

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الآلية والإلكتروني  
Département d'Automatique et Électrotechnique



## Mémoire de Master

Filière Automatique  
Spécialité **Automatique Appliquée**

Présenté par

KHELIFI Adel Boumadiane

SAIDI Mohamed Sohaib

---

# Gestion du sous-atelier de dosage de gypse de la cimenterie de Meftah par un S7-300

---

Proposé par : Dr. **FAS Mohamed Lamine**

Co-promoteur : Dr. **KHELIFI Moufak**

Année Universitaire 2022 - 2023

## **Remerciements**

*Avant toute chose, nous tenons à remercier « **ALLAH** » le tout puissant pour la volonté et la patience qu'il nous a donné tout le long de la période de nos études.*

*Tous mes remerciements vont à mon promoteur **Dr. FAS MOHAMED LAMINE . . .**, d'avoir accepté de diriger ce travail, qui nous a enseigné la rigueur scientifique. Nous lui remercions pour son aide précieuse et les conseils qu'il nous a prodigués tout au long de ce parcours*

*Nous tenons à remercier notre Co-promoteur **Dr. KHELIFI MOUFEK.,.** pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, sa confiance et sa patience tout au long de la réalisation de ce mémoire. Pour tout cela, nous tenons à vous exprimer nos sentiments de profonde gratitude.*

*Un merci très spécial à les ingénieurs de la SCMI de **HOCINE ROUABEHI ,OMAR DJELALE, JANATTI MOHAMED**, pour sa disponibilité et ses encouragements durant toute l'expérimentation.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptent d'évaluer notre projet.*

*Enfin, Merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.*

# Dédicaces

Mes dédicaces vont d'abord et avant tous à mes chère parents **Houcine** et **Zoulikha**, dont l'encouragement et la motivation ont été d'une extrême importance pour moi, et sans lesquelles je n'aurais honnêtement jamais pu réaliser ce mémoire.

Ces mêmes dédicaces je les adresse également à ma sœur **Nour el houda** dont le soutien indéfectible à mon égard, à constituer pour moi une source de motivation supplémentaire, je vous souhaite tous le bonheur du monde.

Aussi à mes chères frères **Moufek** et **Amine** à qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussites.

A ma source de joie et de bonheur, mon petits neveu **Anes Abd el ellah** que j'aime trop

Enfin je me dois aussi d'adresser une dédicace particulière à mon binôme **Sohaib** qui s'est investis pleinement avec moi dans la réalisation de ce travail, durant lequel nous avons pu partager plein de belle chose qui vont rester gravé dans ma mémoire.

Adel

# Dédicaces

Mes dédicaces vont d'abord et avant tous à mes chère parents **DJILALI** et **NAIMA** ainsi que ma deuxième mère **BAYA** dont l'encouragement et la motivation ont été d'une extrême importance pour moi, et sans lesquelles je n'aurais honnêtement jamais pu réaliser ce mémoire.

Ces mêmes dédicaces je les adresse également à ma sœur **IKRAM** dont le soutien indéfectible à mon égard, à constituer pour moi une source de motivation supplémentaire, je vous souhaite tout le bonheur du monde.

Aussi à mes chères frères **WALID** et **ABERRAHMEN** à qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussites.

A mes sources de joie et de bonheur, mes petits neveux **CHAHD** et **ABDELMOUMEN** que j'aime trop

Enfin je me dois aussi d'adresser une dédicace particulière à mon binôme **ADEL** qui s'est investis pleinement avec moi dans la réalisation de ce travail, durant lequel nous avons pu partager plein de belle chose qui vont rester gravé dans ma mémoire.

**SOHAIB**

## ملخص

هذه المذكرة هي مشروع في مصنع الاسمنت متيجه بمفتاح (S.C.M.I.) هدف هذا المشروع لتغيير بطاقات SCHENK بواسطة PLCS من نوع S7 300 واتصاله ب S7 400 و تتم برمجتها باستخدام برنامج TIA PORTAL . يتم دراسة كل مهام بطاقات SCHENK و ادراجها في برنامج لحقنه في PLCS المذكورة مع توفير واجهة WINCC لمعاينة كل العملية و معرفة حالة الأجهزة . تم التركيز على برنامج TIA PORTAL لبرمجة PLCS . يهدف هذا العمل لتسهيل عملية الاستغناء عن بطاقات SCHENK نظرا لسلبياتها العديدة  
الكلمات المفتاحية

PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300 ; S7 400

---

## RESUME

Ce mémoire est un projet dans une cimenterie. Ce projet vise à changées cartes SCHENK par un automate de type S7 300 et sa connexion au S7 300 et il est programmé à l'aide du programme TIA PORTAL

Toutes les tâches des cartes SCHENK sont étudiées et incluses dans un programme à injecter dans les automates précités, avec une interface WINCC fournie pour pré visualiser tout le processus et connaître l'état des appareils.

L'accent est mis sur TIA PORTAL pour la programmation PLC. Ce travail vise à faciliter le processus de suppression des cartes SCHENK en raison de leurs nombreux inconvénients

Mot clé : PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300.

---

## Abstract

This these master is a Project in the cement factory Metija Meftah, with the key (S.C.M.I.).

The aim of this project is to replace SCHENK cards with S7 300 PLCs and connect them to the S7-400, programmed using TIA Portal software.

Each task of the SCHENK cards is studied and inserted into a programme to inject it into the mentioned PLCs, providing a WINCC interface to view the entire process and device status.

The focus is on TIA Portal software for programming PLCs.

This work aims to facilitate the process of dispensing with SCHENK cards due to their various drawbacks.

**Keyword** : PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300 ; S7 400 .

## *sommaire*

Introduction générale .....	01
<b>Chapitre 1 Présentation d'usine .....</b>	<b>03</b>
1.1. Introduction .....	04
1.2. Présentation de l'usine de la SCMI .....	04
1.2.1. Composition du ciment de la SCMI.....	04
1.2.2. Procédé de fabrication du ciment .....	04
1.3. Zone ciment .....	05
1.3.1. Remplissage des trémies (clinker, gypse, tuf) .....	06
1.3.2. Roue fraise.....	07
1.3.3. Dosage et alimentation broyeur .....	07
1.4. SCHENCK VSE 20100 DISOCONT .....	08
1.4.1. Les fonctions de base .....	09
1.4.2. Principe de la mesure de la matière transportée .....	09
1.5. Problématique .....	11
1.6. Conclusion.....	11
<b>Chapitre 2 Analyse fonctionnelle et présentation du matérielle .....</b>	<b>12</b>
2.1. Introduction .....	13
2.2. Fonctions de base de la carte SCHENCK .....	13
2.2.1. Régulation de débit .....	13
2.2.2. Etalonnage du doseur .....	14
2.3. Description de matériels utilisés.....	16
2.3.1. Partie opérative.....	16
2.3.2. Partie commande.....	23
2.4 Conclusion .....	25
<b>Chapitre 3 Réalisation et résultats .....</b>	<b>26</b>
3.1. Introduction.....	27
3.2. Solution proposé.....	27
3.3. Analyse fonctionnelle de la marche du sous atelier alimentation broyeur.....	29
3.3.1. Démarrage des équipements .....	29
3.4. Supervision .....	33
3.4.1. Vues WINCC .....	33
3.4.2. Objet moteur.....	36
3.4.3. Les fenêtres de commande de moteurs.....	37
3.4.4. Les voyant des capteurs.....	38
3.4.5. Fenêtre étalonnage.....	38
3.4.6. Fenêtre Régulation.....	39
3.4.7. Fenêtre forçage.....	40
3.4.8. Défaut moteur.....	40
3.4.9. Fenêtre alarmes.....	41
3.5. Réalisation pratique.....	41
3.5.1. Matériels utilisés.....	42
3.6. Résultats obtenus .....	51

3.6.1. Résultat pour doseur gypse .....	51
3.6.2. Remise à zéro.....	52
3.6.3. Étalonnage .....	53
3.6.4. Trémie doseur gypse.....	54
3.6.5. Modes de fonctionnement.....	54
3.7. Conclusion.....	54

# LISTE DE FIGURE

## CHAPITRE 1

<b>Figure 1.1</b> : Procédé de fabrication du ciment .....	5
<b>Figure 1.2</b> : Atelier broyage ciment .....	6
<b>Figure 1.3</b> : Silos de stockage de clinker et gypse.....	6
<b>Figure 1.4</b> : Roue fraise.....	7
<b>Figure 1.5</b> : Dosage et alimentation broyeur.....	8
<b>Figure 1.6</b> : Le discount.....	9
<b>Figure 1.7</b> : Principe de la mesure de la matière transportée.....	10

## chapitre 2

<b>Figure 2.1</b> : Régulation d'un doseur gravimétrique.....	13
<b>Figure 2.2</b> : Contrôle avec matière.....	15
<b>Figure 2.3</b> : Capteur de déportement de bande.....	17
<b>Figure 2.4</b> : Arrêt d'urgence a tirette.....	17
<b>Figure 2.5</b> : Contrôleur de rotation.....	18
<b>Figure 2.6</b> : Contact fin de course.....	18
<b>Figure 2.7</b> : Capteur ultrasonore.....	19
<b>Figure 2.8</b> : Peson.....	19
<b>Figure 2.9</b> : Fonctionnement d'un codeur incrémental.....	21
<b>Figure 2.10</b> : Variateur de vitesse utilisé.....	21
<b>Figure 2.11</b> : Schéma d'un variateur pour la commande des moteurs asynchrones.....	22
<b>Figure 2.12</b> : Moteur asynchrone.....	23
<b>Figure 2.13</b> : L'API S7-300.....	23
<b>Figure 2.14</b> : Image de station ET 200.....	24

## CHAPITRE 3

Figure 3.1 : Schéma fonctionnel du système de commande des doseurs « SCHENCK ».....	27
Figure 3.2 : Schéma fonctionnel de notre solution de commande des doseurs. ....	28
Figure 3.3 : Vue principale de la commande et l'alimentation « Broyeur ciment » .....	33
Figure 3.4 : Vue détaille de la roue fraise.....	34
Figure 3.5 : Vue détaille étalonnage doseur gypse.....	35
Figure 3.6 : Courbe consigne débit et débit moteur.....	35
Figure 3.7 : Vue forçage.....	36
Figure 3.8 : Commande de séquence.....	37
Figure 3.9 : Commande moteur en mode individuelle.....	37
Figure 3.10 : Les voyants des capteurs.....	38
Figure 3.11 : Fenêtre étalonnage.....	38
Figure 3.12 : Fenêtre paramètres étalonnage.....	39
Figure 3.13 : Fenêtre paramètres PID.....	39
Figure 3.14 : Fenêtre forçage capteur.....	40
Figure 3.15 : Visualisation des défauts.....	40
Figure 3.15 : Visualisation des défauts.....	40
Figure 3.16 : Fenêtre alarmes.....	41
Figure 3.17 : API maître.....	42

Figure 3.18 : API esclave.....	42
Figure 3.19 : Station ET 200M.....	43
Figure 3.19 : (a) Réseaux API, (b) Configuration du Réseau.....	44
Figure 3.20 : Moteur asynchrone.....	45
Figure 3.21 : Plaque signalétique.....	45
Figure 3.22 : Variateur de vitesse ABB utilisé.....	45
Figure 3.23 : Schéma Variateur de vitesse.....	46
Figure 3.24 : Câblage Variateur de vitesse.....	46
Figure 3.25 : Première étape de configuration du variateur.....	47
Figure 3.26 : Etapes suivantes pour la configuration du variateur.....	48
Figure 3.27 : Dernières étapes de configuration du variateur.....	48
Figure 3.28 : Fenêtre régulation.....	50
Figure 3.29 : Test 1 de retour de débit.....	50
Figure 3.30 : Test 2 de retour de débit.....	51
Figure 3.31 : Courbe de régulation.....	51
Figure 3.32 : Remise à zéro.....	52
Figure 3.33 : Fenêtre étalonnage.....	52

## Listes des acronymes et abréviations

**ATM** : Alimentation Tablier Métallique

**BK2** : Broyeur Clinker

**T/H** : Ton par Heure

**A.P.S** : **Atelier Pré broyage Séchage**

**SCMI** : Société Ciment Mitidja

**TOR** : Toute Ou Rien

**PID** : Proportionnel Intégral Dérivé

**API** : Automate Programmable Industrielle

**PLC** : Contrôleur Logique Programmable

**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisition

**D'E/S** : Les Entrées Et Sorties

**ST** : Texte Structuré

*f* : Fréquence du courant d'alimentation (HZ).

**IHM** : Interface Homme-Machine.

**CPU** : Unité centrale de traitement.

**TIA** : Totally Integrated Automation.

# **CHAPITRE 1**

## ***Présentation d'usine cimenterie de MEFTAH SCMI***

## 1.1. Introduction

Dans ce premier chapitre, nous vous invitons à découvrir l'usine de la SCMI et les différentes étapes de production du ciment. Nous vous détaillerons les ingrédients nécessaires à sa fabrication ainsi que la zone ciment. Nous aborderons également la carte SCHENCK, ses fonctions, ses inconvénients et les raisons qui ont motivé son remplacement.

## 1.2. Présentation de l'usine de la SCMI

La cimenterie de MEFTAH SCMI est une usine de production de ciment située à MEFTAH, en Algérie. Elle appartient au groupe industriel public GICA (Groupe Industriel des Ciments d'Algérie) et a une capacité de production annuelle de 2,2 millions de tonnes de ciment.

La cimenterie utilise des technologies modernes pour produire différents types de ciments répondant aux normes internationales. Elle emploie également un grand nombre d'ouvriers et d'ingénieurs locaux pour assurer la qualité et la sécurité des opérations.

