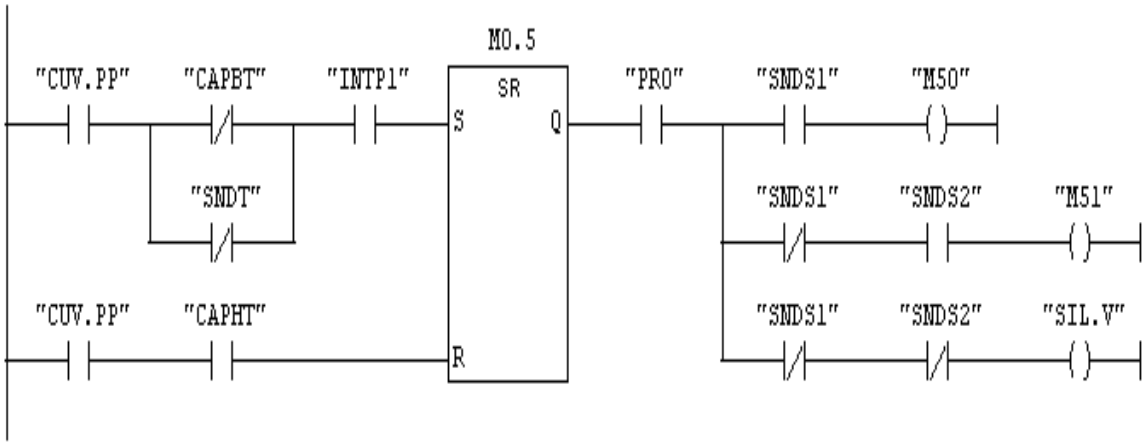
Réseau 8 : VERIFICATION DU NIVEAU DE BLE DANS LA CUVE SELECTIONNEE.

Commentaire :



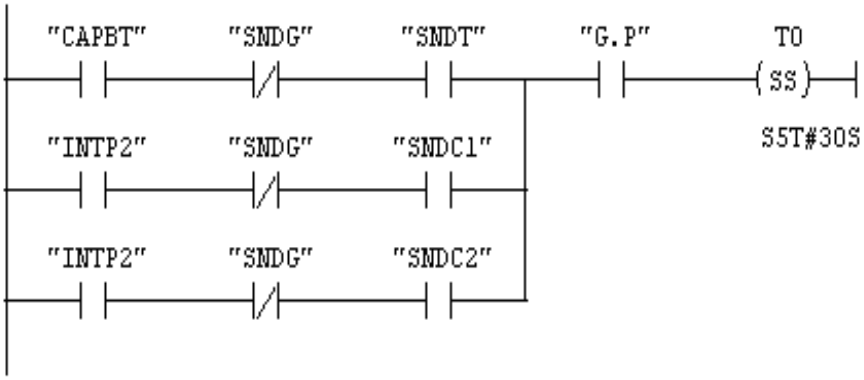
Réseau 9 : REMPLISSAGE TREMIE

Commentaire :



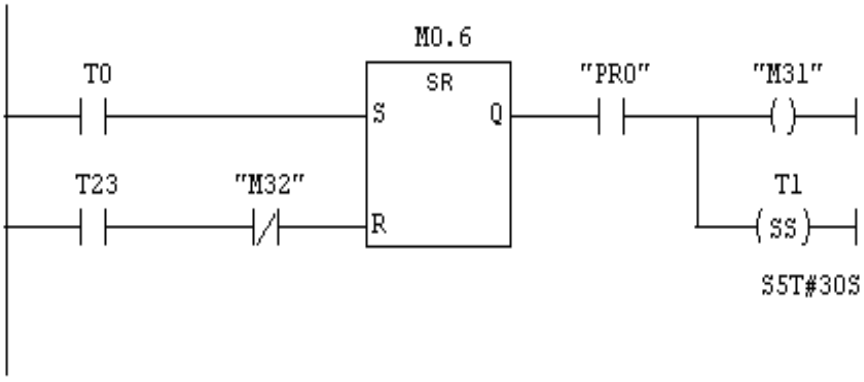
Réseau 10 : VERIFICATION DES CONDITIONS DE DEMARRAGE DES MOTEURS

Commentaire :



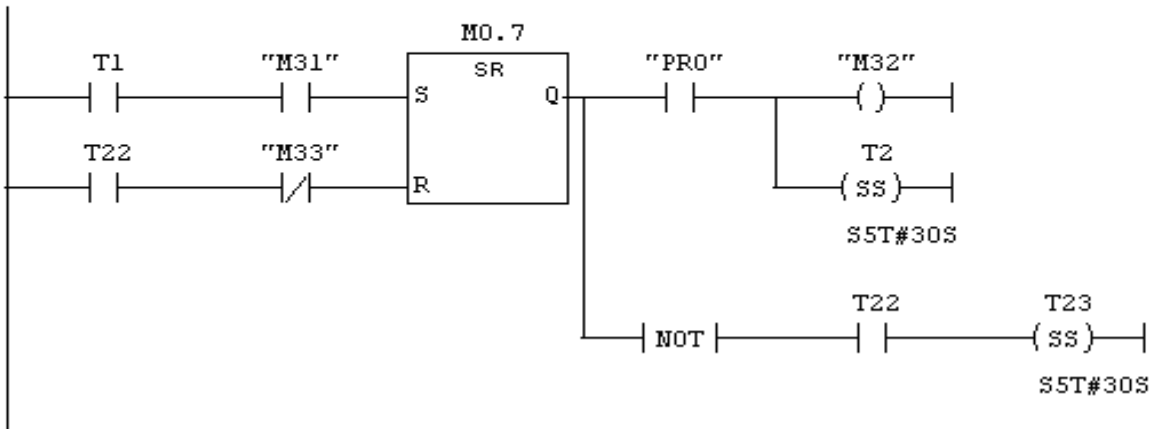
Réseau 11 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M31

Commentaire :



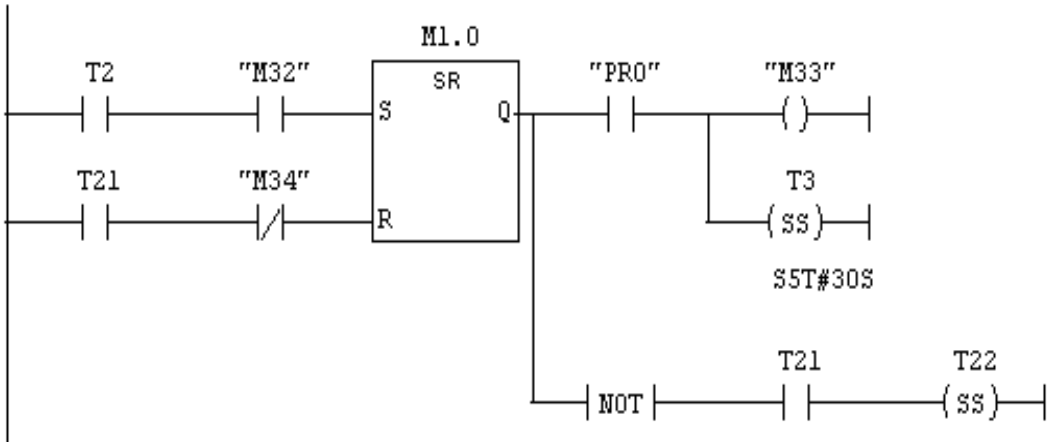
Réseau 12 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M32

Commentaire :



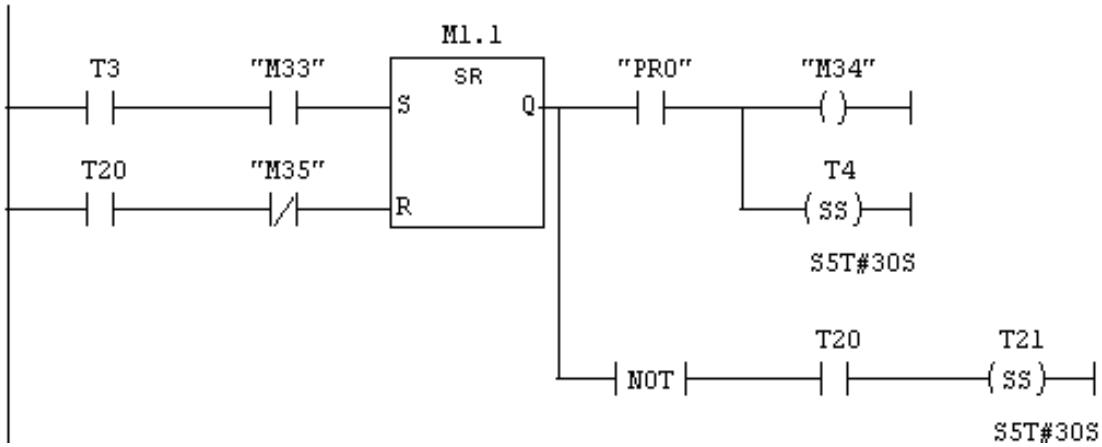
Réseau 13 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M33

Commentaire :



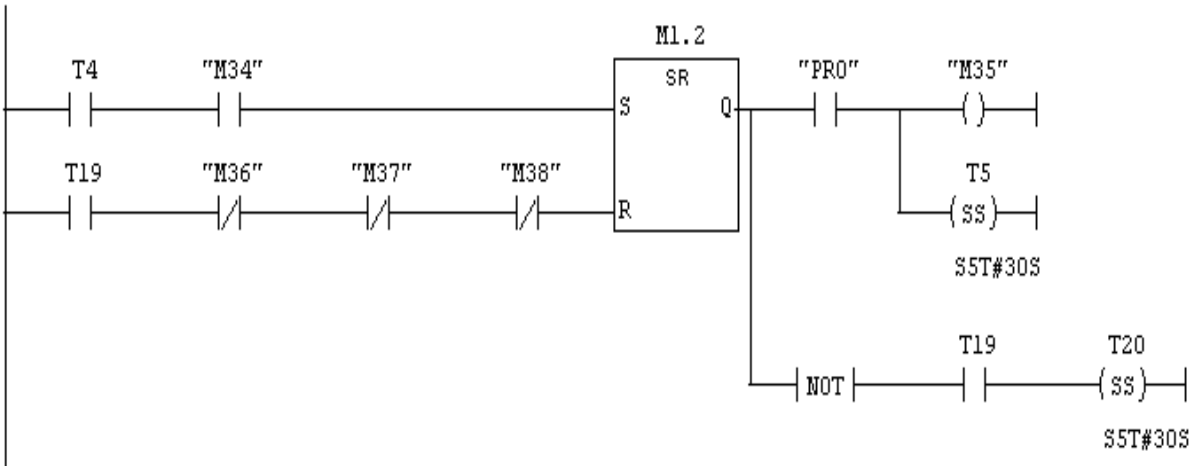
Réseau 14 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M34

Commentaire :



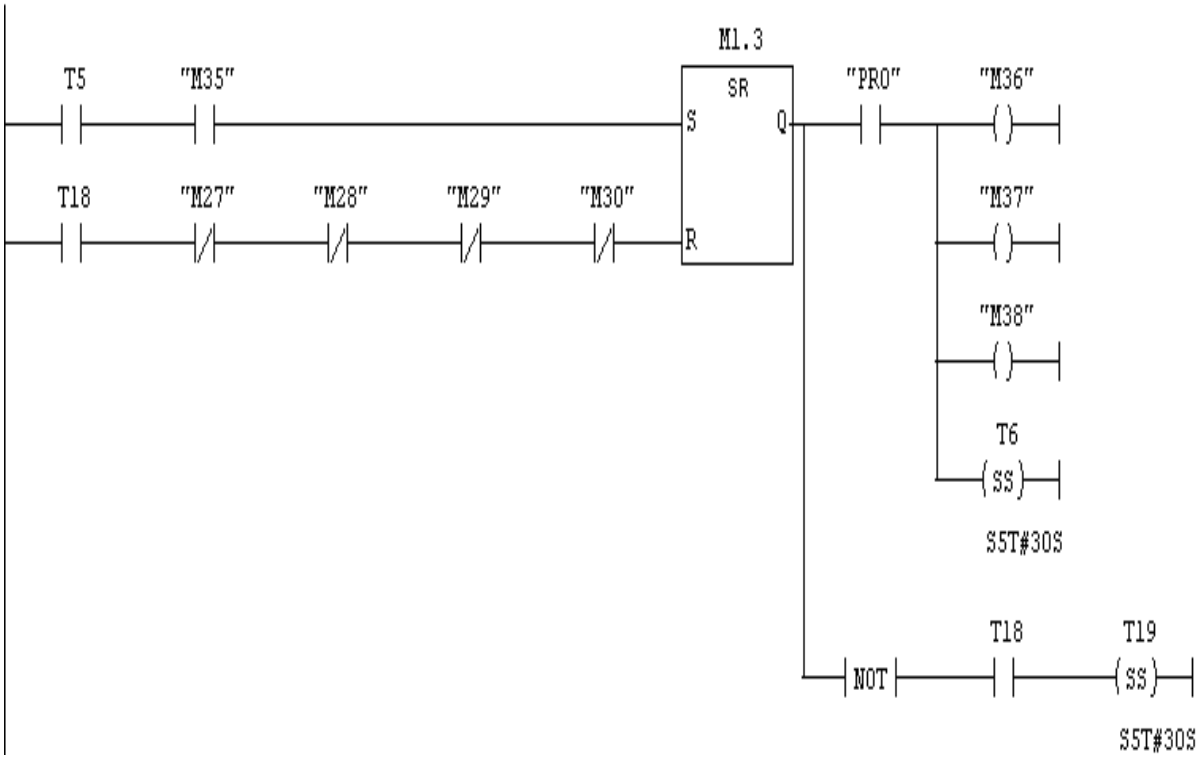
Réseau 15 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M35