### 1.2.1. Composition du ciment de la SCMI

Le ciment fabriqué à la SCMI est à base des mélanges des ingrédients suivants :

- ❖ Calcaire (Tuf).
- ❖ Argile.
- ❖ Sable.
- ❖ Minerai de Fer.
- ❖ Gypse.

La fabrication du ciment implique la cuisson à haute température (1450 °C) d'un mélange de calcaire et d'argile, préalablement dosé et broyé sous forme de "farine crue", pour produire du clinker granuleux. Ce dernier est finement broyé avec des ajouts appropriés tels que le gypse et le tuf pour obtenir le ciment utilisé dans les travaux de construction, les maçonneries et les ouvrages d'art [1].

### 1.2.3. Procédé de fabrication du ciment

Le procédé de fabrication de ciment passe par cinq zones (Figure 1.1).

- ❖ **Zone carrière et stockage** : c'est l'endroit où les matières premières (calcaire, et argile) seront extrait et stocker avec le reste des matières premières.
- ❖ **Zone CRUE** : C'est la zone où les matières premières seront mélangées pour nous donner un mélange homogène qui s'appelle farine crue.
- ❖ **Zone cuisson** : L'étape où la farine crue sera cuite dans un four rotatif pour nous produire le clinker.
- ❖ **Zone ciment** : C'est l'endroit où les matières premières (gypse, calcaire, clinker) seront mélangées et broyer pour nous donner le ciment.
- ❖ **Expédition** : c'est la dernière étape de fabrication du ciment ou le produit fini sera emballé en sac ou en vrac.

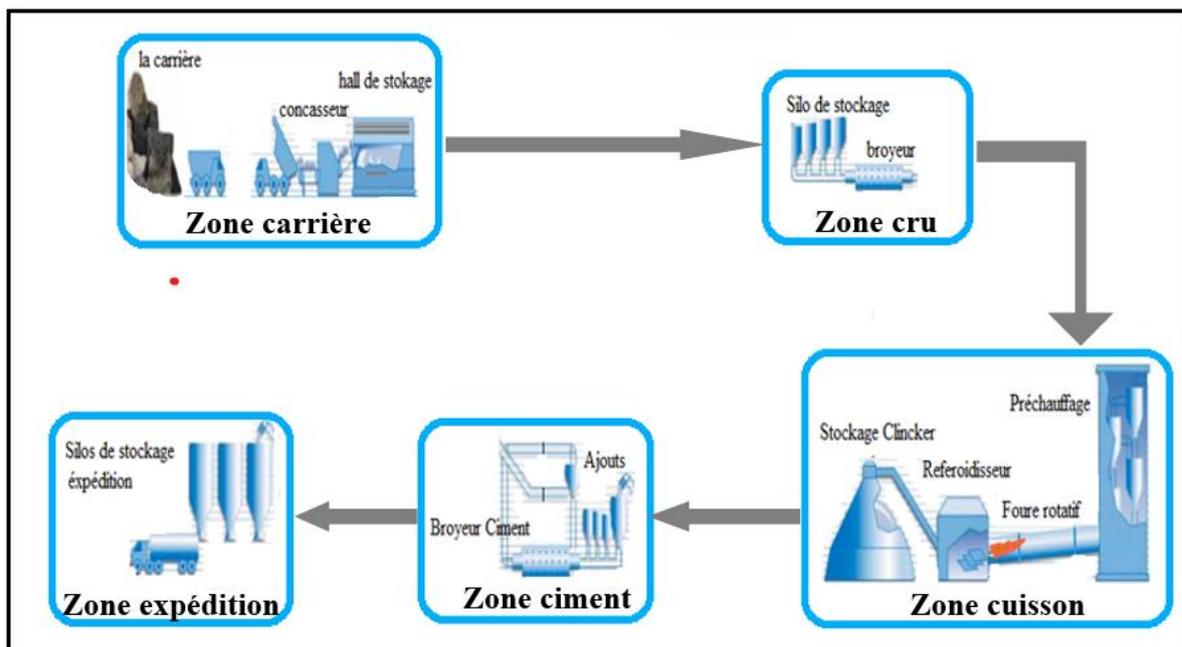


Figure 1.1 : Procédé de fabrication du ciment [1].

### 1.3. Zone ciment

Dans ce travail nous nous intéressons beaucoup plus à la zone ciment (Figure 1.2) plus précisément à l'alimentation broyeur BKII. Cet atelier est identique à l'atelier BKI avec un débit nominal de 90 tonne/heure pour chacune. Cet atelier commence par une préparation de la matière première par remplissage des trois trémies (Clinker, Gypse, tuf). Ces trois matières seront utilisées pour préparer un mélange dit mélange alimentation Broyeur. Ce mélange est obtenu par

un dosage précis qui répond à une recette donnée par le service qualité. Cette recette est assurée par les doseurs qui déversent dans le tapis entré Broyeur.



Figure 1.2 : Atelier broyage ciment

### 1.3.1. Remplissage des trémies (clinker, gypse, tuf)

Les trois matières (Clinker, gypse et tuf) sont acheminées vers leurs trémies (**FigureI-3**) correspondantes, le remplissage de la trémie Clinker se fait à travers le tapis T16 qui vient s'approvisionner de clinker stocké dans les silos de stockage, puis vient l'élévateur à godets qui achemine le clinker vers la chaîne TKF1 pour remplir la trémie. Le gypse sera transporté par le tapis T19 qui déverse sur le tapis T19 Bis et à l'aide d'un élévateur à godets ce dernier sera stocké dans la trémie de stockage gypse d'une capacité de 4 000 T. Le tuf sera transporté par le tapis T19 Bis vers le tapis Amand, puis vers l'élévateur à godets qui alimente la chaîne TKF2 pour remplir la trémie tuf.



Figure 1.3 : Silos de stockage de clinker et gypse

### 1.3.2. Roue fraise

La roue fraise est un équipement utilisé pour l'extraction de gypse stocké dans une trémie spéciale afin d'éviter le bourrage (Figure 1.4).

La roue fraise est composée d'un moteur de translation, et d'un extracteur à vitesse variable qui permet la régulation de la charge sur bande doseuse de Gypse, et deux fins de course pour délimiter la course de translation. Et deux sur-courses de sécurité en cas de problème au niveau des fins de course, et une fin de course pour la maintenance.



Figure 1.4 : Roue fraise

### 1.3.3. Dosage et alimentation broyeur

Les trois matières (Clinker, calcaire, Gypse) seront utilisées pour préparer un mélange dit mélange alimentation Broyeur. Ce mélange est obtenu par un dosage précis qui répond à une recette donnée par le service qualité.

Le dosage précis des matières premières est un élément clé du processus de production du ciment. Les doseurs SCHENCK sont souvent utilisés pour garantir une alimentation régulière du broyeur ce qui contribue à avoir la qualité requise du produit final.

Après le dosage des matières Clinker, calcaire, Gypse (Mélange alimentation broyeur) est transportée par un tapis entré Broyeur ciment « BKII » pour le broyage (Figure 1.5). La matière broyée sera transportée par élévateur à godets sortie broyeur, puis elle sera déversée dans le séparateur dynamique. Les rejets seront transportés par aéroglisseur rejets vers l'entrée broyeur pour le re-broyage, alors que le produit fini sera transporté pour qu'il soit stocké dans les silos ciment.

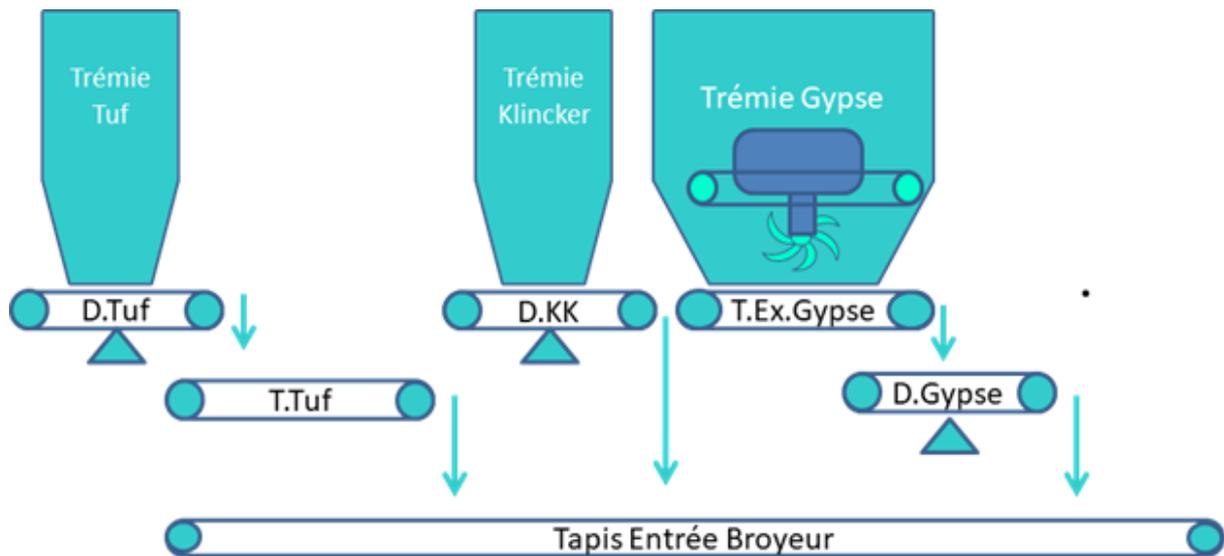


Figure 1.5 : Dosage et alimentation broyeur

Actuellement les doseurs de la SCMI sont gérés par des cartes électroniques « SCHENCK » qui s'appellent « VSE 20100 ». Ces cartes assurent la régulation des débits de chaque doseur et permet de faire son étalonnage avec précision.

#### 1.4. SCHENCK VSE 20100 DISOCONT

Le DISOCONT (Figure 1.6) est un équipement électronique modulaire, à usages multiples, pour les techniques de pesage et de dosage. Les éléments constitutants sont :

- L'unité de commande DISOCONT VSE.
- Programme d'utilisation spécifique (Software).
- Afficheur DISOCONT.

Le DISOCONT est conçu pour des fonctions de mesure et de commande. Le système DISOCONT remplit toutes les fonctions des techniques du pesage ainsi que des fonctions process pour la mesure et le dosage des produits en vrac. Il est adaptable et très flexible dans son implantation dans l'environnement et dans son raccordement. Il peut être utilisé avec un programme d'utilisation spécifique (Software) pour toutes les applications de pesage et de dosage dans les industries suivantes (Carrières, Cimenteries, Industries agro-alimentaires, Industries chimiques)[6].



Figure 1.6 : Le discount

#### 1.4.1. Les fonctions de base

Dans ce paragraphe nous allons décrire l'utilisation des fonctions basiques, ces fonctions sont :

- Mise en marche et arrêt du doseur ;
- Afficher une consigne, une consigne relative ;
- Mettre à zéro les compteurs totalisateurs ;
- Acquitter les annonces d'évènements (défauts) [6].

#### 1.4.2. Principe de la mesure de la matière transportée

Une bascule sur bande pèse en continu la matière transportée par une bande transporteuse. Le principe de la mesure est représenté dans (la figure 1.7) "Principe de la mesure". La matière est conduite sur un tablier de pesage placé sous la bande, et limité par deux rouleaux porteurs. La quantité de matière sur le tablier de pesage produit par l'intermédiaire d'un ou plusieurs rouleaux de mesure, une force sur le capteur de pesage. Les rouleaux de mesure sont reliés par exemple, par l'intermédiaire d'un système de lames-ressorts parallèles avec le cadre de la construction porteuse [6].

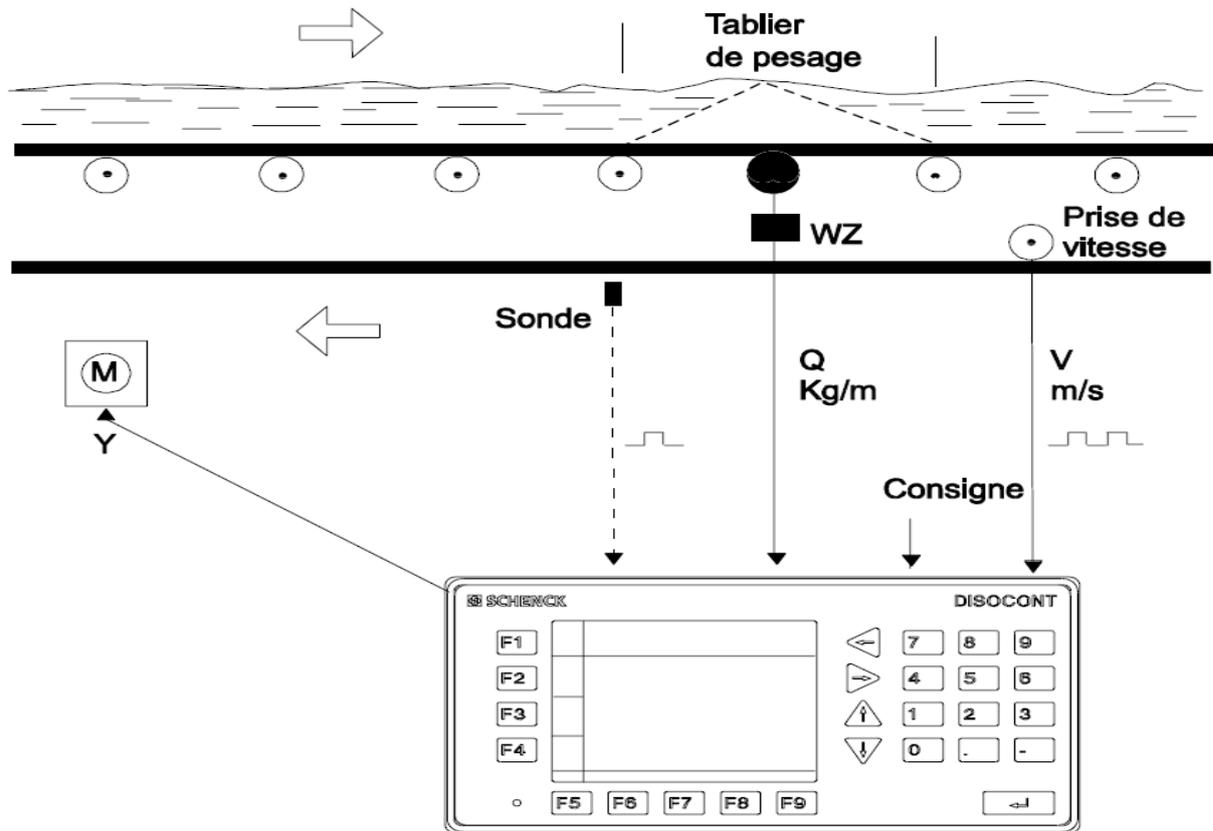


Figure 1.7 : Principe de la mesure de la matière transportée [6]

La tension de sortie du capteur de pesage est proportionnelle à la charge sur le tablier de pesage. Cette tension est amplifiée et amenée au microprocesseur du Discount via un convertisseur analogique-digital.