Commentaire :



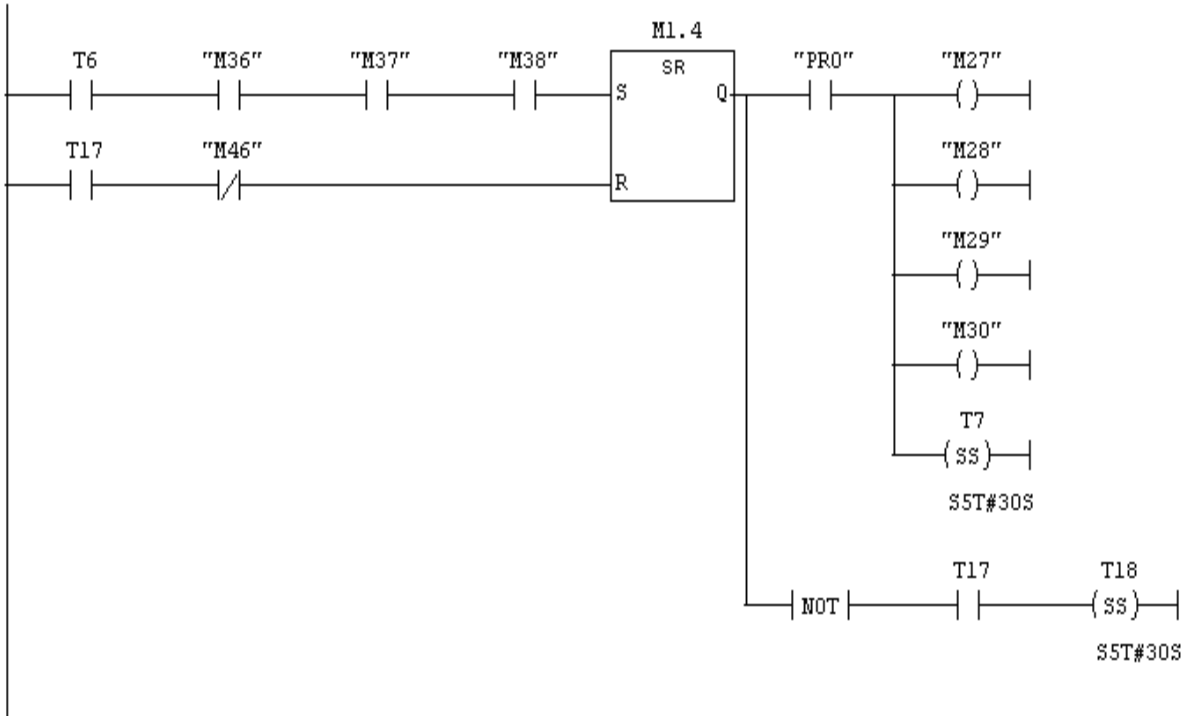
Réseau 16 : DEMARRAGE ET ARRET DES MOTEURS DE LEPIRREUSE(M36/M37/M38).

Commentaire :



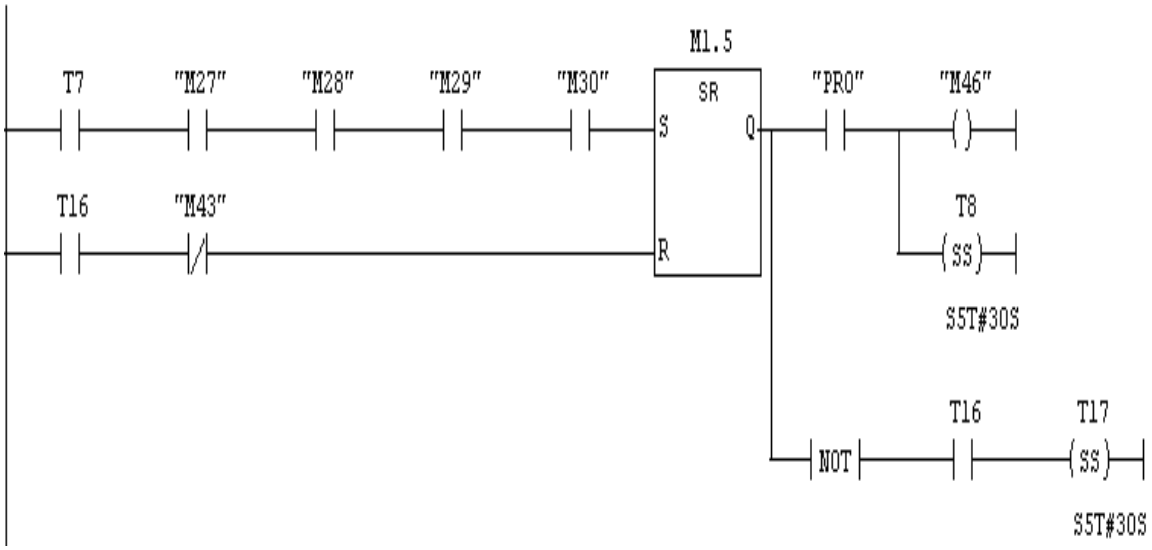
Réseau 17 : DEMARRAGE ET ARRET DES MOTEURS GROUPE FILTRE(M27/M28/M29/M30).

Commentaire :



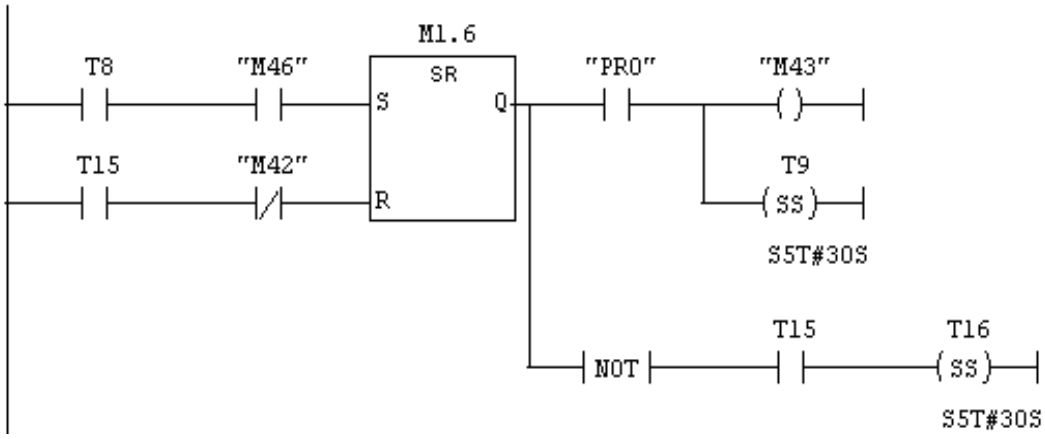
Réseau 18 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M46

Commentaire :



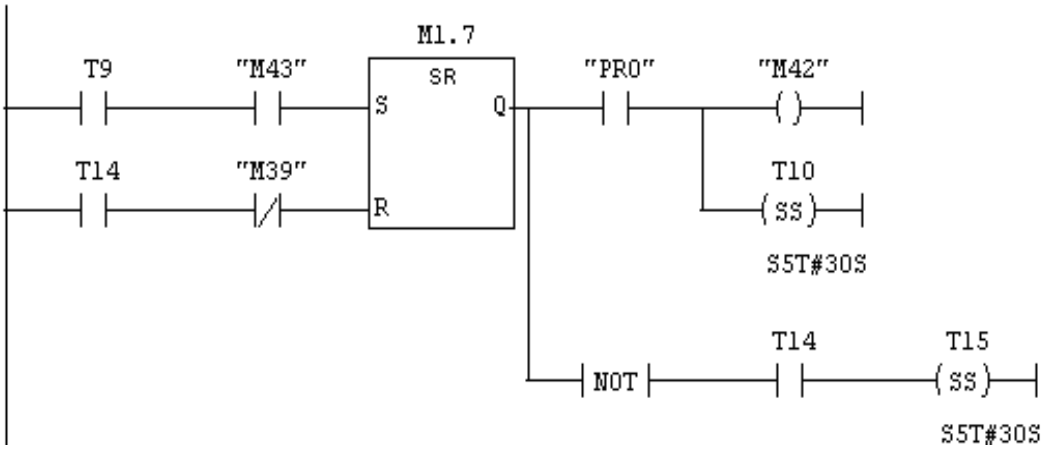
Réseau 19 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M43

Commentaire :

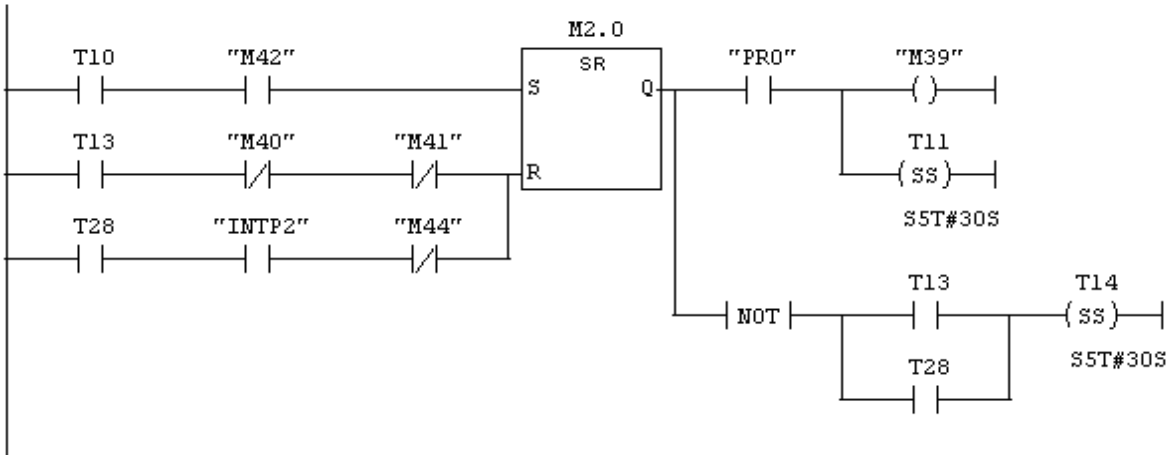


Réseau 20 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M42

Commentaire :

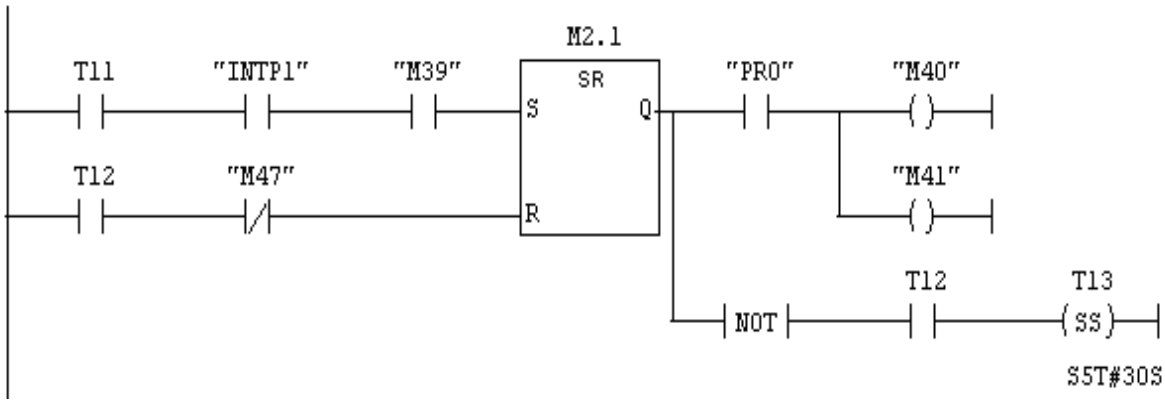


Réseau 21 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEUR BROSS A BLE(M39)

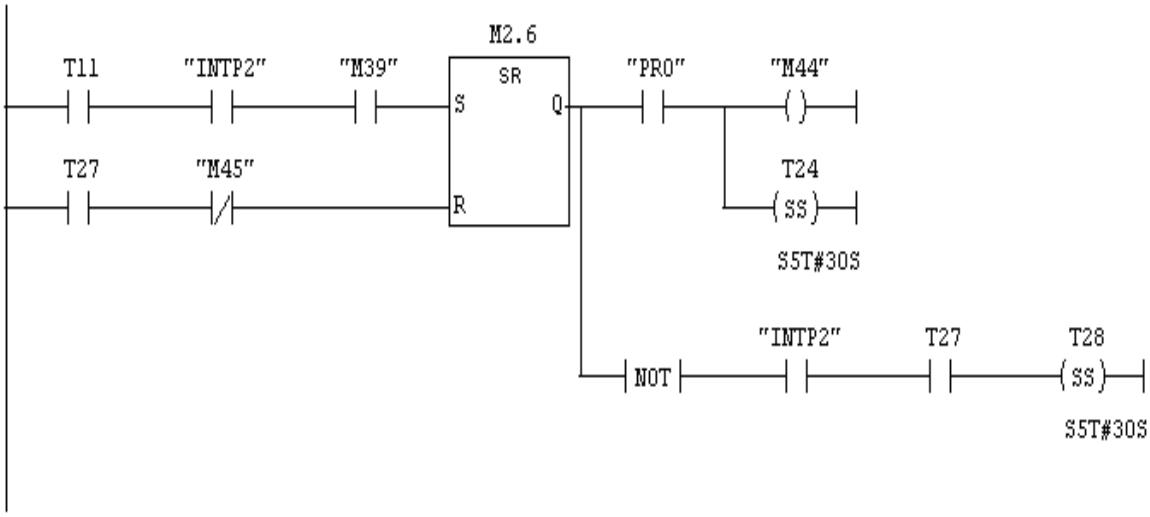


Réseau 22 : DEMARRAGE ET ARRETDES MOTEURS DE TAMIS NETTOYEUR (M40/M41).

Commentaire :

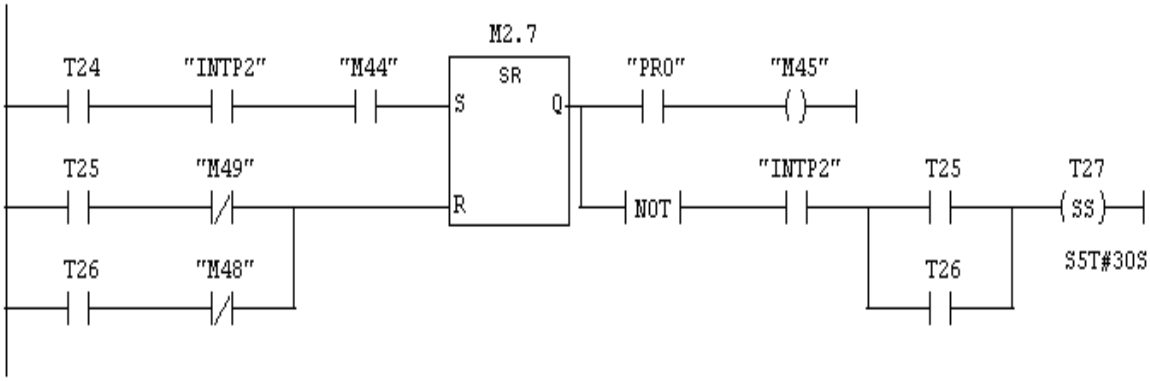


Réseau 23 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M44



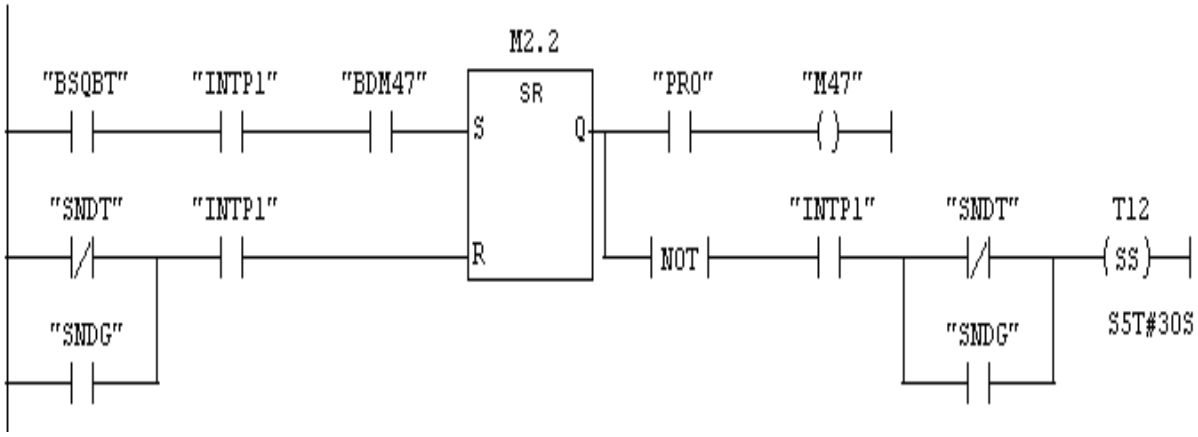
Réseau 24 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS M45

Commentaire :



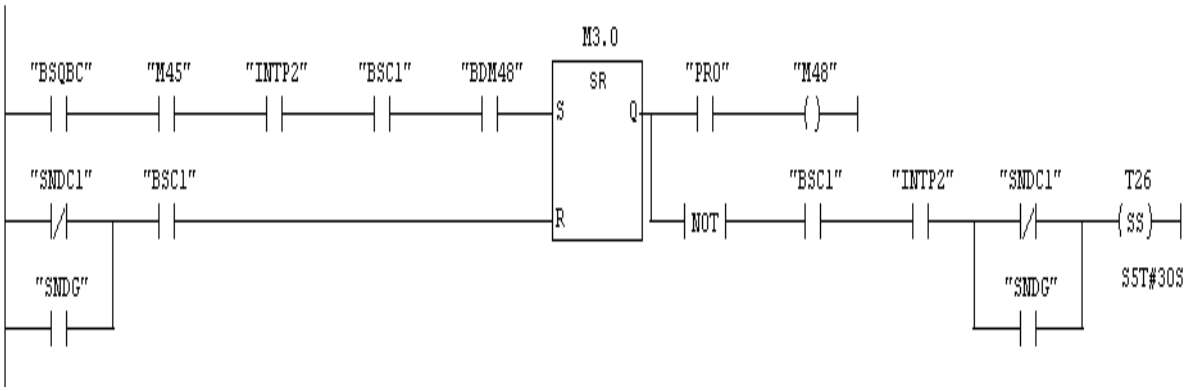
Réseau 25 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS EXTRACTEUR TREMIE(M47).

Commentaire :



Réseau 26 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS EXTRACTEUR DE LA CUVE 1(M48).

Commentaire :



Réseau 27 : DEMARRAGE ET ARRET DU MOTEURS EXTRACTEUR DE LA CUVE 2(M49).

Commentaire :

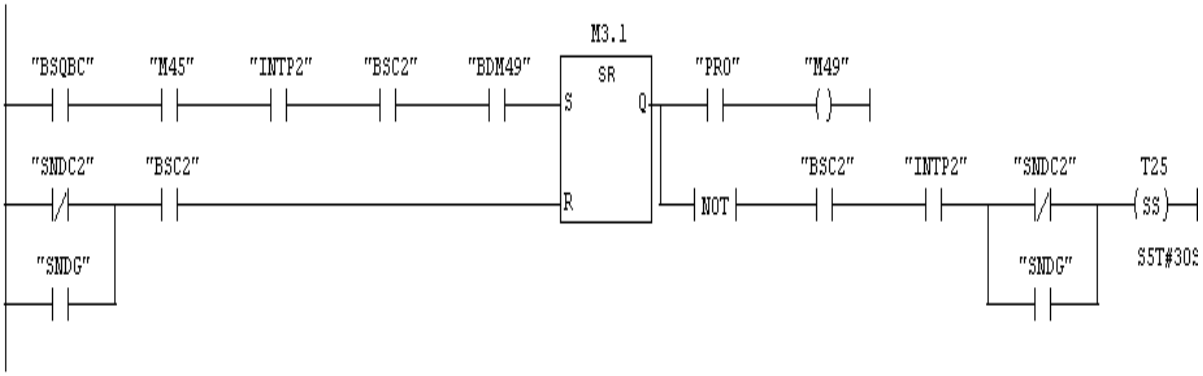


Fig.45 : Ecriture du programme dans **l'OB1**.

VI. Logiciel de simulation S7-PLCSIM

S7-PLCSIM est un logiciel optionnel de STEP 7. Son utilisation suppose que la version de base de STEP 7est déjà installée.

Le domaine d'application du logiciel S7-PLCSIM, est le test des programmes STEP 7 pour les automates S7-300 et S7-400 que l'on ne peut pas, tester immédiatement sur le matériel. Ceci peut avoir différentes raisons :

- Petits blocs de programme qui ne peuvent pas encore être testés dans une séquence unique sur la machine.

- L'application est critique, car elle peut occasionner des dommages matériels ou blessures corporelles en cas d'erreurs de programmations. La simulation permet de supprimer ces erreurs dès la phase de test, et dans le cas où nous ne disposerons pas d'un automate.

VI.1. Simulation du programme

1) Lancement et configuration de S7-PLCSIM : Pour tester le programme sans connecter la console de programmation à un automate, il suffit d'activer le simulateur. Tous les accès à l'interface de l'automate sont de manière interne par le logiciel de simulation S7-PLCSIM. Pour lancer PLCSIM, il faut activer 'Simulator' par un clic sur l'icône.

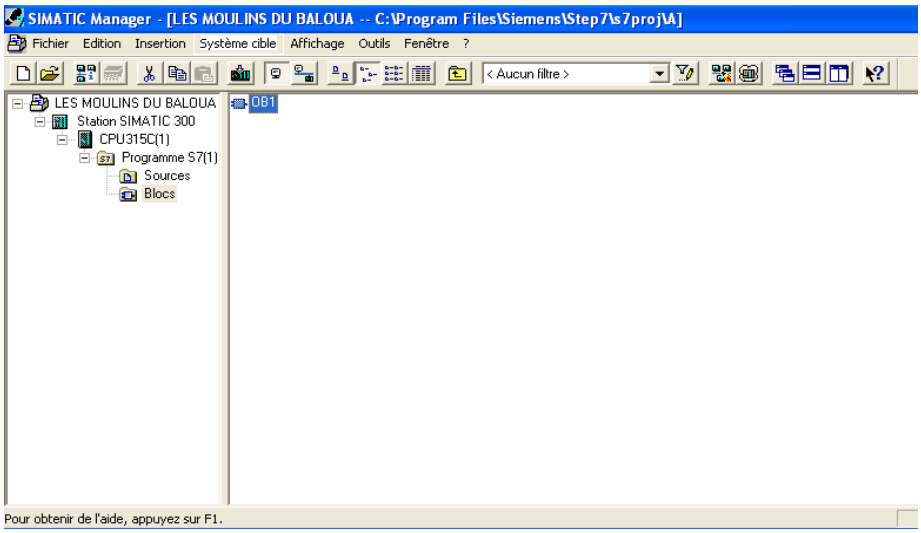


Fig.46: Lancement et configuration de S7-PLCSIM

2) Il ne nous reste plus qu'à insérer à l'aide du menu '**Insertion**' toute les **'Entrées'** et '**Sorties**' utilisées dans le programme que nous désirons testé. Les '**Mémentos**', et **'Compteurs'** peuvent être également représentés.