Le parcours de la force sur un tablier de pesage mono-rouleau est représenté par un triangle blanc dans la figure "Principe de la mesure", où l'on introduit seulement la moitié de la force engendrée par le poids de la matière.

Dans la technique de pesage on tient compte du parcours de la force du poids sur le tablier de pesage dans le calcul de la longueur effective du tablier. Pour un tablier mono-rouleau la formule suivante est valable.

$$L_{eff} = L_g / 2 \quad (1.1)$$

Avec :

$L_{eff}$  : Longueur effective du tablier peseur en « m ».

$L_g$  : Longueur totale du tablier peseur en « m ».

La charge sur la bande  $Q$  est calculée comme suit :

$$Q = Q_B / L_{eff} \quad (1.2)$$

Avec :

$Q$  : Charge sur la bande en « kg/m ».

$Q_B$  : Charge sur le tablier peseur en « kg ».

Le DISOCONT calcule le débit à partir des valeurs de mesure de la charge sur la bande et de la vitesse de celle-ci. Et ceci d'après la formule suivante :

$$I = Q * V = Q_B \times V / L_{eff} \quad (1.3)$$

Avec :

$I$  : Débit en kg/s

$V$  : Vitesse de la bande en m/s [6].

## 1.5. Problématique

Actuellement les doseurs de la SCMI sont gérés par des cartes électroniques SCHENCK qui s'appellent « VSE 20100 DISOCONT ». Ces cartes assurent la régulation des débits de chaque doseur et permettent de faire son étalonnage avec précision. Les inconvénients majeurs de ce type de régulateur sont :

- Chaque doseur est géré par une carte « VSE 20100 DISOCONT» plus un afficheur SCHENCK séparé des autres ce qui augmente le cout et l'encombrement du câblage.
- Diagnostique difficile à cause du manque de la supervision (boite noir).
- Manque de disponibilité sur le marché local.
- Programme d'utilisation spécifique (Software).

## 1.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la société SCMI et le processus de production du ciment dans les cinq zones à partir de l'extraction de la matière première jusqu'à l'expédition du ciment. Ainsi nous avons discuté à la zone ciment particulièrement et l'opération de dosage des métiers premiers pour l'alimentation de broyeur BK2. A la fin de chapitre nous avons parlé sur un problématique dans la zone ciment et citer le principe de fonctionnement de discount.

## **Chapitre 2**

# **Analyse fonctionnelle et présentation du matériels**

## II.1. Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons abordé notre problématique, et donc dans ce chapitre nous étudions toutes les fonctions de cette carte pour essayer d'éjecter toutes les tâches et les fonctions de cette carte dans un automate S7 300. Nous avons ensuite mentionné tout le matériel utilisé dans notre projet.

## II.2. Fonctions de base de la carte SCHENCK

Les cartes SCHENCK (VSE 20100) sont des cartes électroniques, qui nous permettent d'effectuer de nombreuses tâches, notamment :

- ✓ La régulation de débit.
- ✓ L'étalonnage du doseur.
- ✓ La régulation du poids de la trémie.

### II.2.1. Régulation de débit

#### ❖ Doseur gravimétrique :

Une bande transporteuse soutire de la matière, comme représenté dans la figure 2.1 suivante, d'une trémie ou d'un silo. Le débit de consigne et le débit réel sont comparés et la différence est conduite sur un régulateur R. Ce dernier modifie la vitesse de la bande transporteuse, jusqu'à ce que le débit réel soit égal au débit de consigne.

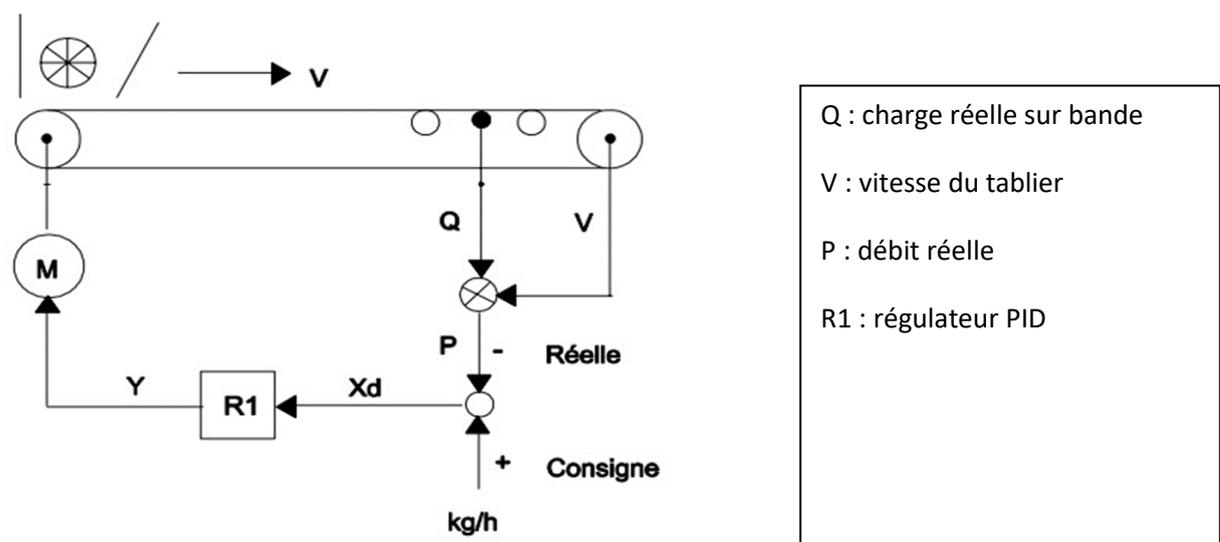


Figure 2.1 : Régulation d'un doseur gravimétrique [8].

### II.2.2. Etalonnage du doseur

L'étalonnage est le processus de vérification et d'ajustement d'un instrument de mesure pour s'assurer qu'il fournit des résultats précis et fiables. Cela implique généralement la comparaison de l'instrument à une référence connue ou à un étalon, et l'ajustement de l'instrument pour corriger toute erreur ou inexactitude. L'étalonnage est important pour garantir la qualité et la fiabilité des mesures, en particulier dans les domaines tels que la science, l'ingénierie, la médecine et l'industrie.

- **Fonction "TW : Tarage (remise à zéro)**

Cette fonction d'ajustage détecte, sur un ou plusieurs tours complets de bande, l'erreur du zéro de la bascule sur bande. Au contraire du programme de réglage du zéro il est seulement utilisé lors de la mise en route ou après des modifications et de ce fait, cette fonction est protégée par mot de passe contre des erreurs d'utilisation. Après le tarage, la charge sur la bande est 0 kg/m.

- **Fonction d'ajustage "TB : Tarage"**

Le programme de tarage détecte automatiquement le poids de la trémie vide et le transmet dans le paramètre P24.25 "Tare". Après le tarage le poids de remplissage de la trémie est égal à 0 tonne

- **Contrôle avec matière**

Chaque contrôle ou ajustage avec des poids étalons ne peut que représenter imparfaitement les conditions réelles de fonctionnement de l'appareil. Une bascule (Doseur) de haute précision ne peut être obtenue qu'après plusieurs mesures avec Matière et après les corrections correspondantes. La correction est réalisée avec le paramètre P 09.01 "Correction échelle".

- **Condition pour un "Contrôle avec matière"**

- ❖ Le circuit matière du tablier de pesage jusqu'à l'endroit où l'on récupère la matière doit être propre.
- ❖ Les by-pass existants ne doivent pas dériver de matière.
- ❖ Si entre le tablier de pesage et l'endroit de récupération de la matière il y a des vis de transport ou des aéroglesseurs, il faut manutentionner du produit pendant environ 1/2 heure avant tout contrôle. Ainsi il se produit dans les divers organes de manutention les colmatages normaux.

- ❖ Il faut réduire jusqu'au minimum les dépoussiérages.
- ❖ Les trémies ou les camions, dans lesquels la matière est transportée sur une bascule étalonnée pour transactions commerciales, doivent être nettoyés avant chaque remplissage et nouvellement pesés (Tarage).

### Exemple pour un "Contrôle avec matière"

Dans la Figure 2.2 (Contrôle avec matière) on a représenté schématiquement comment un contrôle avec matière doit être conduit

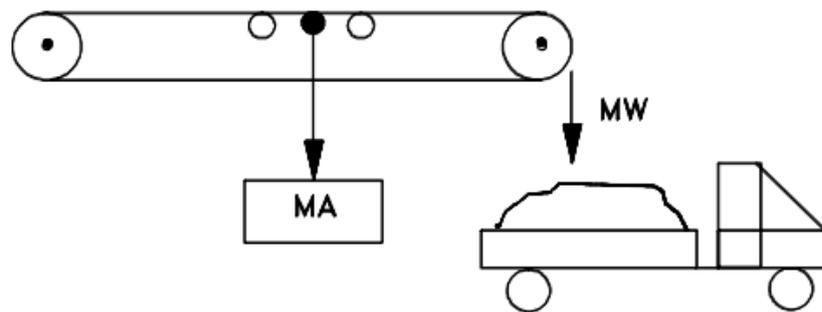


Figure 2.2 : Contrôle avec matière

Pendant un certain temps, par exemple 15 min, on transporte une quantité réelle de matière MW de 4,9 tonne. La quantité de matière affichée MA sur le Discount se monte à 5,0 tonne. La nouvelle valeur du paramètre P 09.01 "Correction échelle" est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Paramètre P 09.01 (Nouveau)} = \frac{\text{Paramètre P 09.01 (Ancien)} * MW}{MA} \quad (2.1)$$

Il se monte dans l'exemple ci-dessus à 0,98. Introduire la nouvelle valeur dans le paramètre P 09.01 "Correction échelle".

#### ① Causes possibles pour des écarts de la valeur de mesure par rapport à la valeur vraie

- ❖ Tensions dans le tablier de pesage
- ❖ Alignement défectueux
- ❖ Influences parasites dans le câble de mesure du capteur de pesage

#### ② Conditions

- Il ne doit pas rester de matière sur la bande

- Quand un alimentateur participe, celui-ci doit être arrêté avec la fonction "Alimentateur ARRÊT".
- Le tarage ou la mise à zéro ont été réalisés.
- Le paramètre P 09.03 "Poids étalon" a été introduit. Le poids étalon doit avoir une valeur comprise entre 30% et 100% de la charge nominale  $Q_0$  du tablier de pesage. La charge nominale du tablier de pesage est calculée ainsi :

$$Q_0 = q_0 * L_{eff} \quad (2.2)$$

Avec :

$q_0$  : Charge nominale sur la bande

$L_{eff}$  : Longueur efficace du tablier de pesage

- Le poids étalon est placé à la place prévue.
- Le doseur est mis en route.
- Présélection de la marche volumétrique
- Le mode de fonctionnement Batch ne doit pas être actif.

## II.3. Description de matériels utilisés

Nous divisons les matériaux utilisés en trois parties :

### II.3.1. Partie opérative

La partie opérative d'un système est la partie qui effectue les tâches physiques ou mécaniques. Elle comprend les composants tels que les actionneurs, les capteurs, les moteurs, les vérins, etc.

#### a. Les capteurs

##### a.1. Capteurs logique (TOR)

###### i. Capteur de déportement de bande

Les détecteurs qui sont placés sur les bordures de la bande des trois transporteurs (figure 2.3), ils ont le même principe de fonctionnement de fins de courses, lorsque la bande est décalée, le fin de course s'active et après un certain temps si le fin de course reste activé, le moteur s'arrête.



Figure 2.3 : Capteur de déportement de bande

### **ii. Arrêts d'urgence a tirette**

Le boîtier est placé de chaque côté du transporteur (figure 2.4), réalise la sécurité défauts par câble c'est à dire il permet à l'opérateur d'arrêter le fonctionnement du tapis en cas de par le tirage l'un des deux files qui vont ouvrir un contact.

Dans notre atelier on utilise deux interrupteurs d'arrêt d'urgence, le premier pour le transporteur sortie doseur tuf et le deuxième pour transporteur alimentation broyeur.



Figure 2.4 : Arrêt d'urgence a tirette

### **iii. Contrôleur de rotation**

C'est un capteur de proximité Inductif placé face du en tambour de renvoi et de tension avec une distance très proche. Dans l'atelier de broyage deux capteurs de contrôle de rotation

sont utilisés (figure 2.5). Le premier dans le tambour de transporteur sortie doseur tuf et le deuxième dans le tambour de transporteur alimentation broyeur BKII.

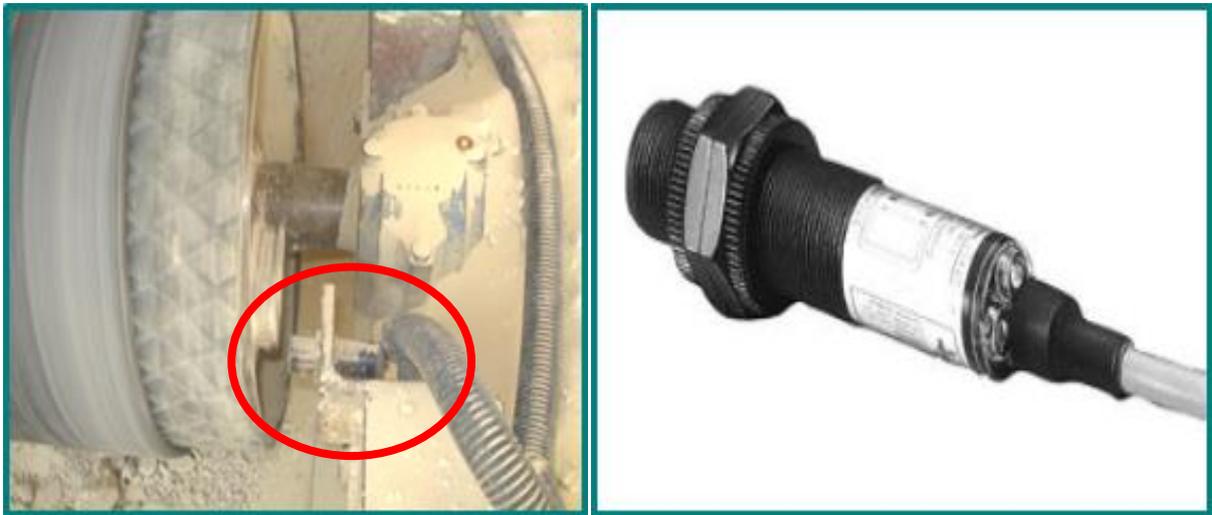


Figure 2.5 : Contrôleur de rotation

#### 4i. Les contacts fins de course

Un contact de fin de course (figure 2.6) est un dispositif électromécanique utilisé pour déterminer le positionnement et les applications du contrôle en mécanique et en ingénierie des systèmes. Il est utilisé pour détecter la présence ou l'absence d'objets dans les zones où le contact physique est autorisé



Figure 2.6 : Contact fin de course

## a.2. Capteurs analogiques

### i. Capteurs ultrasonores

Sont des dispositifs électroniques qui utilisent des ondes sonores à haute fréquence pour détecter la présence d'objets ou de personnes dans leur environnement. Ils émettent des signaux sonores à une fréquence supérieure à la limite de l'audition humaine (20 kHz) et mesurent le temps qu'il faut pour que ces signaux rebondissent sur un objet et reviennent au capteur. En fonction de ce temps, le capteur peut déterminer la distance entre lui-même et l'objet détecté. Les capteurs ultrasonores (figure 2.7) sont couramment utilisés dans les systèmes de sécurité, les robots, les systèmes de mesure de distance et les systèmes d'aide à la conduite *automobile* [2].



Figure 2.7 : Capteur ultrasonore

### ii. Pesons

Un peson (figure 2.8) est un transducteur qui convertit la force de poids exercée par l'échantillon et de compression en sortie électrique (un signal électrique) mesurable.

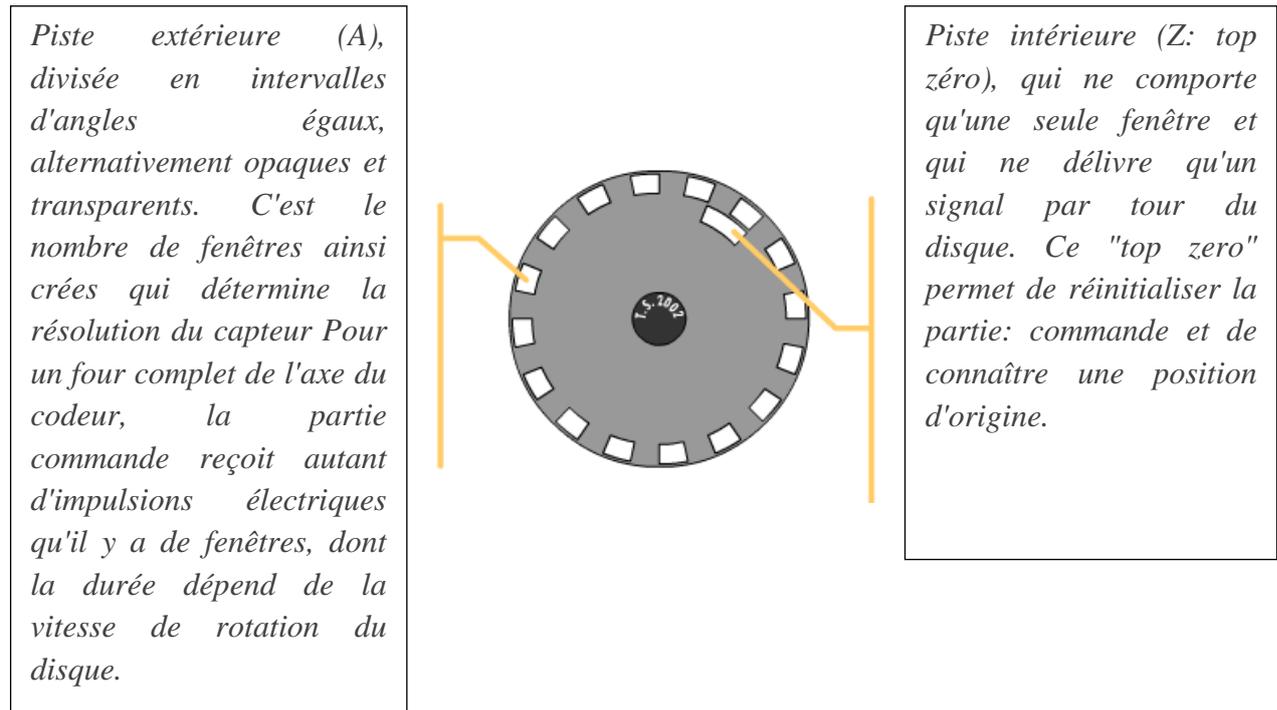


Figure 2.8 : Peson

### a.3. Capteurs numériques

#### i. Codeur incrémentale

Le codeur incrémental est destiné à des applications où l'information de position est obtenue par mesure du déplacement de l'objet. Le codeur délivre un train d'impulsions dont le nombre permet de déduire le déplacement et dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de déplacement. Il est constitué d'un disque comportant deux pistes : A et Z.



#### ❖ Particularités de fonctionnement

Un codeur incrémental possède trois têtes de lecture, une tête de lecture est affectée à la piste intérieure et délivre une impulsion par tour, permettant à la partie commande de compter le nombre de tours effectués par le disque. Deux têtes de lecture sont placées sur la piste extérieure. Chaque tête, prise isolément, permet à la partie commande de déterminer l'angle de rotation du disque en comptant le nombre d'impulsions reçues. Les deux têtes sont décalées l'une par rapport à l'autre d'un quart de largeur de fente. Ainsi, les signaux émis sont décalés dans le temps. La partie commande, en détectant quelle voie change d'état en premier peut déterminer le sens de rotation du disque.

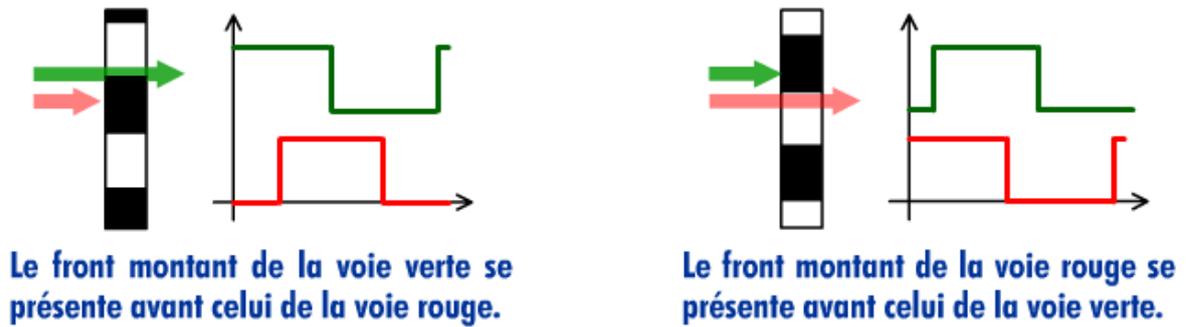


Figure 2.9 : Fonctionnement d'un codeur incrémental

## b. Pré-actionneur

Les éléments qui fournissent et/ou modifient la puissance utile ou activent les actionneurs en réponse à une commande de l'unité de commande.

### b.1. Variateur de vitesse

Un variateur de vitesse (figure 2.10) est un dispositif électronique qui permet de régler la vitesse d'un moteur électrique en modifiant la fréquence et la tension de l'alimentation électrique. Ces constituants électroniques regroupent en un seul appareil toutes les fonctions nécessaires à la commande du moteur :

- ✓ Démarrage (avec contrôle de l'accélération)
- ✓ Inversion du sens de rotation Freinage (avec contrôle de la décélération)
- ✓ Choix de plusieurs vitesses de rotation
- ✓ Variation de vitesse avec consigne analogique
- ✓ Surveillance du moteur (courant moteur, échauffement...)
- ✓ Contrôle du couple moteur (contrôle vectoriel de flux) [5].



Figure 2.10 : Variateur de vitesse utilisé

### ❖ Principe de fonctionnement

L'ACS355 est un variateur pour la commande des moteurs asynchrones et moteurs synchrones à aimants permanents ; il est conçu pour un montage mural ou en armoire. Un schéma simplifié de l'étage de puissance du variateur est illustré ci-dessous (Figure 2.11) et constitué par :

- ☑ Un **redresseur** qui convertit la tension C.A. triphasée en tension C.C qui est stabilisée par la batterie de condensateurs du circuit intermédiaire.
- ☑ Un **onduleur** qui convertit la tension continue en tension alternative pour le moteur.
- ☑ Un **hacheur** de freinage relie la résistance de freinage externe au circuit C.C. intermédiaire lorsque la tension du circuit franchit la limite maximale.

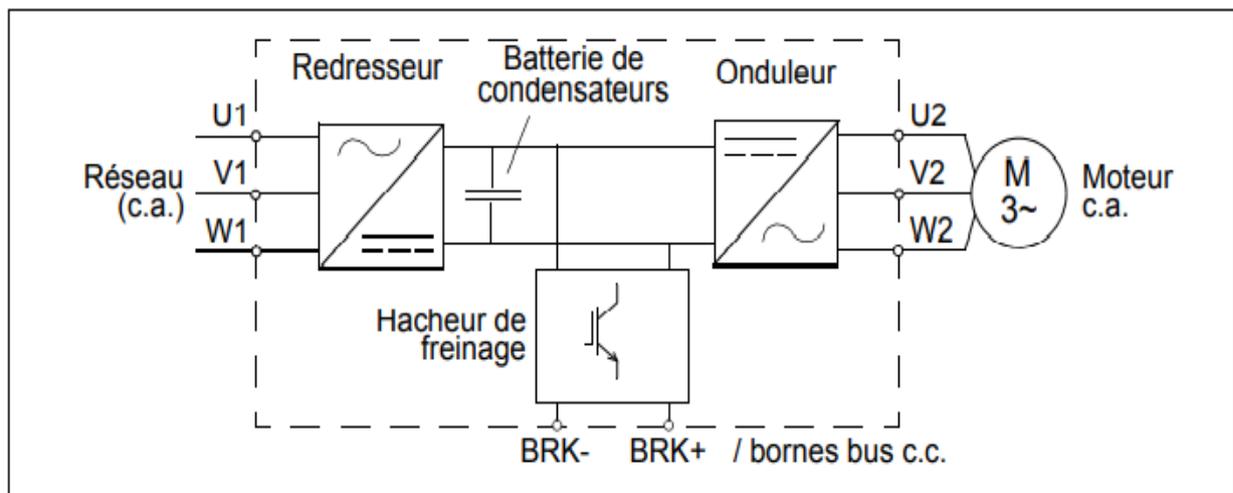


Figure 2.11 : Schéma d'un variateur pour la commande des moteurs asynchrones

### c. Actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs qui convertissent un signal d'entrée en une action physique.

#### c.1. Moteur asynchrone

Un moteur asynchrone (figure 2.12) est un type de moteur électrique qui fonctionne à l'aide d'un champ magnétique tournant produit par l'interaction entre le stator et le rotor. Il est largement utilisé dans l'industrie pour entraîner des machines et des équipements tels que les pompes, les ventilateurs, les compresseurs et les convoyeurs. Le moteur asynchrone est également appelé moteur à induction.



Figure 2.12 : Moteur asynchrone

### II.3.2. Partie commande

C'est la partie qui gère le fonctionnement de la partie opérative. Elle comprend des composants tels que des microcontrôleurs, des circuits logiques programmables (FPGA), des ordinateurs, des APIs ... etc. La partie commande reçoit des informations provenant de la partie opérative et prend des décisions pour contrôler le fonctionnement du système.

#### a. L'automate S7-300

C'est un système de contrôle programmable (PLC) développé par Siemens (figure 2.13). Il est utilisé pour automatiser les processus industriels dans diverses industries telles que l'automobile, la production alimentaire, la chimie, etc. L'API S7-300 est conçu pour être modulaire et évolutif, ce qui signifie qu'il peut être adapté aux besoins spécifiques de chaque application [9].