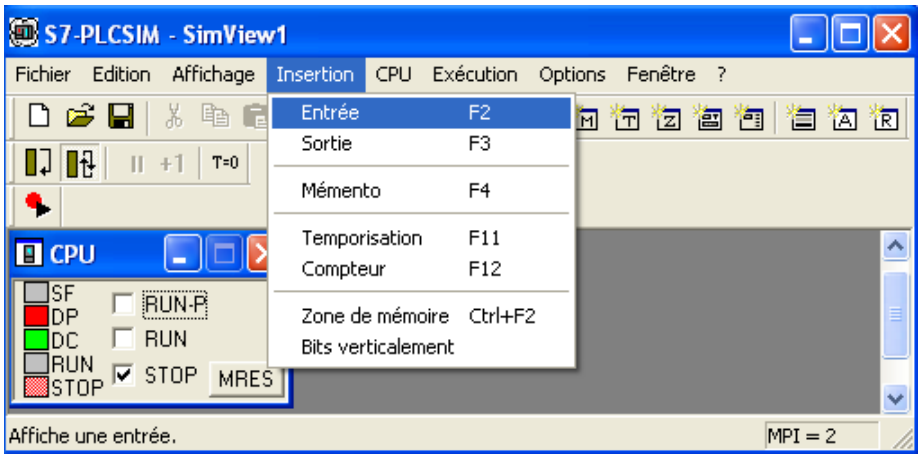


Fig.47 : Fenêtre de l'environnement

3) Il suffit d'introduire les adresses voulues, ici **'EB0'** et **'OB0.** le mode de représentation**,** dans notre cas, c'est le **'Bits'.**

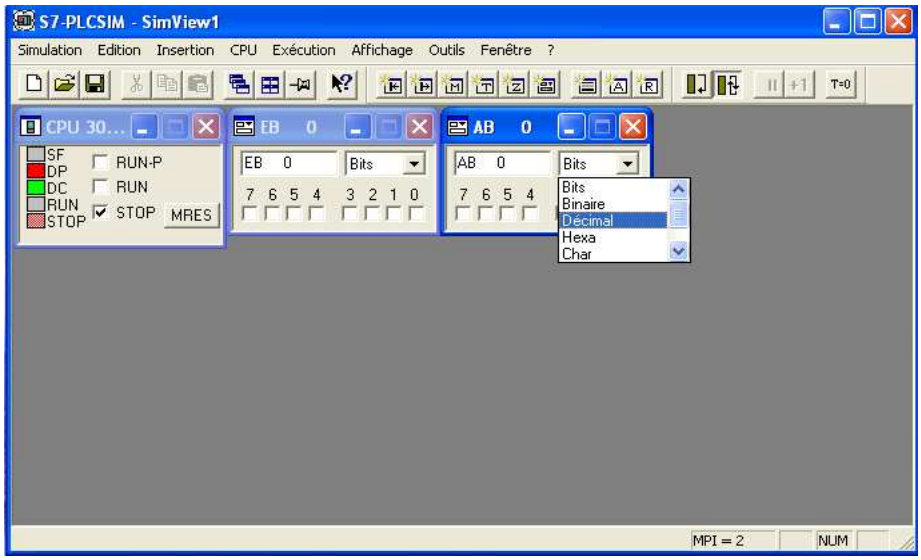


Fig.48 : Réglage des paramètres.

On peut maintenant charger le programme S7 à tester dans l'automate simulé. Dans notre exemple, il s'agit uniquement de l'OB1. Mais il est également possible de charger des SDB (configuration matérielle), FB, FC et DB.

4) Sélectionner l'OB1 et cliquer sur l'icône **'Charger'**

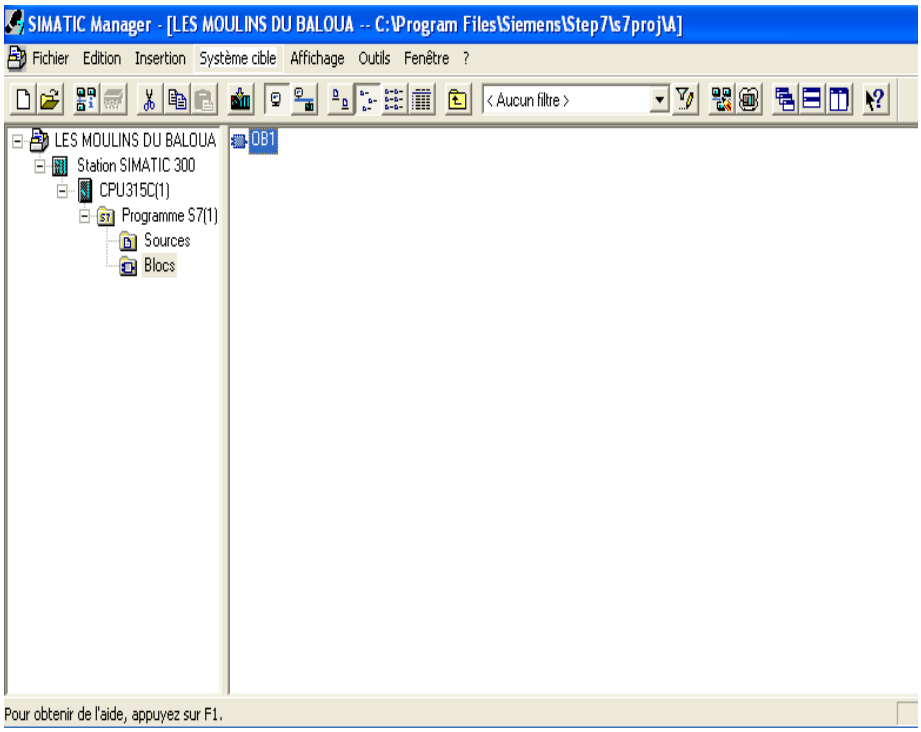


Fig.49 : Chargement du programme dans S7-PLCSIM

5) On active à présent l'automate simulé (il doit se trouver en mode '**RUN**') et on active un bit d'entrée par clic de la souris. Les sorties activées seront cochés automatiquement.

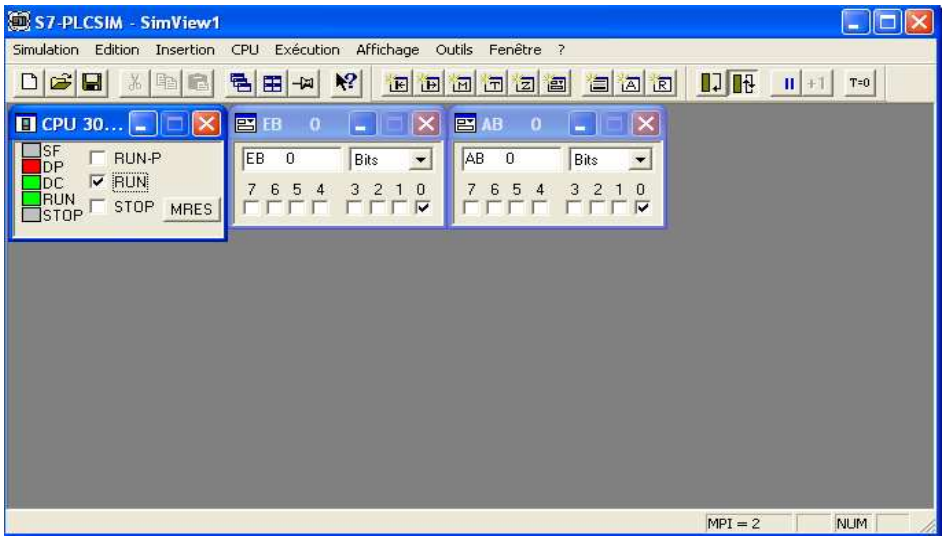


Fig.50 : Activation de S7-PLCSIM

Après avoir exécuté toutes les étapes détaillées ci-dessus, il suffit de suivre l'évolution et le déroulement de la simulation du programme.

L'exemple qui servira à des fins de test, et qui représente le remplissage de la trémie, est représenté sur la figure suivante :

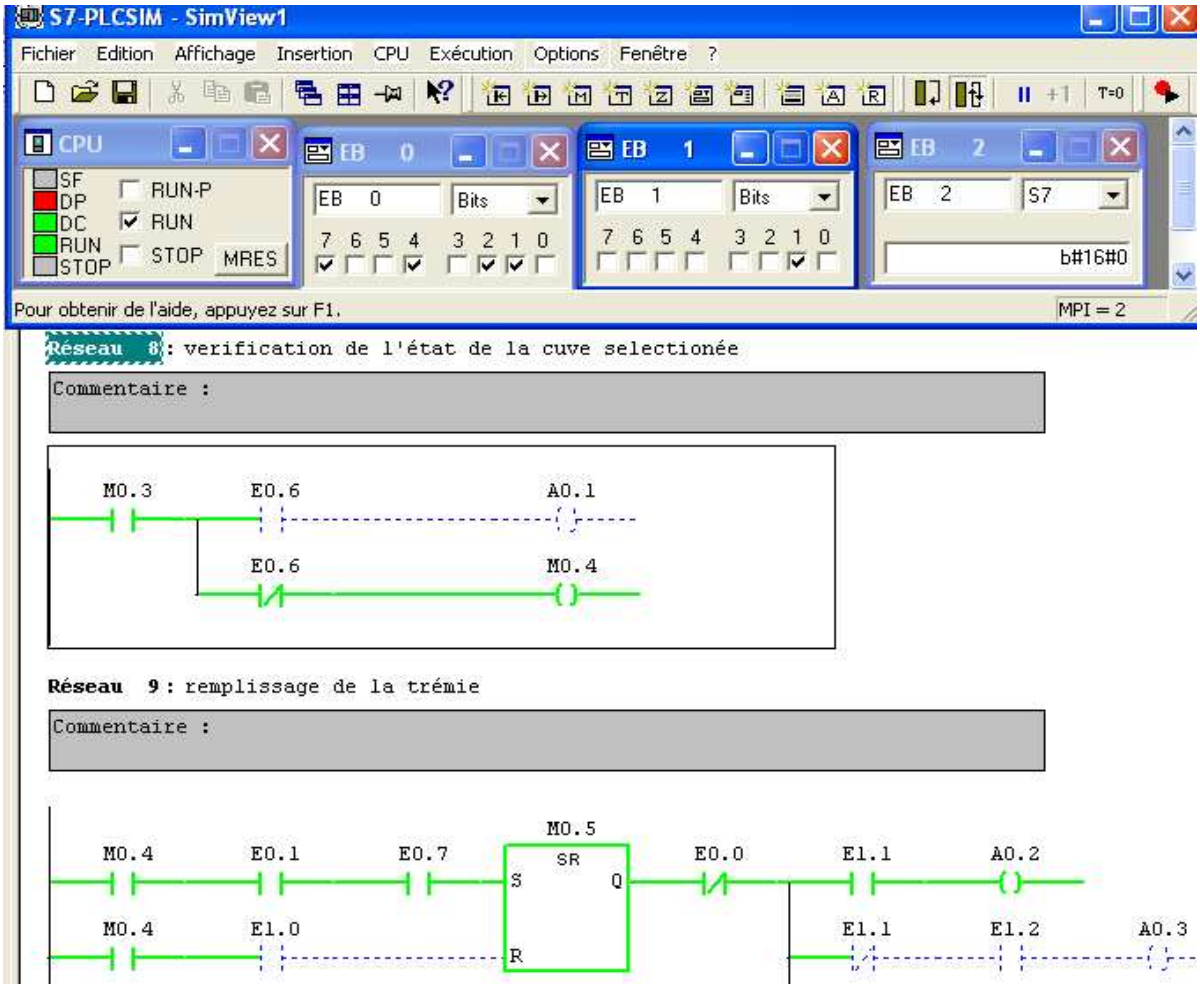


Fig.50 : Exemple de simulation avec S7-PLCSIM (Remplissage de la trémie)

V. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble de l'automate programmable industriel que nous avons adopté pour le pilotage de notre station de nettoyage et de préparation du blé avant sa mouture, ainsi que son logiciel de programmation SIMATIC STEP_7.

La validation des programmes de conduite que nous avons développée a été réalisée grâce au logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM, qui représente l'outil indispensable pour la simulation des programmes et des concepts de commande automatisés avant leur implantation sur système réels.

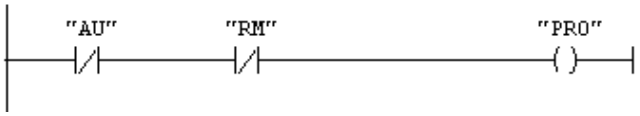
Cette procédure nous a permis d'apporter les corrections nécessaires à nos programmes développés.