Figure 2.13 : L'API S7-300

### a.1. Fonctionnement de l'API S7-300

Repose sur un processeur central qui exécute le programme de contrôle. Le programme est écrit en langage de programmation graphique (LADDER) ou en langage de programmation structuré (ST). Les entrées et sorties sont connectées à des modules d'E/S dédiés qui sont insérés dans le rack du système.

Les API S7 300 peuvent être connectés à d'autres systèmes via des interfaces de communication telles que PROFIBUS ou Ethernet. Cela permet une intégration facile avec d'autres équipements tels que des capteurs, des actionneurs ou des systèmes SCADA [9].

### b. Station de périphérie décentralisée ET 200M

La station de périphérie décentralisée ET 200M (Figure 2.14) est une station de périphérie modulaire, dotée de la protection IP 20. L'ET 200M a la même architecture technique que le système d'automatisation S7-300 et elle est constituée d'un IM 153-x et de modules de périphérie du S7-300. L'ET 200M peut communiquer avec :

- Tous les maîtres DP se comportant selon la norme CEI 61784-1 :2002 Ed1 CP 3/1
- Tous les IO Controller se comportant selon la norme CEI 61158.



Figure 2.14 : Image de station ET 200

### c. Amplificateur pour cellule de charge 4 – 20 mA

Un amplificateur pour cellule de charge 4-20 mA et l'automate programmable est un dispositif électronique qui permet d'amplifier le signal de sortie d'une cellule de charge, qui est

généralement un signal de courant 4-20mA, afin de le rendre compatible avec l'entrée analogique d'un automate programmable.

L'amplificateur pour cellule de charge peut être alimenté par une source d'alimentation externe ou par la boucle de courant 4-20mA elle-même. Il peut également être équipé d'une fonction de filtrage pour éliminer les interférences électromagnétiques et les bruits parasites.

L'automate programmable peut alors recevoir le signal amplifié et le traiter en fonction des instructions programmées. Cela permet de surveiller et contrôler des processus industriels tels que la pesée, la mesure de force ou la pression.

Il existe différents types d'amplificateurs pour cellule de charge 4-20mA et l'automate programmable, chacun ayant ses propres caractéristiques et spécifications techniques. Il est important de choisir celui qui convient le mieux à vos besoins en termes de précision, plage de mesure, résolution et fiabilité.

## **II.4. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié toutes les fonctions de la carte SCHENCK ainsi que ces boucles de régulation de débit et le poids sur trémie et aussi l'étalonnage du doseur. Nous avons aussi mentionné toute le matérielle utiliser dans le remplacement de ces cartes dans les trois parties commande et puissance et opératif.

## **CHAPITRE 3**

### ***Réalisation et résultats***

### 3.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons passer à la partie la plus intéressante de cette mémoire, qui consiste à donner une solution de programmation et de supervision et répondre au problème cité précédemment. Nous avons au finale validé notre projet par des résultats pratiques.

### 3.2. Solution proposé

Notre objectif est de remplacer les cartes VSE20100 DISOCONT « SCHENCK » par un automate de type S7-300 pour atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Eliminer les incovinients de la carte « SCHENCK » ;
- ✓ Améliorer le fonctionnement de la machine ;
- ✓ Superviser toutes les détaillées de procèsse pour assurer la bonne gestion de dosage de gypse.

Les deux figures ci-dessous illustrent clairement notre objectif.

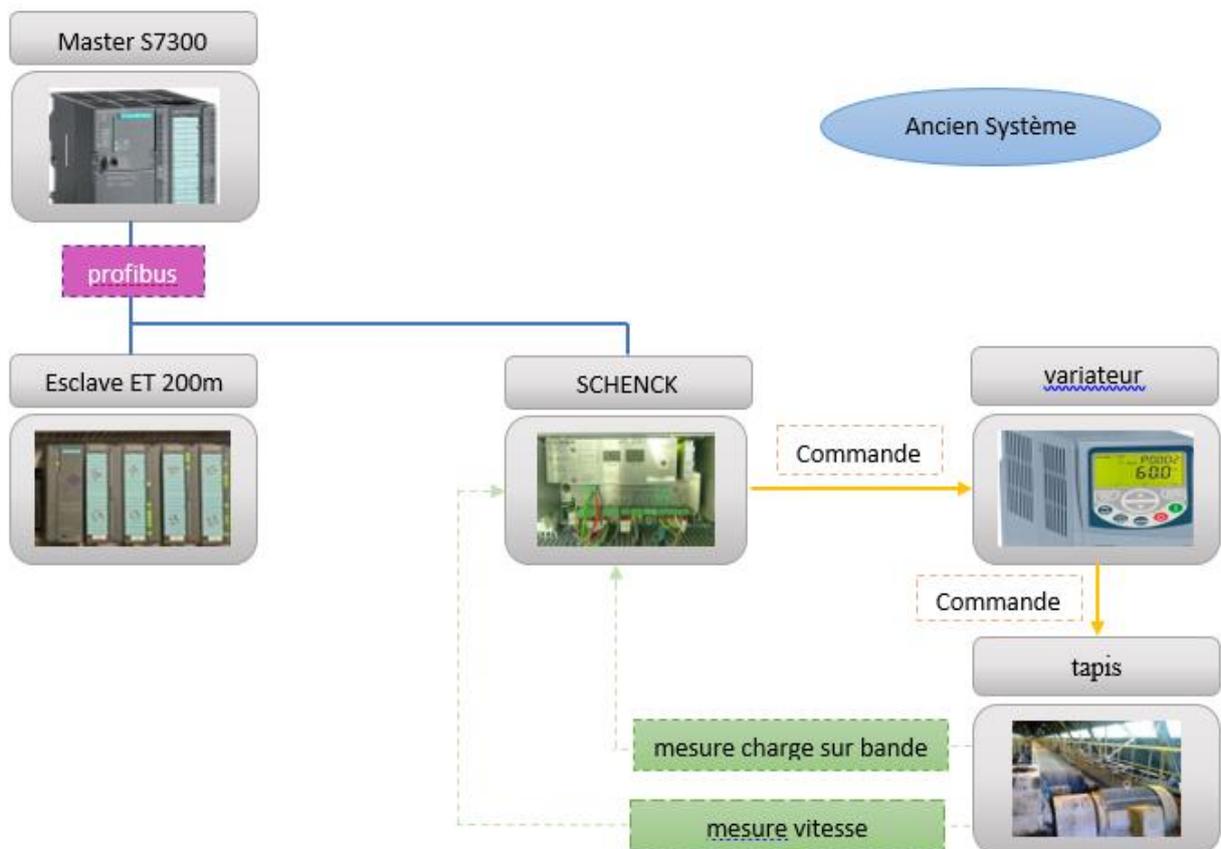


Figure 3.1 : Schéma fonctionnel du système de commande des doseurs « SCHENCK »

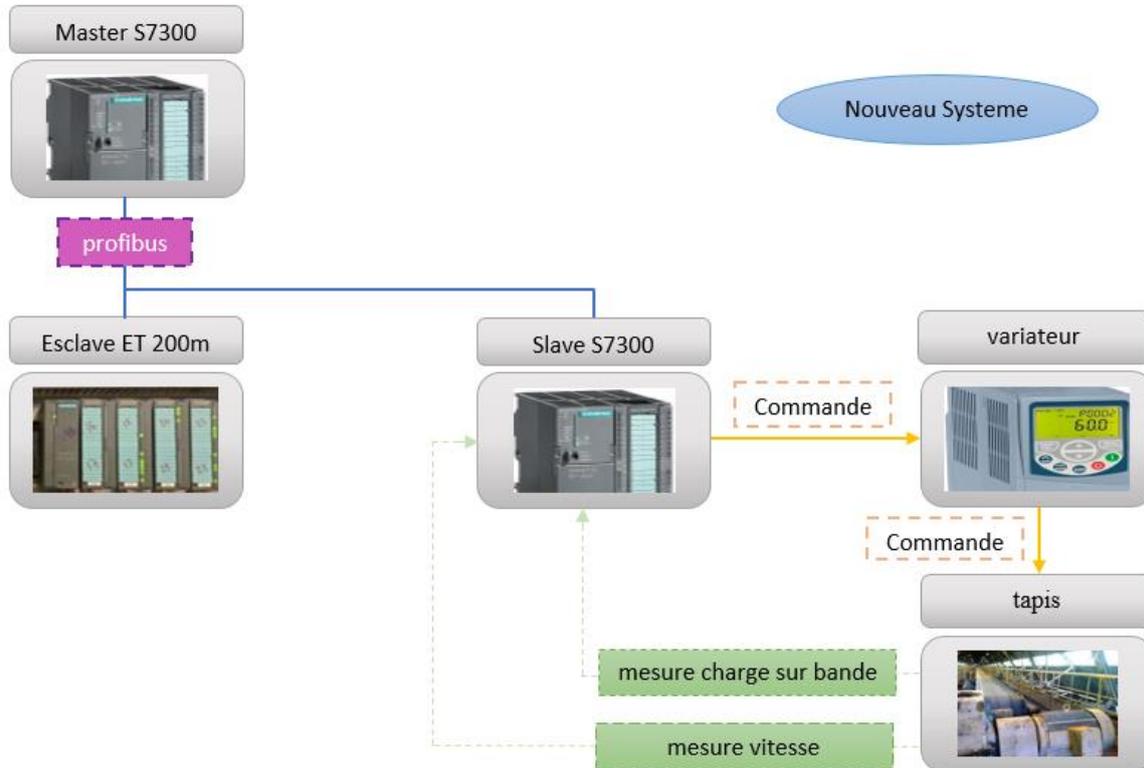


Figure 3.2 : Schéma fonctionnel de notre solution de commande des doseurs.

Le remplacement des équipements dans l'industrie peut être motivé par plusieurs raisons, notamment

1. **Obsolescence** : Les équipements peuvent devenir obsolètes en raison de l'avancement technologique et de l'évolution des normes et réglementations.
2. **Amélioration de la productivité** : Les nouveaux équipements peuvent être plus performants et efficaces, ce qui peut améliorer la productivité de l'entreprise.
3. Réduction des coûts : Les nouveaux équipements peuvent être plus économes en énergie ou nécessiter moins d'entretien, ce qui peut réduire les coûts à long terme.
4. **Sécurité** : Les nouveaux équipements peuvent être plus sûrs pour les travailleurs, réduisant ainsi les risques d'accidents du travail.
5. **Adaptation aux changements du marché** : Les nouvelles technologies peuvent permettre à une entreprise de s'adapter aux changements du marché et aux demandes des clients. En somme, le remplacement des équipements dans l'industrie est souvent nécessaire pour maintenir la compétitivité et assurer la croissance à long terme de l'entreprise.

Dans notre projet nous avons remplacé la carte SCHENCK par l'automate S7 313-2DP.

Cette automate n'est pas utilisé seul mais plutôt intégré dans une installation complexe qui contient 3 stations communiquées entre elles à travers un réseau Profibus DP. Ces trois stations sont :

- Un S7 313C-2DP configuré comme le maître de réseau
- Un deuxième S7 313C-2DP configuré comme un esclave
- Un périphérique décentralisé ET 200M (esclave)

Le maître est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII alors que le deuxième automate est utilisé à la place de la carte « SCHENCK » pour gérer l'opération de régulation de débit et l'étalonnage. Les programmes des deux stations sont réalisés par le TIAPORTAL. Ils se trouvent dans l'annexe.

Le ET 200M est utilisé pour récolter les informations provenant des capteurs et les envoyer vers le maître et transférer les ordres de marche et consignes vers les actionneurs tout ça en utilisant le protocole de communication Profibus DP.

Nous avons utilisé une station IHM pour le contrôle et la supervision de toute l'installation. Le PC Adapter de SIEMENS est utilisé pour la communication.

### **3.3. Analyse fonctionnelle de la marche du sous atelier alimentation broyeur**

L'analyse fonctionnelle suivante a été utilisée pour la programmation de la séquence automatique du sous atelier alimentation broyeur BKII qui se trouve dans l'annexe.

#### **III.3.1. Démarrage des équipements**

##### **❖ 426BW16VS10 Moteur d'extraction ROUE FRAISE**

###### **Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Tapis sous roue fraise en marche.

###### **S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Arrêt tapis sous roue fraise.

##### **❖ 426BW16MT20 : Moteur de translation ROUE FRAISE**

###### **Démarrés-en sens1 ou sens2 si**

La séquence démarre.

Et

Le moteur d'extraction 426BW16VS10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Le moteur d'extraction 426BW16VS10 est arrêté.

**❖ Transporteur Entrée Broyeur 426BC09MT 10 (Cf. Fonctionnement du BC09)**

**Vers sens 1 (Entrée Broyeur) si**

La séquence démarre.

Et

Mode automatique Activé.

Et

Moteur Broyeur 426DR13MT10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Moteur Broyeur 426DR 13MT10 est arrêté.

Après 5 (S) de l'arrêt de

Tapis incliné

Où

Doseur gypse

Où

Doseur clinker

**❖ Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC08MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Sélection calcaire est active

ET

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT10 est arrêté ou vers sens Extérieur.

Où

Après 5 (s) de l'arrêt de sélection calcaire

**❖ Doseur Clinker 426WF01EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT10 est arrêté.

Où

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

Où

Sélection calcaire est activé

Et

Doseur Calcaire 426WF05EC10 est arrêté.

**❖ Doseur Gypse 426WF03EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Attendre 5 (s) après démarrage transporteur entre broyeur

Et

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

Et

Poids trémie sur doseur  $50 < Pt < 170$

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT 10 est arrêté.

Où

Doseur Clinker 426WF01EC10 est arrêté.

Où

Sélection calcaire est activée

Et

Doseur Calcaire 426WF05EC10 est arrêté.