OB1 : Titre :

Commentaire :

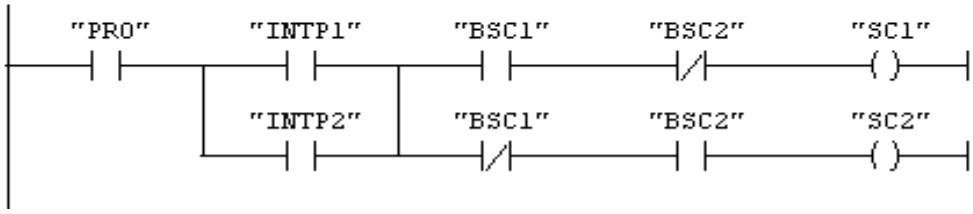
Réseau 1 : SECURITE

Commentaire :



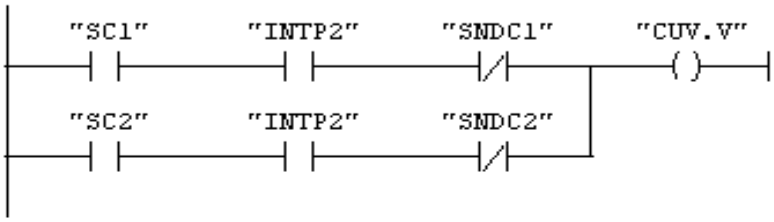
Réseau 2 : SELECTION DE LA CUVE DE DECHARGEMENT

Commentaire :



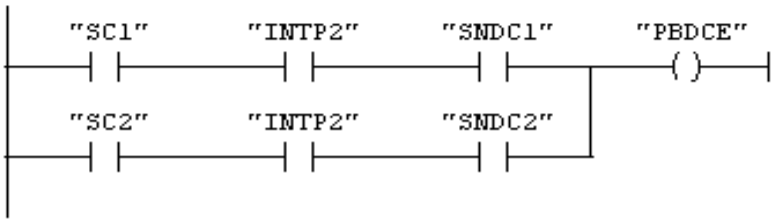
Réseau 3 : VERIFICATION ETAT DE LA CUVE D EXTRACTION 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



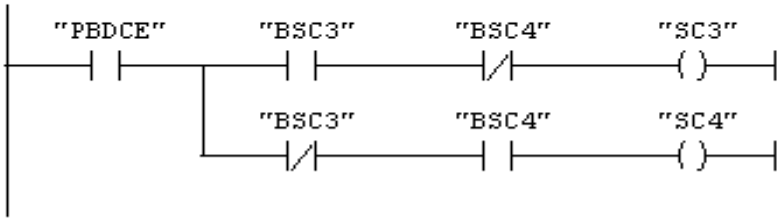
Réseau 4 : PRESENCE DE BLE DANS LA CUVE D EXTRACTION 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



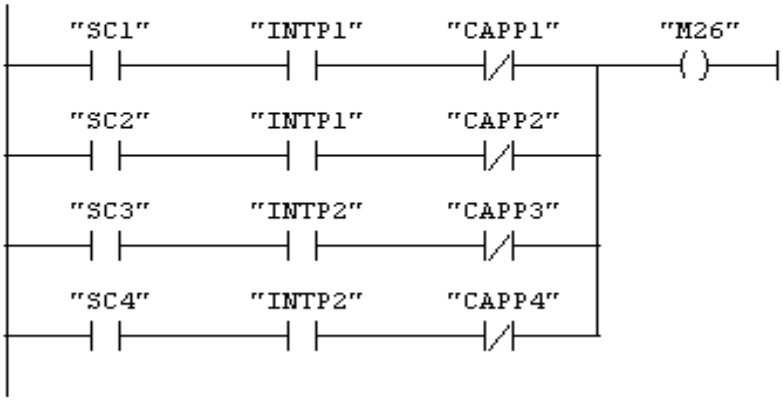
Réseau 5 : SELECTION CUVE DE DECHARGEMENT 2EME NETTOYAGE

Commentaire :



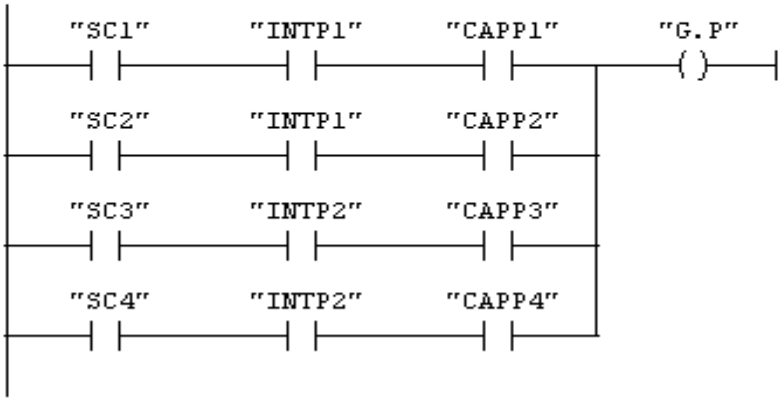
Réseau 6 : POSITIONNEMENT DE LA GIRAFE

Commentaire :



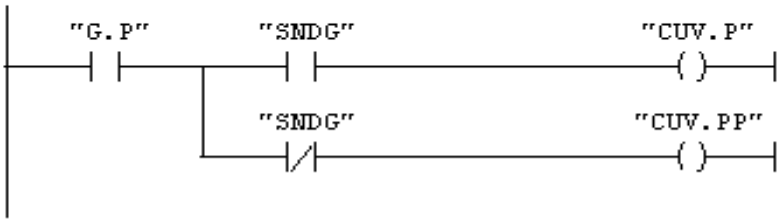
Réseau 7 : GIRAFE POSITIONEE

Commentaire :



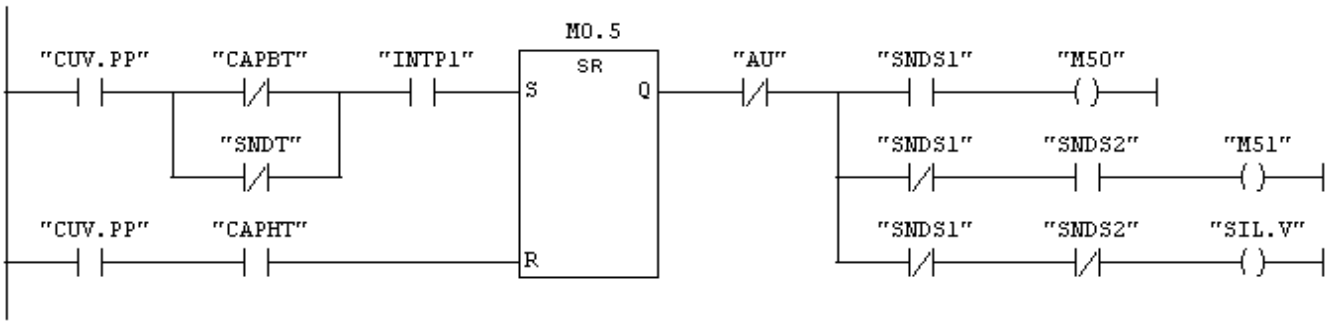
Réseau 8 : VERIFICATION DU NIVEAU DE BLE DANS LA CUVE SELECTIONNEE.

Commentaire :



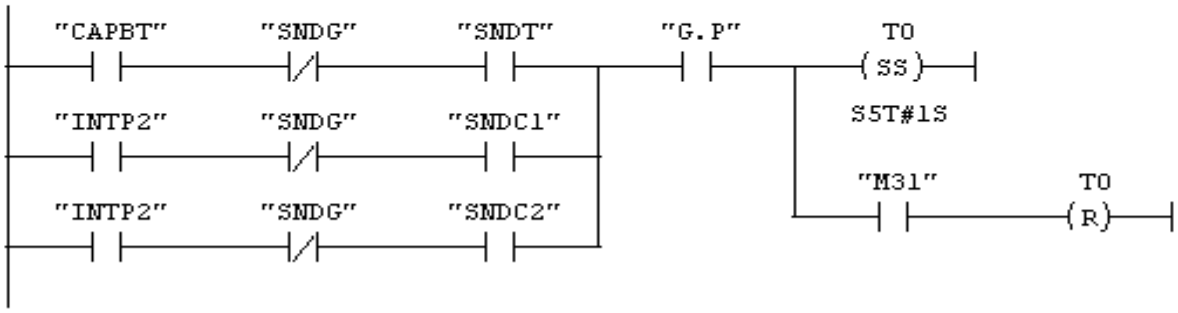
Réseau 9 : REMPLISSAGE DE LA TREMIE

Commentaire :



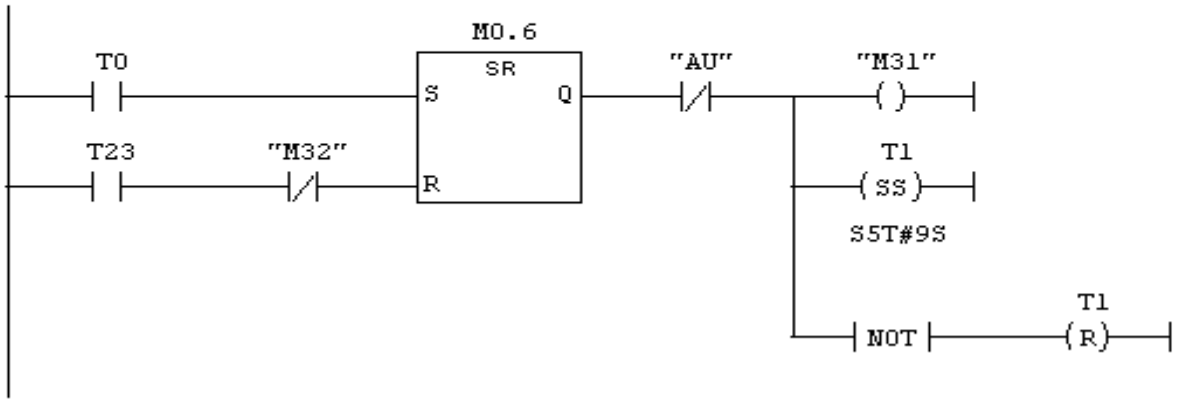
Réseau 10 : VERIFICATION CONDITION DEMARRAGE DES MOTEURS

Commentaire :



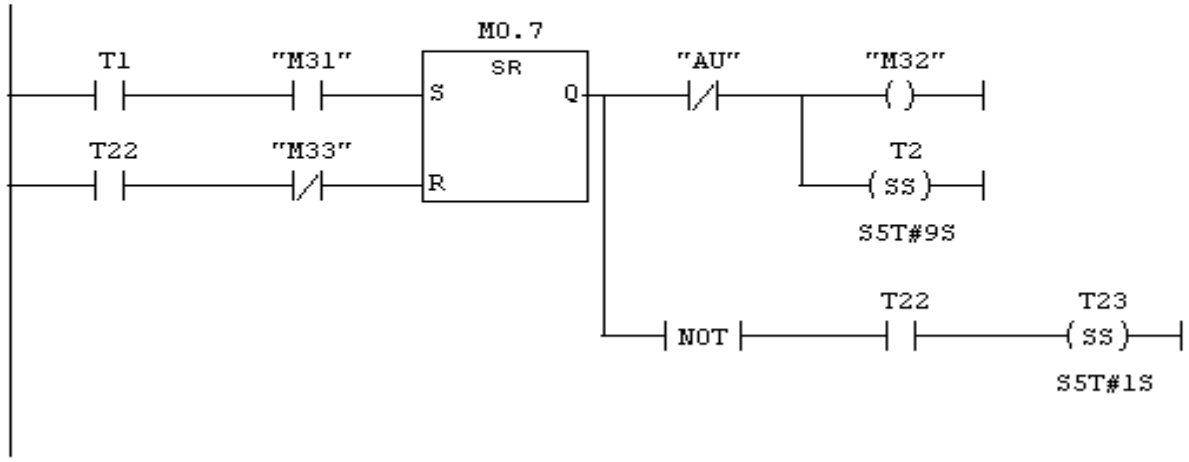
Réseau 11 : DEMARRAGE ET ARRET M31

Commentaire :



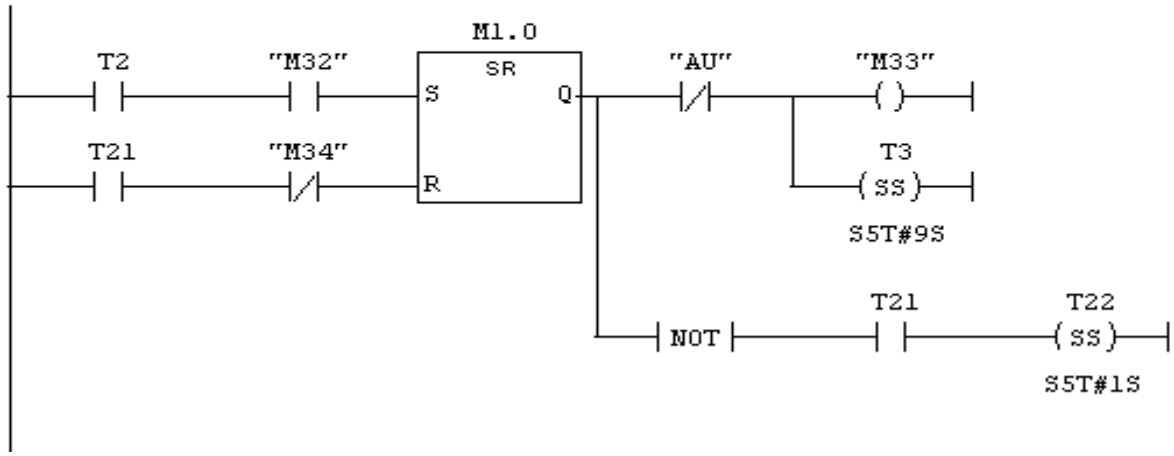
Réseau 12 : DEMARRAGE ET ARRET M32

Commentaire :



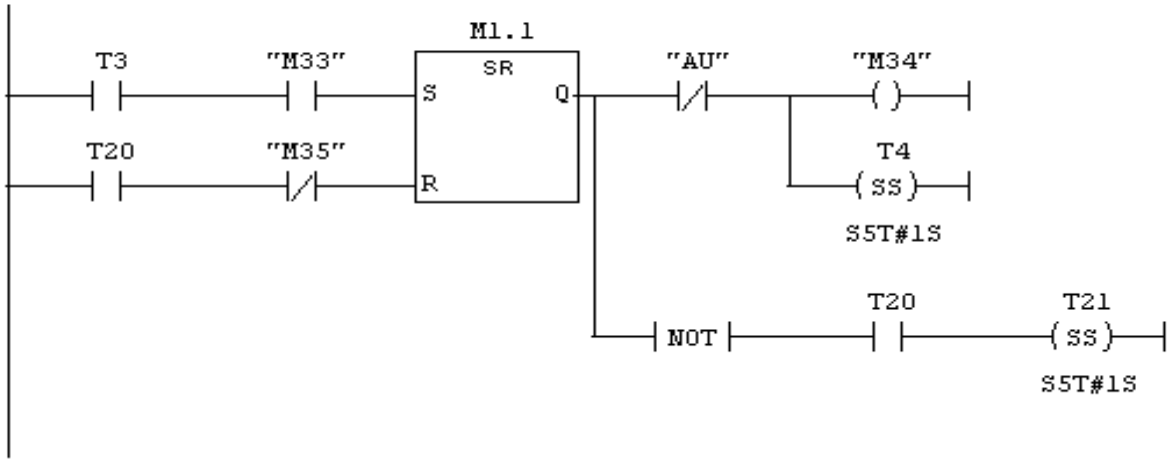
Réseau 13 : DEMARRAGE DE M33

Commentaire :



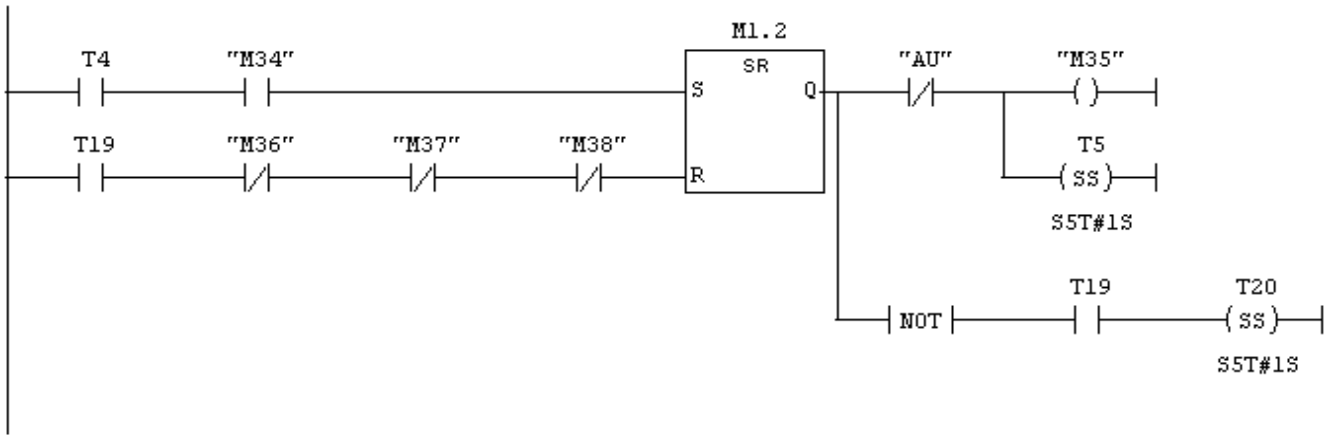
Réseau 14 : DEMARRAGE DE M34

Commentaire :



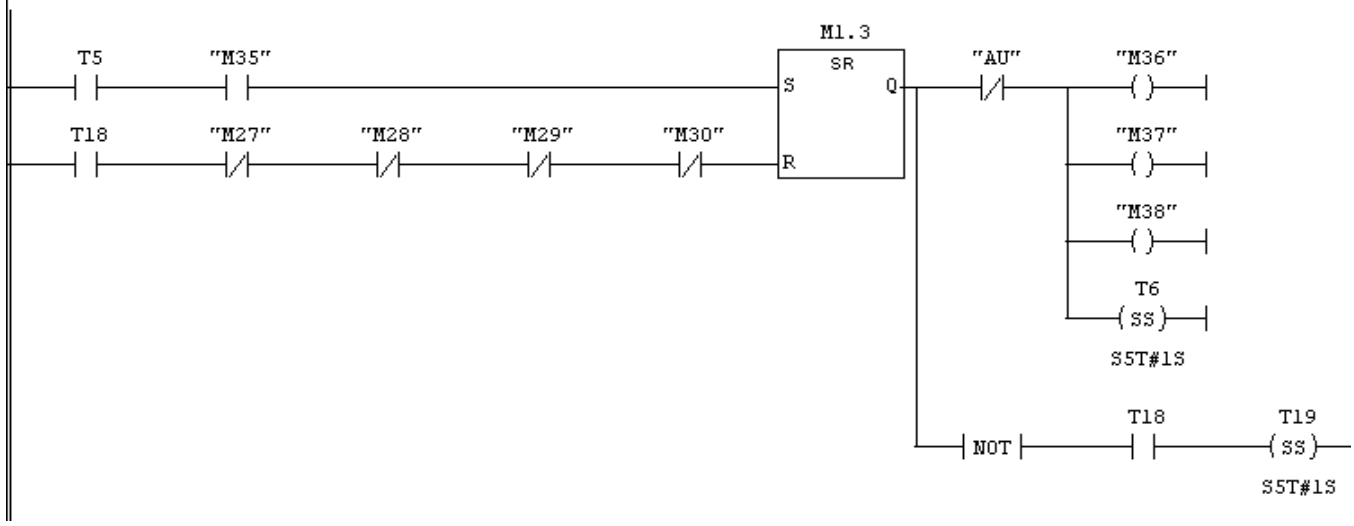
Réseau 15 : DEMARRAGE DE M35

Commentaire :



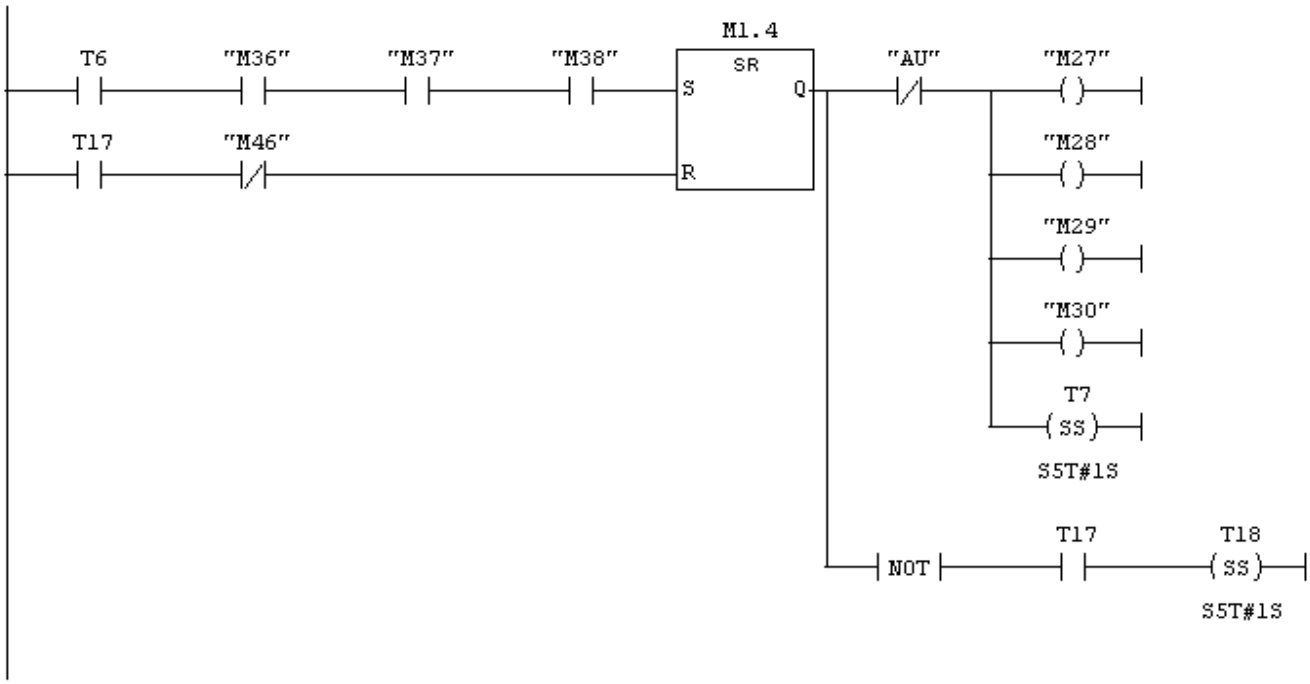
Réseau 16 : DEMARRAGE DES MOTEURS DE L'EPIRREUSE(M36/M37/M38)

Commentaire :



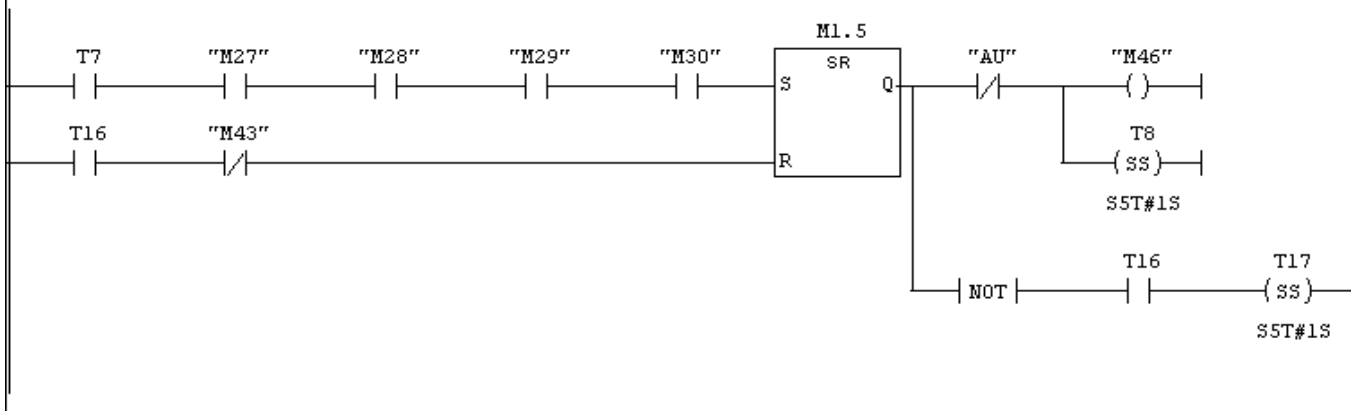
Réseau 17 : demarrage des moteurs du groupe filtre(M27/M28/M29/M30)

Commentaire :