**❖ Doseur Calcaire 426WF05EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Sélection calcaire est activée

Et

Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC07MT 10 est en marche.

Et

Doseur gypse est en marche

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC07MT10 est arrêté.

Où

Doseur Clinker 426WF01EC10 est arrêté.

Où

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

❖ **Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Doseur Gypse 426WF03EC10 est en marche.

Et

Poids trémie  $50 < PT < 170$

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

OU

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

Où

Poids trémie  $0 > PT > 170$

❖ **Package Roue Fraise Extracteur. 426BC17MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10 est arrêté.

### 3.4. Supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus. C'est aussi la surveillance du bon fonctionnement d'un système. Dans notre projet nous avons utilisé le logiciel WINCC de TiaPortal pour superviser le fonctionnement de procédé.

#### 3.4.1. Vues WINCC

Pour une meilleure visualisation et contrôle du sous atelier alimentation broyeur BKII nous avons créé cinq vues.

**Vue 01 : Vue Principale pour la visualisation et la commande de l'alimentation « Broyeur Clinker »** (BKII) (Figure 3.3) qui permet le démarrage de la séquence automatique et aussi le dosage des différents produits tels que le Gypse, Calcaire, et Clinker afin d'assurer la qualité du ciment requis par le laboratoire.

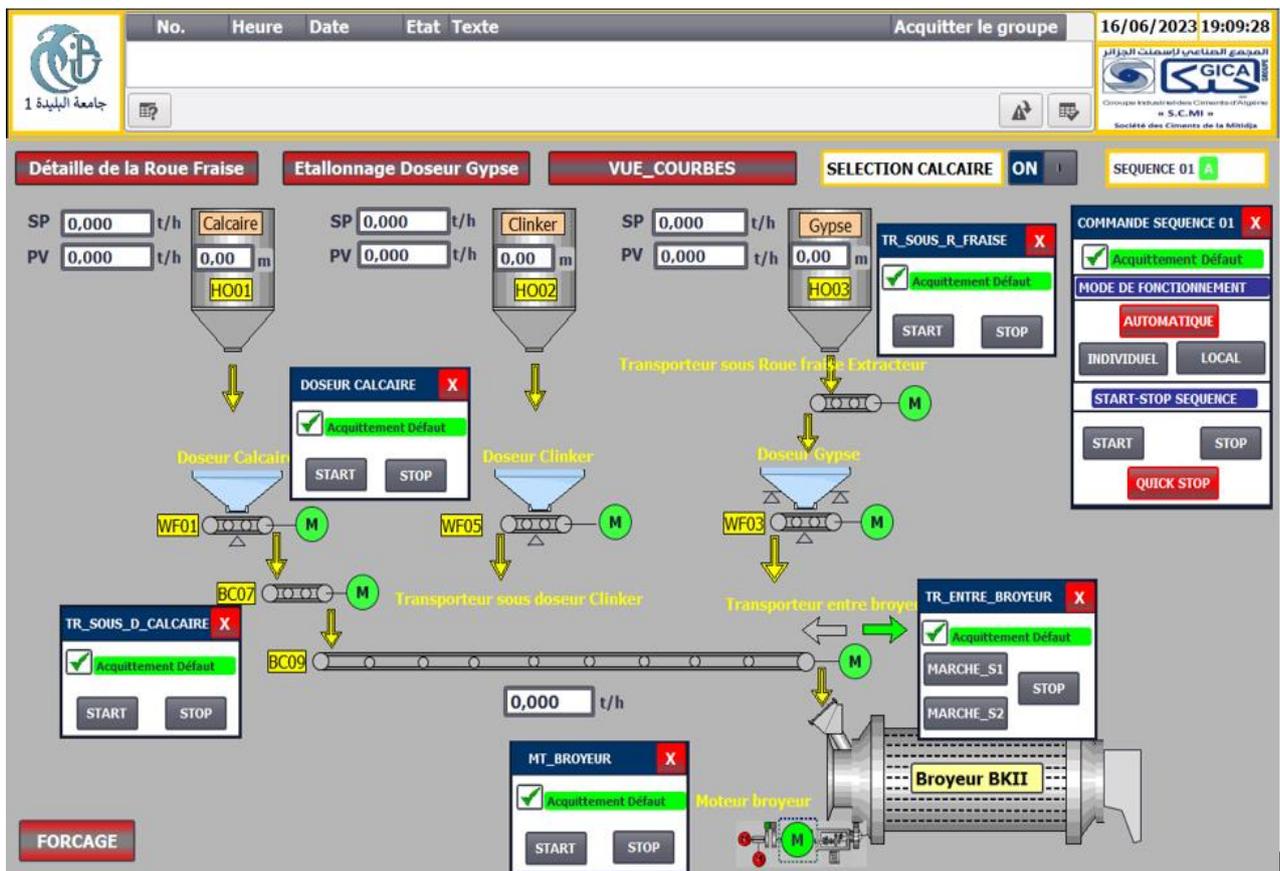


Figure 3.3 : Vue principale de la commande et l'alimentation « Broyeur ciment »

**VUE 02 : Vue détaille de la roue fraise** (Figure 3.4) permet le contrôle et la visualisation des différents paramètres de la Roue fraise pour les différents modes (automatique, individuel et local). Elle permet également d'activer et de sélectionner les différents paramètres de régulation de débit. Elle permet aussi de visualiser les alarmes et défauts.

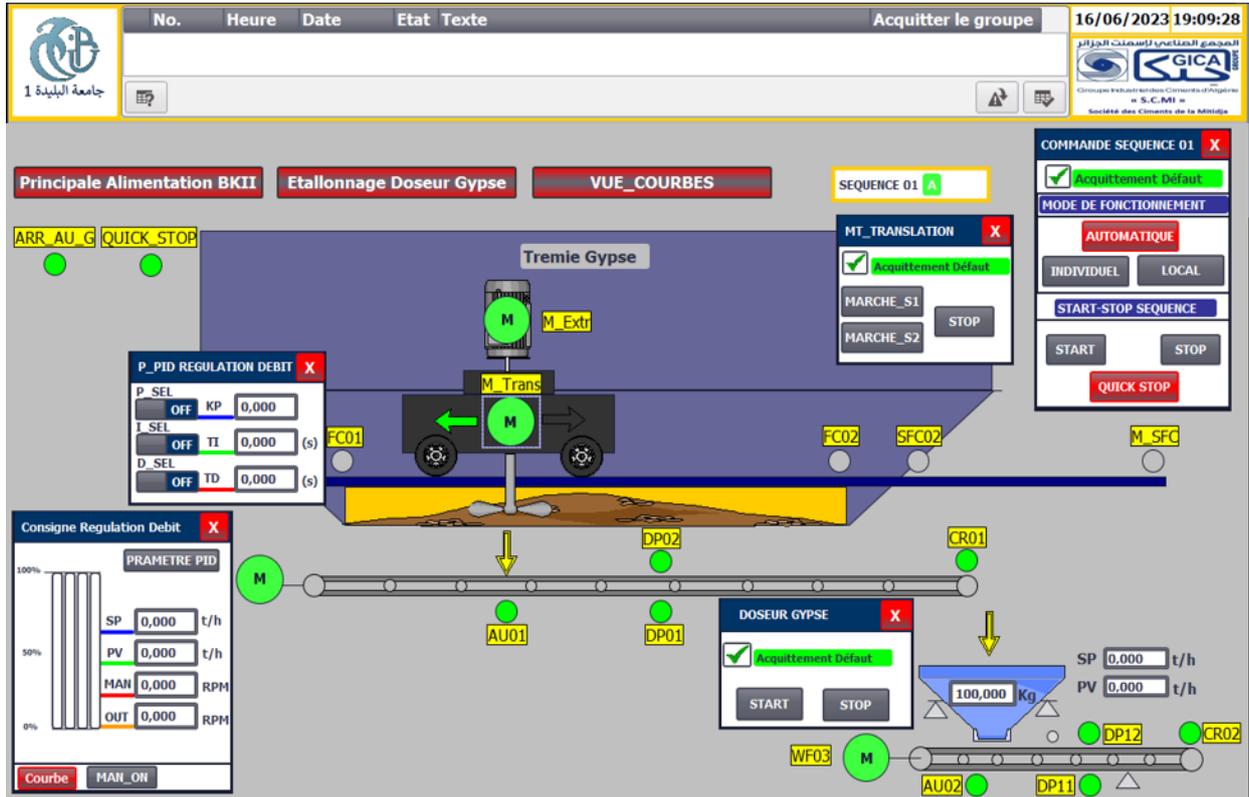


Figure 3.4 : Vue détaille de la roue fraise

**VUE 03 : Vue détaille étalonnage doseur gypse** (Figure 3.5) permet d'assurer les fonctions d'étalonnage (Le calcul de paramètre correction pour étalonnage avec matière et la remise a zéro du doseur). Elle permet aussi l'affichage de la procédure d'étalonnage.

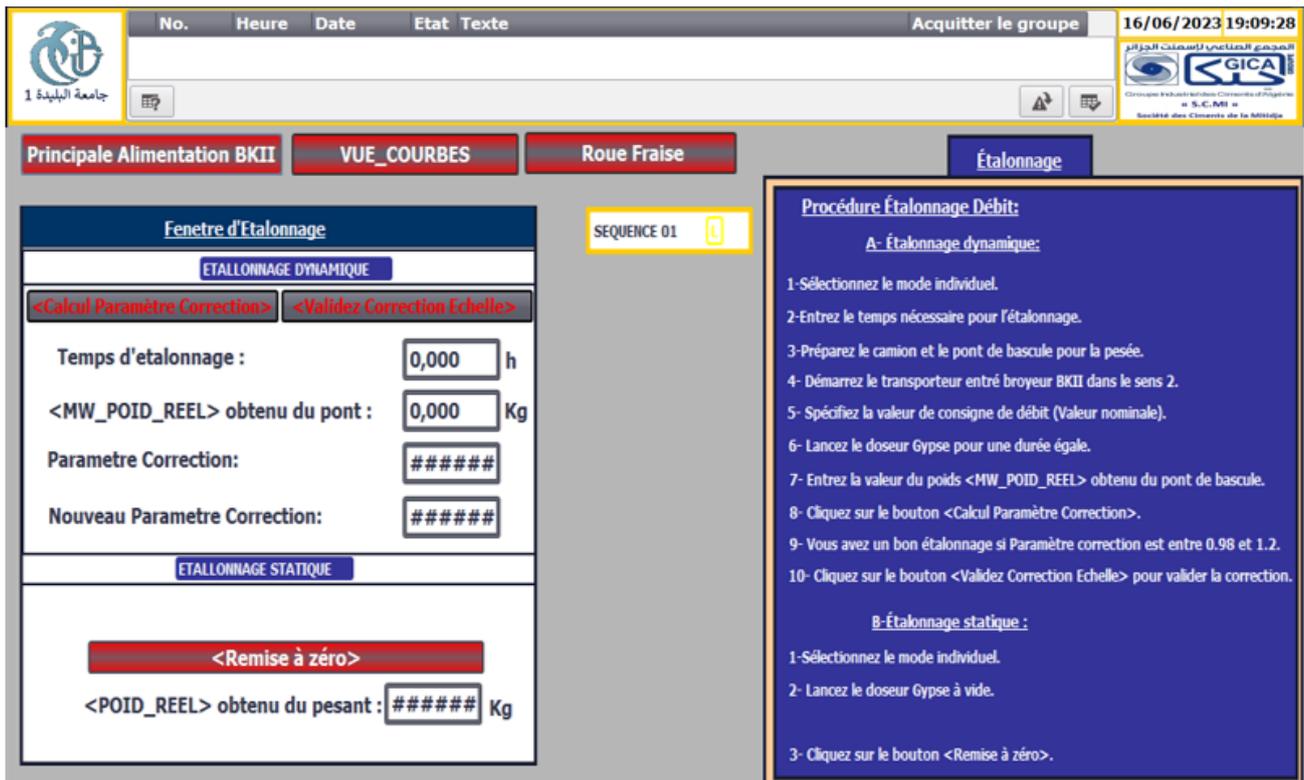


Figure 3.5 : Vue détaillée étalonnage doseur gypse

**VUE04** : Vue détaillée pour les courbes de la Consigne débit et débit mesuré pour suivre leur évolution (Figure 3-6)

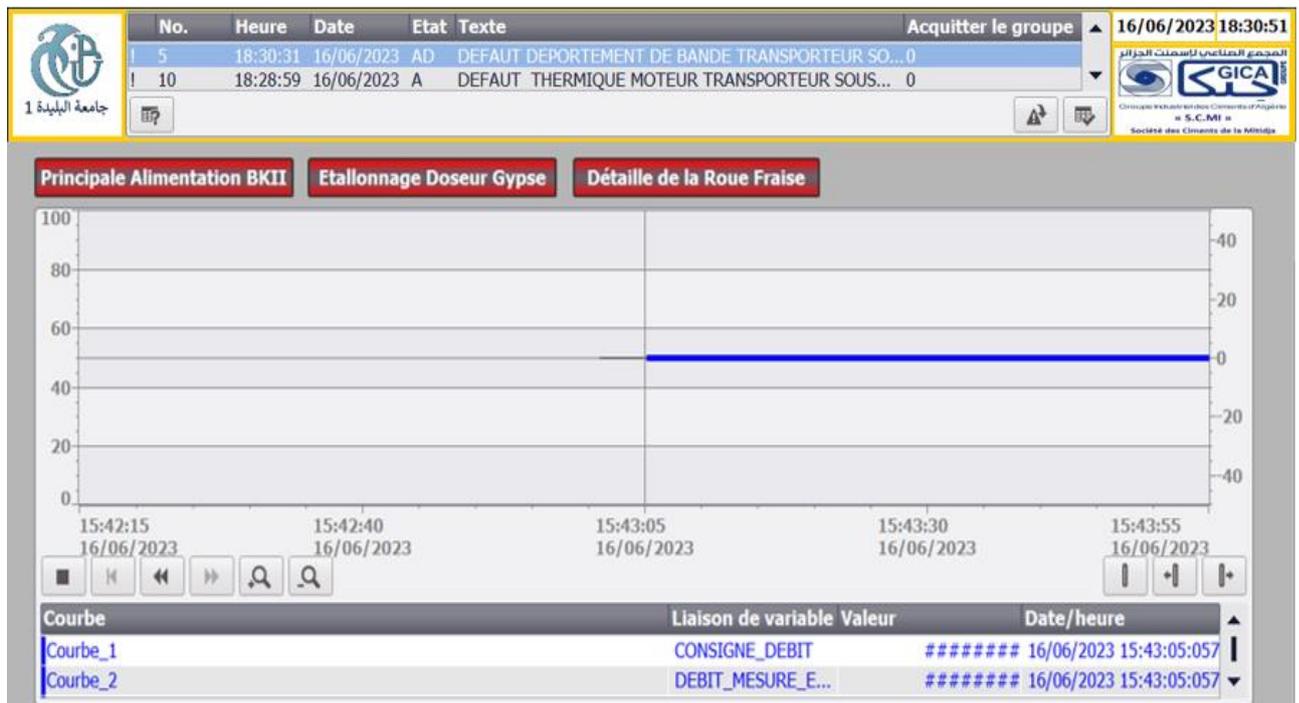


Figure 3.6 : Courbe consigne débit et débit moteur

**VUE 04 : Vue forçage** (Figure 3.7) Pour forcer les Paramètres ou les Entrées des Capteurs



Figure 3.7 : Vue forçage

**3.4.2. Objet moteur**

Les icônes ci-dessous donnent l'état du moteur asynchrone triphasé commandé

- Moteur en marche en mode automatique
- Moteur à l'arrêt en mode automatique
- Moteur en défaut
- Moteur en mode local, en marche si l'objet est clignotant
- Moteur en mode manuel , en marche si l'objet est clignotant

### 3.4.3. Les fenêtres de commande de moteurs

Nous avons utilisé une fenêtre pour basculer entre les trois modes et acquitter les défauts et aussi commander les séquences en mode automatique (Figure 3.8).

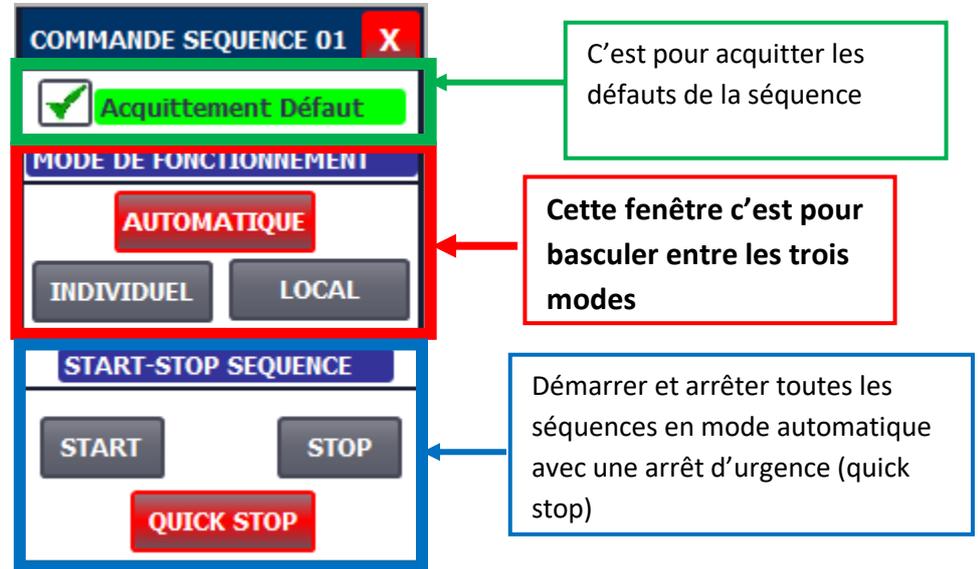


Figure 3.8 : Commande de séquence

Aussi on utilise des fenêtres pour commande chaque moteur individuellement en mode individuelle

Ces fenêtres ne sont pas les mêmes entre les moteurs de 1 sens et 2 sens de rotation (Figure 3.9)



Figure 3.9 : Commande moteur en mode individuelle

### 3.4.4. Les voyant des capteurs

Pour chaque capteur on utilise un voyant qui change sa couleur entre le rouge en cas de défaut et le vert en cas normal (Figure 3.10).

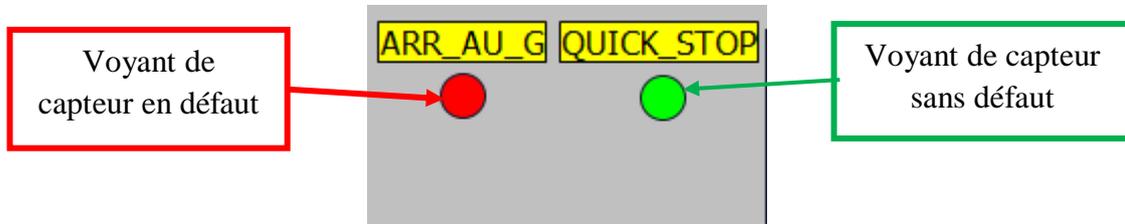


Figure 3.10 : Les voyants des capteurs

### 3.4.5. Fenêtre étalonnage

On a créé cette fenêtre d'étalonnage pour entrer des paramètres étalonnage (temps d'étalonnage, MW poids réel) et visualiser les modifications sur (paramètre correction, nouveau paramètre correction) (Figure 4.11).

Fenetre d'Etalonnage	
<b>ETALLONNAGE DYNAMIQUE</b>	
<input style="border: 1px solid black;" type="button" value=" &lt;Calcul Paramètre Correction&gt; "/> <input style="border: 1px solid black;" type="button" value=" &lt;Validez Correction Echelle&gt; "/>	
Temps d'etalonnage :	<input type="text" value="0,000"/> h
<MW_POID_REEL> obtenu du pont :	<input type="text" value="0,000"/> Kg
Parametre Correction:	<input type="text" value="#####"/>
Nouveau Parametre Correction:	<input type="text" value="#####"/>
<b>ETALLONNAGE STATIQUE</b>	
<input style="border: 1px solid black;" type="button" value=" &lt;Remise à zéro&gt; "/>	
<POID_REEL> obtenu du pesant :	<input type="text" value="#####"/> Kg

Figure 3.11 : Fenêtre étalonnage

Nous avons créé cette fenêtre pour entrer des paramètres (QB\_trémie doseur réel, QB charge réel sur bande, fréquence encodeur) et visualiser les modifications sur (le débit, MA poids affiche), (Figure 3.12).



Figure 3.12 : Fenêtre paramètres étalonnage

### 3.4.6. Fenêtre Régulation

Nous avons aussi créé une fenêtre pour la régulation PID (Figure 3.13) dans cette fenêtre nous pouvons affecter le débit consigne et aussi la consigne manuelle et en peut visualiser et commander les valeurs de régulateur PID.

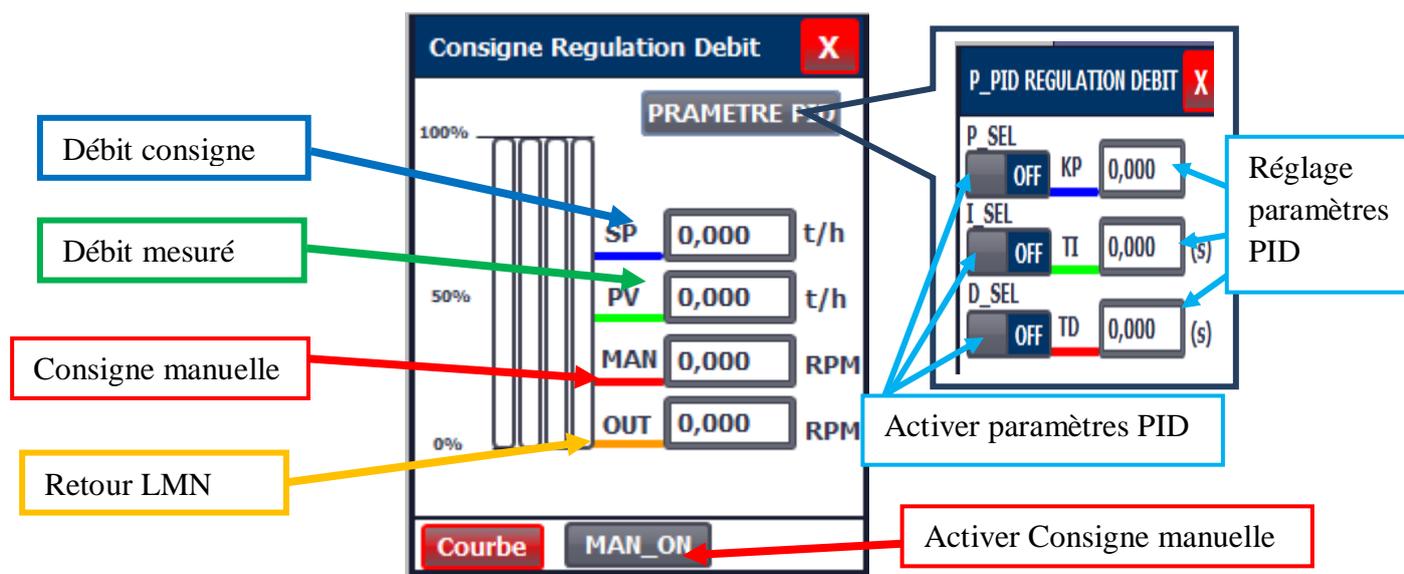


Figure 3.13 : Fenêtre paramètres PID

### 3.4.7. Fenêtre forçage

On a créé cette fenêtre pour entrer les paramètres pour forcer les capteurs (contrôleur de rotation, département de bande) et arrêt d'urgence à tirette, arrêt d'urgence (Figure 3.14).

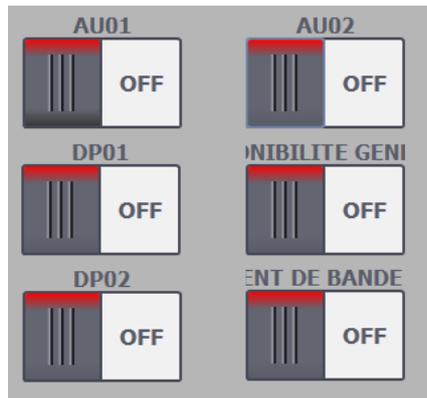


Figure 3.14 : Fenêtre forçage capteur

### 3.4.8. Défaut moteur

nous avons créé une fenêtre pour visualiser plusieurs défauts (contrôleur de rotation, déportement de bande ...etc) pour localiser plus facilement le problème et cela nous aide à résoudre le problème aussi rapidement que possible (Figure 3.15).

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
5	19:34:55	16/06/2023	AD	DEFAUT DEPORTEMENT DE BANDE TRANSPORTEUR SO...0	
10	19:16:20	16/06/2023	A	DEFAUT THERMIQUE MOTEUR TRANSPORTEUR SOUS... 0	

Figure 3.15 : Visualisation des défauts

### 3.4.9. Fenêtre alarmes

Nous avons créé des alarmes de deux types le premier c'est les défauts où nous avons une intervention obligatoire et immédiate et aussi les avertissements c'est un peu moins dangereux que les défauts (Figure 3.16).

Alarmes de bit								
ID	Nom	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé..	Variable d'ac...	
1	Alarme_de_bit_1	DEFAUT CONTROLLEUR DE ROTATION Errors	...	BYTE_DEF...	8	%M133.0	<aucune v...	...
2	Alarme_de_bit_2	DEFAUT DEPORTEMENT DE BANDE DC Errors		BYTE_DEFAU...	9	%M133.1	<aucune vari...	
3	Alarme_de_bit_3	DEFAUT ROUTEUR DE MARCHÉ DOSE Errors		BYTE_DEFAU...	11	%M133.3	<aucune vari...	
4	Alarme_de_bit_4	DEFAUT CONTROLLEUR DE ROTATION Errors		BYTE_DEFAU...	0	%M134.0	<aucune vari...	
5	Alarme_de_bit_5	DEFAUT DEPORTEMENT DE BANDE TRV Errors		BYTE_DEFAU...	1	%M134.1	<aucune vari...	
6	Alarme_de_bit_6	DEFAUT ROUTEUR DE MARCHÉ TRANS Errors		BYTE_DEFAU...	3	%M134.3	<aucune vari...	
8	Alarme_de_bit_8	DEFAUT THERMIQUE MOTEUR DOSEL Errors		BYTE_DEFAU...	12	%M131.4	<aucune vari...	
9	Alarme_de_bit_9	ACQUITEMENT DEFAUT DOSEUR GYPS Warnings		BYTE_DEFAU...	13	%M131.5	<aucune vari...	
10	Alarme_de_bit_10	DEFAUT THERMIQUE MOTEUR TRANSF Errors		BYTE_DEFAU...	4	%M132.4	<aucune vari...	
13	Alarme_de_bit_13	ACQUITEMENT DEFAUT TRANSPORTEUR Warnings		BYTE_DEFAU...	5	%M132.5	<aucune vari...	
15	Alarme_de_bit_15	ARRET D'URGENCE SOFT Errors		BYTE_ALARM...	9	%M97.1	<aucune vari...	