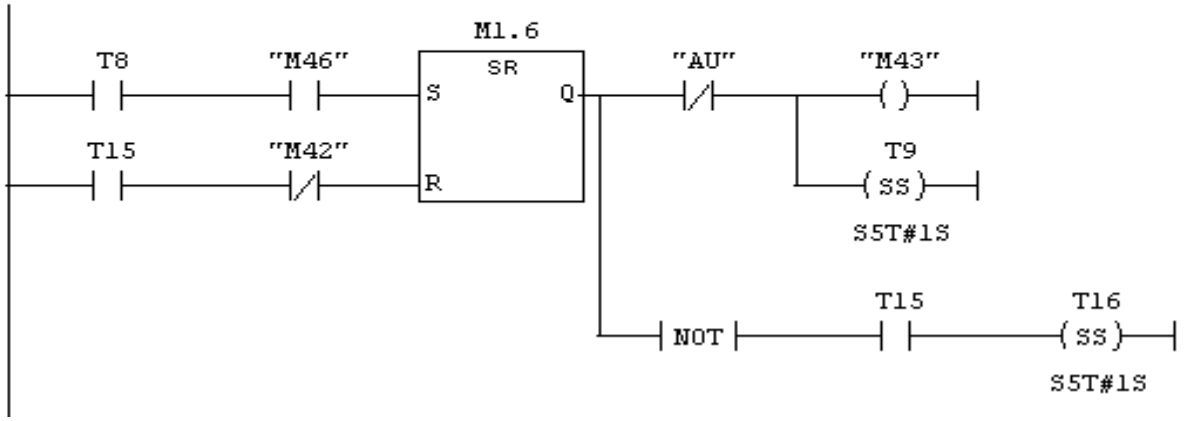
Réseau 18 : DEMARRAGE ET ARRET M46

Commentaire :



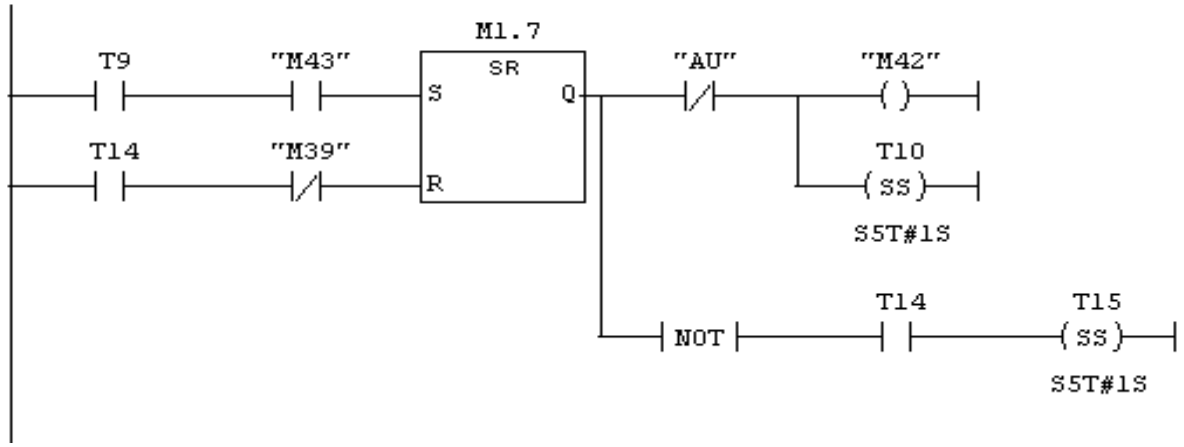
Réseau 19 : DEMARRAGE ET ARRET M43

Commentaire :



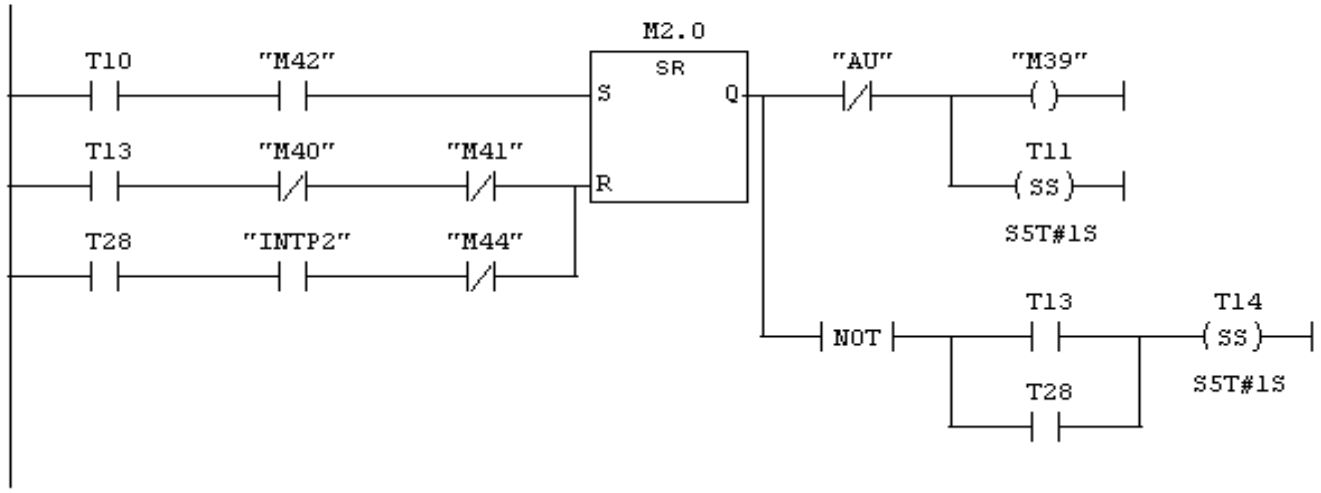
Réseau 20 : DEMARRAGE ET ARRET M42

Commentaire :



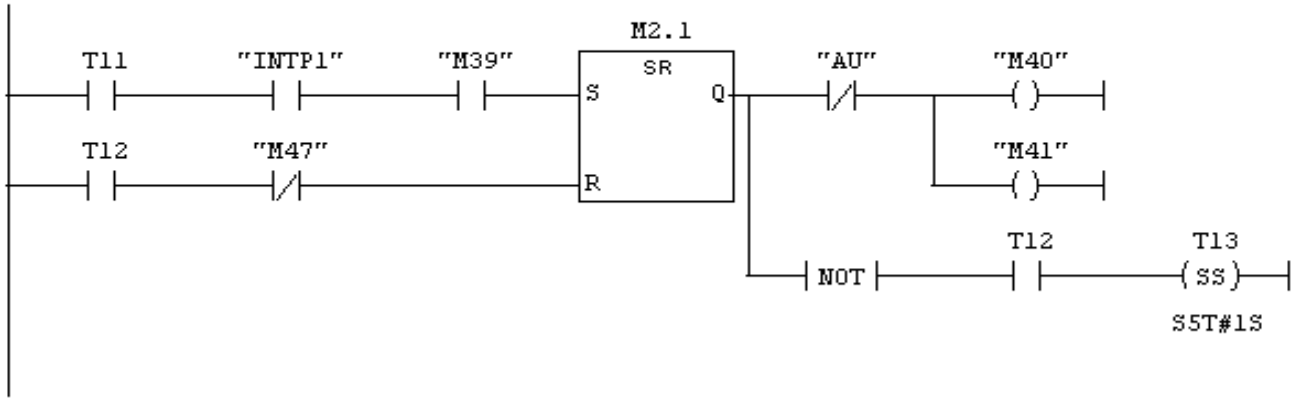
Réseau 21 : DEMARRAGE ET ARRET DE LA BROSSE A BLE M39

Commentaire :



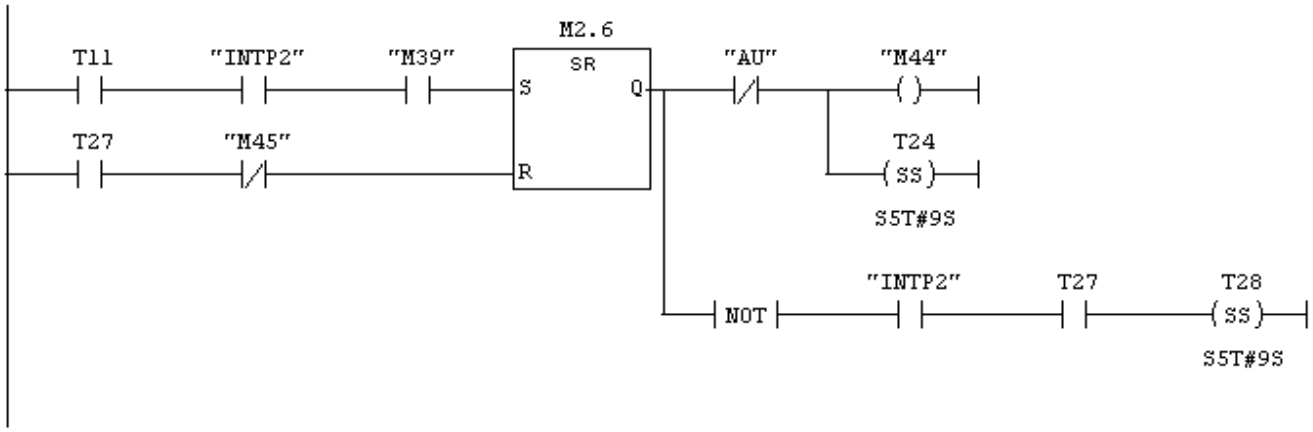
Réseau 22 : DEMARRAGE ET ARRET DE TAMIS NETTOYEUR (M40/M41)

Commentaire :



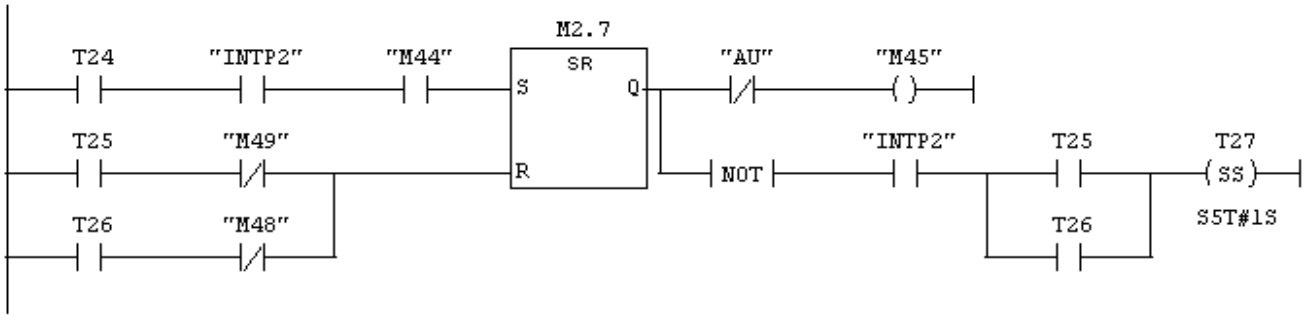
Réseau 23 : DEMARRAGE ET ARRET M44

Commentaire :



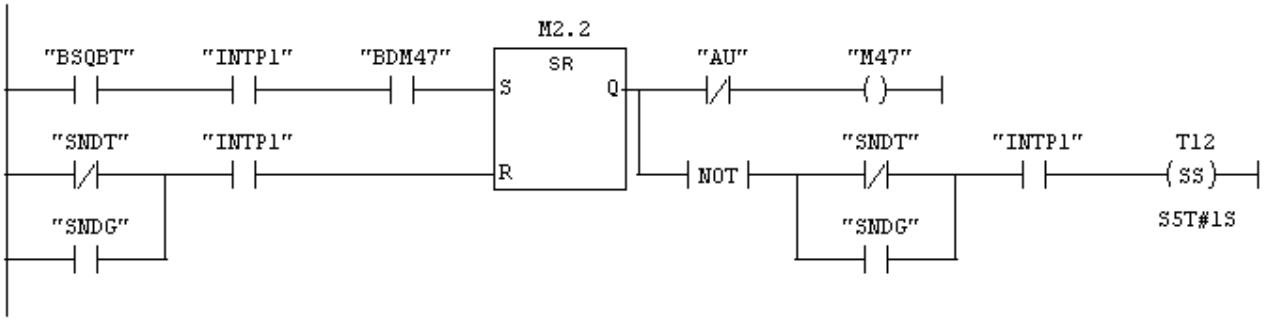
Réseau 24 : DEMARRAGE ET ARRET M45

Commentaire :



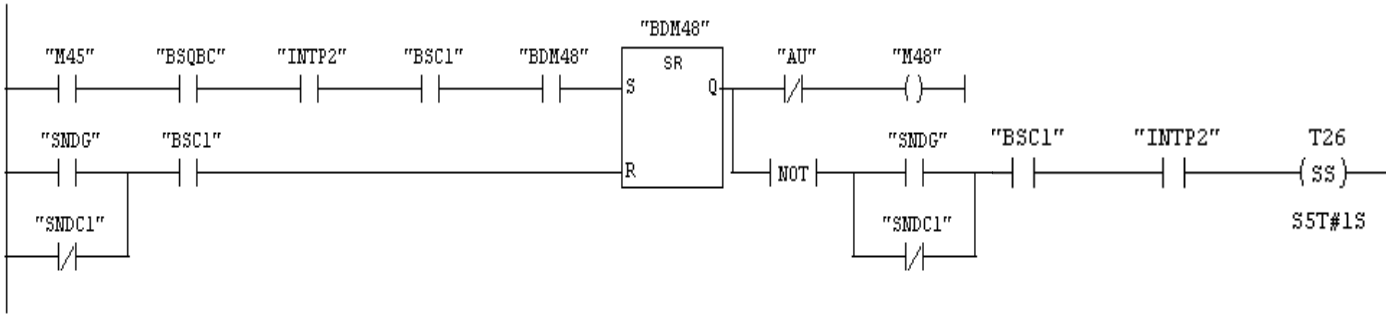
Réseau 25 : DEMARRAGE ET ARRET DE L'EXTRACTEUR TREMIE (47)

Commentaire :



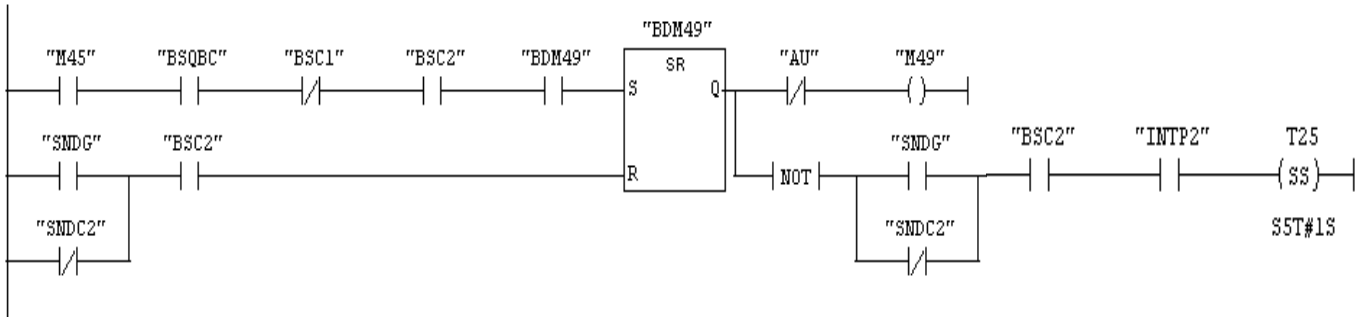
Réseau 26 : DEMARRAGE ET ARRET DE L'EXTRACTEUR DE LA CUVE1 M48

Commentaire :



Réseau 27 : DEMARRAGE ET ARRET DE L'EXTRACTEUR DE LA CUVE2 M49

Commentaire :



Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'automatisation, d'une station de nettoyage de blé effectué au sein de l'entreprise «**LES MOULINS DU BALOUA.»**, à base d'un API S7-300 de la firme SIEMENS.

Ce stage de fin de cycle nous a été bénéfique compte tenu des nombreux avantages qu'il présente. Il nous a permis de découvrir l'environnement industriel et de concrétiser nos connaissances théoriques dans le domaine pratique.

A travers ce travail, nous avons opté pour une modélisation de la station en organigramme ce qui nous a facilité le passage à la transcription de ce modèle en langage STEP_7 et l'élaboration d'une solution programmable dont la validité de ce programme à été réalisé par le biais du logiciel de simulation des modules physiques le S7-PLCSIM avant de pouvoir l'injecté à l'automate.

Pour que notre travail soit fonctionnel, il est impératif de compléter par :

- Equiper les silos d'approvisionnement, par des sondes capacitives à détection magnétique.
- Disposer d'un automate programmable S7-300 de la firme SIEMENS.
- Adapter le câblage à la nouvelle installation.
- Reprogramme Le nouvel automate.

Bibliographie

Les sites web :

1. http://www.algerie-dz.com/article3561.html
2. http://www.agrex.com/public/_cfm/homepage.cfm?id_lang_public=1
3. http://www.unctad.org/infocomm/francais/ble/technologie.htm
4. alain.charbonnel@ac-caen.fr
5. Site des Sciences de l'ingénieur, académie de Caen - Le moteur asynchrone triphasé
   - http://www.discip.crdp.accaen.fr/sti/stibacs/modules.php?name=News&file=categories&op=newindex&catid=1
   - http://www.discip.accaen.fr/sti/stibacs/modules.php?name=News&file=article&sid=144

Les mémoires de fin d'étude

1. Mémoires de fin d'étude : «*Développement d'une solution programmable Et de supervision à base d'un API S7-300 de la station de conditionnement du lait* »

   Réalisé par

   Melle *: MAHMOUDI NASSIMA* **et** Melle: *AHMED OUAMER DJAMILA*

   Proposé et dirigé par

   Mr. *A.MANI* ***et*** Mr. *M.CHARIF*

2. Mémoire de fin d'étude *« Automatisation d'un système de récupération d'eau »*

   Réalisé par :

   Melle : *AOULI LILA,* Mr : *KABOUCHE ABDELLAH et* Mr : *BEN MEDJKANE GHANI*

   Proposé et dirigé par :

   Mme : *AIT BACHIR* et Mr : *DJOUAHER*

Les livres et documentations :

- ✓ Technologie de l'électricité générale et professionnelle « Tome**2** »

  Edition « DUNOD ».

  Auteur « R.MERLET ».
- ✓ Documentation de l'entreprise « *manuel d'utilisation et d'entretien AGSDB2000*»

  COD : *ZEMZRLI 01/00*
- ✓ Documentation du logiciel ***STEP7***

Annexe

REPERTOIRE DES MOTEURS DE LA STATION

➢ Moteurs du groupe filtre

- **M27** : Moteur du ventilateur moulin à marteaux
- **M28** : Moteur réducteur
- **M29** : Moteur du compresseur à basse pression
- **M30 :** Moteur du ventilateur filtre

➢ Moteurs des transports à vis

- **M31** : Moteur de la vis de chargement des cellules ou girafe
- **M32 :** Moteur de la vis de déchargement élévateur

➢ Moteur de l'élévateur à godets

- **M33 :** Moteur de l'élévateur à godets
- **M34 :** Moteur de la vis de chargement de l'élévateur à godets

- **M35 :** Moteur du mouilleur

➢ Moteurs de l'épierreuse vibrante

- **M36 :** Premier épirreur (moto vibrateur).
- **M37 :** Deuxième épirreur (moto vibrateur)
- **M38 :** .Ventilateur Epirreur

- **M39** : Moteur de la brosse à blé

➢ Moteurs du tamis nettoyeur

- **M40 :** Motos vibrateur tamis '**1'**
- **M41** : Motos vibrateur tamis '**2'**

➢ Moteurs des transporteurs à vis

- **M42 :** Moteur du transport à vis horizontal
- **M43 :** Moteur du transport à vis vertical
- **M44 :** Moteur du transport horizontal second nettoyage noté
- **M45 :** Moteur du transport vertical du second nettoyage

- **M46 :** Moteur du broyeur à marteau

➢ Les doseurs volumétriques

- **M47** : Doseur volumétrique de la trémie
- **M48 :** Doseur de la cuve '**1'**
- **M49 :** Doseur de la cuve '**2'**

➢ Moteurs d'approvisionnement de la trémie

- **M50 :** Moteur extracteur silo'**1'**
- **M51 :** Moteur extracteur silo'**2'**

Table des mnémoniques

Abréviation	Adresse		Commentaires
M26	A	3.1	MOTEUR POSITIONNEMENT GIRAFE
CUV.P	A	3.2	LED CUVE SELECTIONNEE POUR LE DECHARGEMENT
M50	A	3.3	MOTEUR EXTRACTEUR SILO 1
M51	A	3.4	MOTEUR EXTRACTEUR SILO 2
SIL.V	A	3.5	LED SILOS VIDES
M31	A	3.6	MOTEUR DE LA VIS DE CHARGEMENT DES CELLULES
M32	A	3.7	MOTEUR DE LA VIS DE DECHARGEMENT ELEVATEUR
M33	A	4.0	MOTEUR DE L'ELEVATEUR A GODETS
M34	A	4.1	MOTEUR DE LA VIS DE CHARGEMENT DE L'ELEVATEUR A GODETS
M35	A	4.2	MOTEUR DU MOUILLEUR
M36	A	4.3	PREMIER EPIRREUR (MOTO VIBRATEUR).
M37	A	4.4	DEUXIEME EPIRREUR (MOTO VIBRATEUR)
M38	A	4.5	MOTEUR DU VENTILATEUR EPIRREUR
M27	A	4.6	MOTEUR DE VENTILATEUR MOULIN A MARTEAU
M28	A	4.7	MOTEUR REDUCTEUR
M29	A	5.0	MOTEUR DU COMPRESSEUR A BASSE PRESSION
M30	A	5.1	MOTEUR DU VENTILATEUR FILTRE
M46	A	5.2	MOTEUR DU BROYEUR A MARTEAU
M43	A	5.3	MOTEUR DU TRANSPORT A VIS HORIZONTAL
M42	A	5.4	MOTEUR DU TRANSPORT A VIS VERTICATAL
M39	A	5.5	MOTEUR DE LA BROSSE A BLE
M40	A	5.6	MOTOS VIBRATEUR TAMIS 1
M41	A	5.7	MOTOS VIBRATEUR TAMIS 2
M47	A	6.0	MOTEUR EXTRACTEUR TREMIE
CUV.V	A	6.1	LED CUVES VIDES
M44	A	6.2	MOTEUR DU TRASPORT HORIZONTAL DECOND MOUILLAGE
M45	A	6.3	MOTEUR DU TRASPORT VERTICATAL DECOND MOUILLAGE
M48	A	6.4	MOTEUR EXTRACTEUR CUVE 1
M49	A	6.5	MOTEUR EXTRACTEUR CUVE 2
AU	E	0.0	BOUTON ARRET D'URGANCE
RM	E	0.1	RELAIS MOTEURS
INTP1	E	0.2	INTURREPTEUR SELECTION PREMIER NETTOYAGE
BSC1	E	0.3	BOUTON SELECTION CUVE1
BSC2	E	0.4	BOUTON SELECTION CUVE2
CAPP1	E	0.5	CAPTEUR POSITION CUVE1
CAPP2	E	0.6	CAPTEUR POSITION CUVE2
SNDG	E	0.7	SONDE GIRAFE
CAPBT	E	1.0	CAPTEUR BAS TREMIE
CAPHT	E	1.1	CAPTEUR HAUT TREMIE

SNDS1	E	1.2	SONDE SILO1
SNDS2	E	1.3	SONDE SILO2
BSQBT	E	1.4	BOUTON SELECTION QUANTITE DE BLE à EXTRAIRE DE LA TREMIE
BDM47	E	1.5	BOUTON DEMARRAGE MOTEUR EXTRACTEUR TREMIE
SNDT	E	1.6	SONDE TREMIE
INTP2	E	1.7	INTURREPTEUR SELECTION SECOND NETTOYAGE
SNDC1	E	2.0	SONDE CUVE 1
SNDC2	E	2.1	SONDE CUVE 2
BSC3	E	2.2	BOUTON SELECTION CUVE 3
BSC4	E	2.3	BOUTON SELECTION CUVE 4
CAPP3	E	2.4	CAPTEUR POSITION CUVE 3
CAPP4	E	2.5	CAPTEUR POSITION CUVE 4
BSQBC	E	2.6	BOUTON SELECTION QUANTITE DE BLE à EXTRAIRE DE LA CUVE SELECTIONNEE
BDM48	E	2.7	BOUTON DEMARRAGE MOTEUR EXTRACTEUR CUVE 1
BDM49	E	3.0	BOUTON DEMARRAGE MOTEUR EXTRACTEUR CUVE 2 M49
PRO	M	0.0	PROTECTION
SC1	M	0.1	SELECTION CUVE 1
SC2	M	0.2	SELECTION CUVE 2
G.P	M	0.3	GIRAFE POSITIONNEE
CUV.PP	M	0.4	CUVE PAS ENCORE PLEINE
PBDCE	M	2.3	PRESENCE DE BLE DANS LA CUVE D EXTRACTION
SC3	M	2.4	SELECTION CUVE 3
SC4	M	2.5	SELECTION CUVE 4