Figure 3.16 : Fenêtre alarmes

## 3.5. Réalisation pratique

Dans cette partie nous avons pris un exemple pour la régulation du débit et l'étalonnage qui est le doseur gypse vu le manque du matériel. Mais cette partie a été suffisante pour prouver le bon fonctionnement de notre projet.

### 3.5.1. Matériels utilisés

#### a. Les automates programmables

Nous avons utilisé deux automates de type S7 313-2DP, un configuré comme le maître de réseau Profibus et le deuxième S7 313C-2DP configuré comme un esclave. Les programmes des deux stations sont réalisés par le TIAPORTAL. Ils se trouvent dans l'annexe.

#### i. Le maître

Nous avons utilisé un automate programmable S7-313C-2DP configuré comme maître. Il est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII (Figure 3.17).

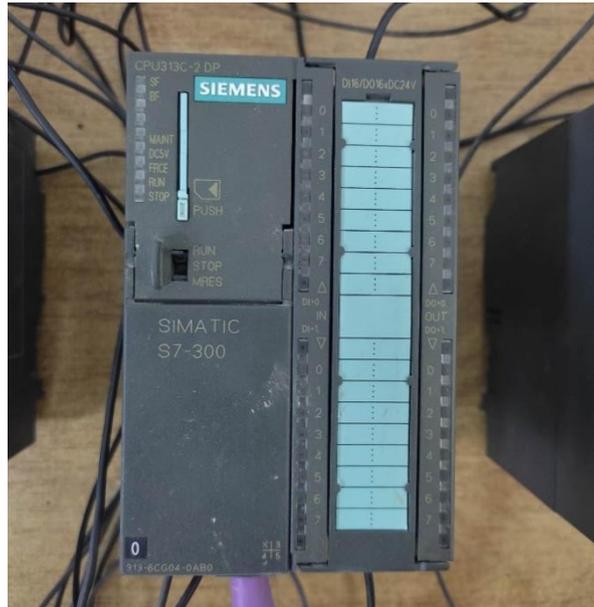


Figure 3.17 : API maitre

### ii. L'esclave

Nous avons utilisé aussi un S7 313C-2DP configuré comme esclave. Cette automate est utilisé à la place de la carte « SCHENCK » pour gérer l'opération de régulation de débit et l'étalonnage. Dans la station esclave nous avons ajouté aussi les modules suivantes (Figure 3.18).

- Analogique input (**6ES7 331-7KF02-0AB0**)
- Analogique output (**6ES7 332-5HF00-0AB0**)



Figure 3.18 : API esclave

### b. Station ET 200

Nous avons utilisé un périphérique ET 200M décentralisé comme un esclave (Figure 3.19) et nous avons utilisé les modules suivants.

- Digital input (6ES7 321-1BL00-0AA0)
- Digital input (6ES7 321-1BH02-0AA0)
- Digital output (6ES7 322-1BL00-0AA0)
- Analogique input (6ES7 331-7NF00-0AB0)
- Analogique output (6ES7 332-5HF00-0AB0)



Figure 3.19 : Station ET 200M

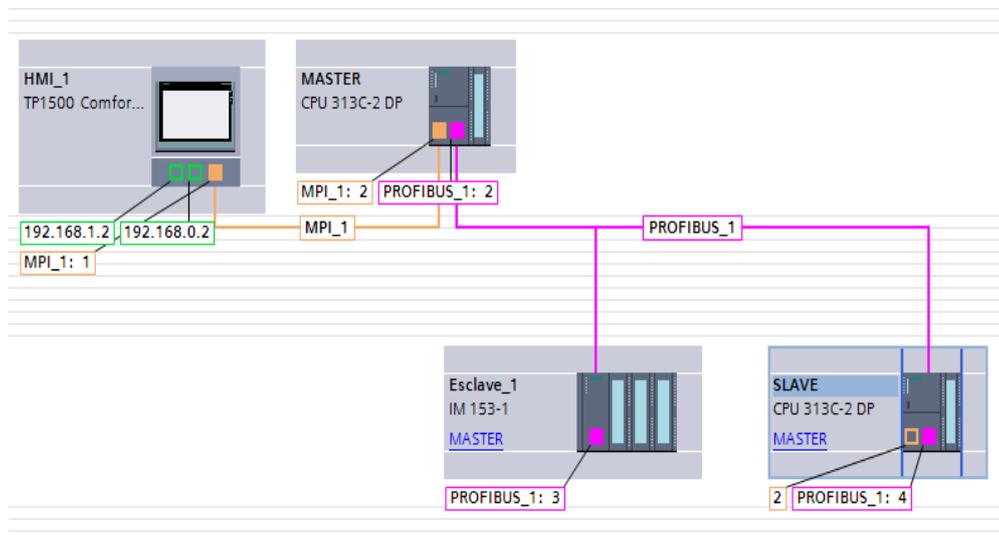
### c. Support de communication

Nous avons utilisé les supports de communications suivants :

- **Les câbles Profibus** : nous l'avons utilisé pour la communication entre les trois stations.
- **PC Adapter MPI**: nous l'avons utilisé pour charger le programme et commander les API et ensuite pour le contrôle par la station IHM (Figure 3.20).



(a)



(b)

Figure 3.19 : (a) Réseaux API, (b) Configuration du Réseau.

#### d. Moteur asynchrone

Nous avons utilisé un moteur asynchrone (Figure 3.20) commandé par un API et varier sa vitesse à l'aide d'un variateur de vitesse en fonction de nous programme de doseur gypse

Le choix du moteur est basé sur les avantages suivants :

- Maintenance facile
- Moins chère
- Disponibilité dans le marché et dans la cimenterie
- Fiabilité et robustesse



Figure 3.20 : Moteur asynchrone



Figure 3.21 : Plaque signalétique

### e. Variateur de vitesse

Nous avons utilisé un variateur de vitesse ABB ACS 600 (Figure 3.22) pour lire la consigne et affecter la commande de la vitesse moteur.



Figure 3.22 : Variateur de vitesse ABB utilisé

### f. Câblage du variateur de vitesse

Premièrement il faut câbler la partie puissance puis toutes les entrées/sorties de commande et de consigne avec l'API. Dans notre câblage nous avons utilisé le schéma de raccordement trouvé dans le manuelle de variateur ABB ACS 600 (Figure 3.23).

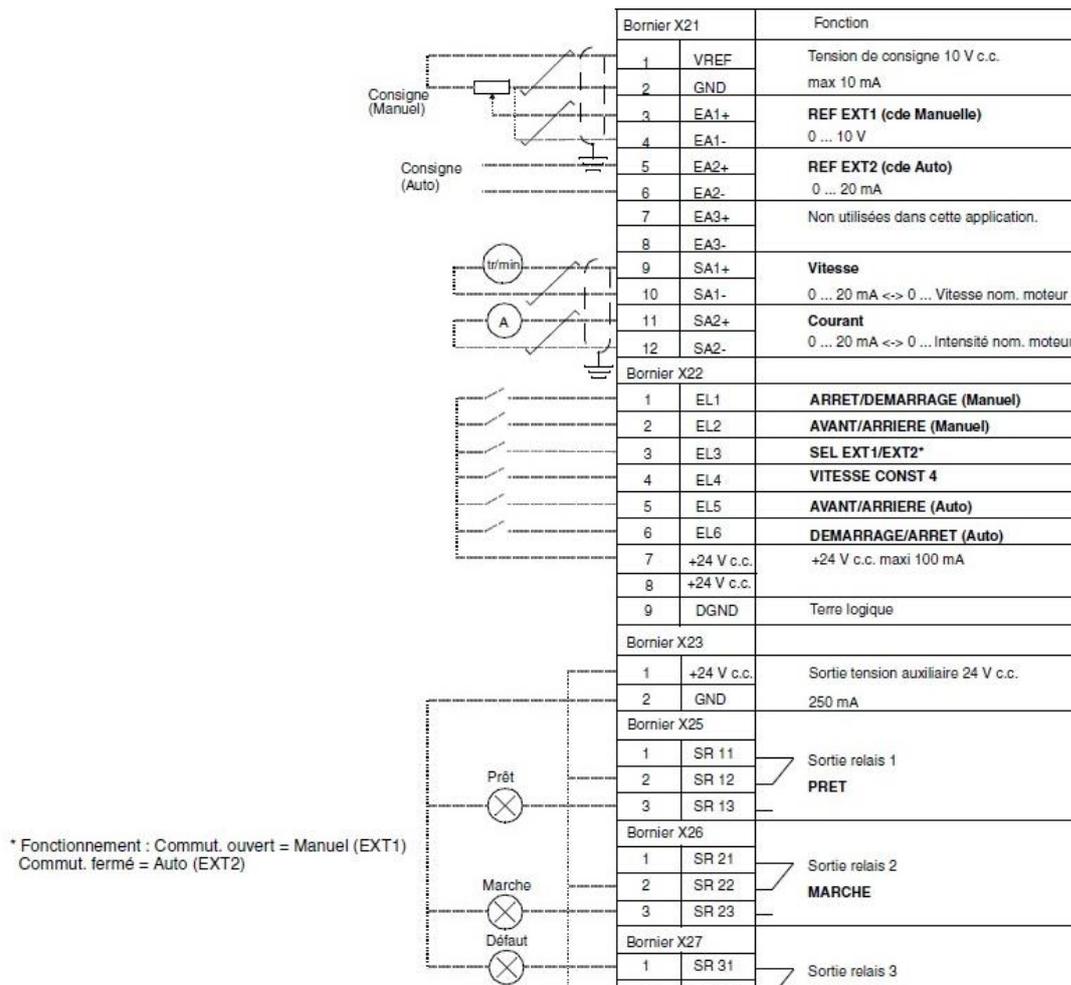


Figure 3.23 : Schéma Variateur de vitesse



Figure 3.24 : Câblage Variateur de vitesse

Avant d'utiliser ce variateur nous avons besoin de passer par deux étapes essentielles.

### g. Paramétrage du variateur par le logiciel DriveWindow :

- Nous commençons par le groupe de paramètres 99 (donnees init)

Dans ce groupe nous devons entrer les caractéristiques de la plaque signalétique du moteur, nous choisissons le type de macro-programme, le mode de commande, et en fin la langue comme montre la Figure 3.25.

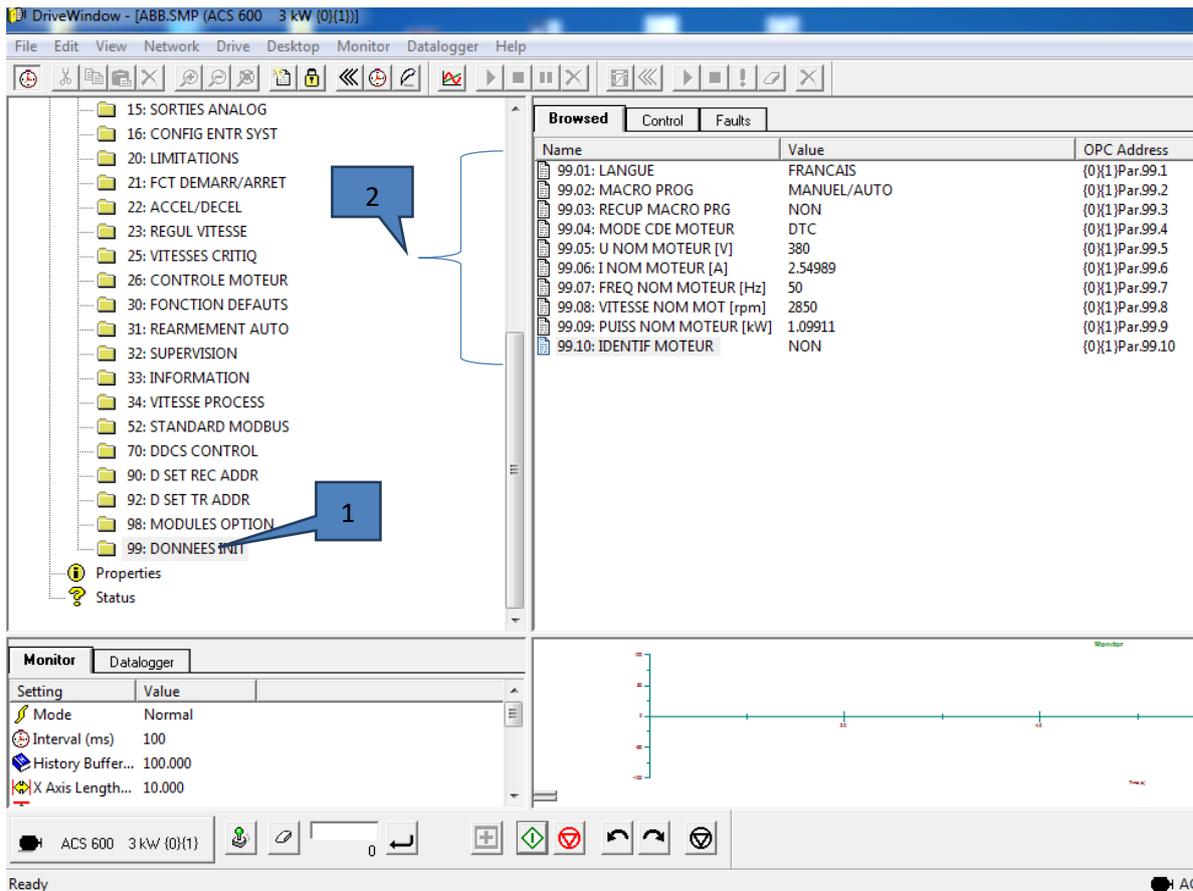


Figure 3.25 : Première étape de configuration du variateur

- Dans le groupe 15 nous allons faire le choix de la sortie analogique paramètres sortie analogique dans notre cas nous avons choisis la vitesse du moteur. Nous devons aussi choisir le type de sortie analogique dans notre cas 4-20 mA (Figure 3.26).

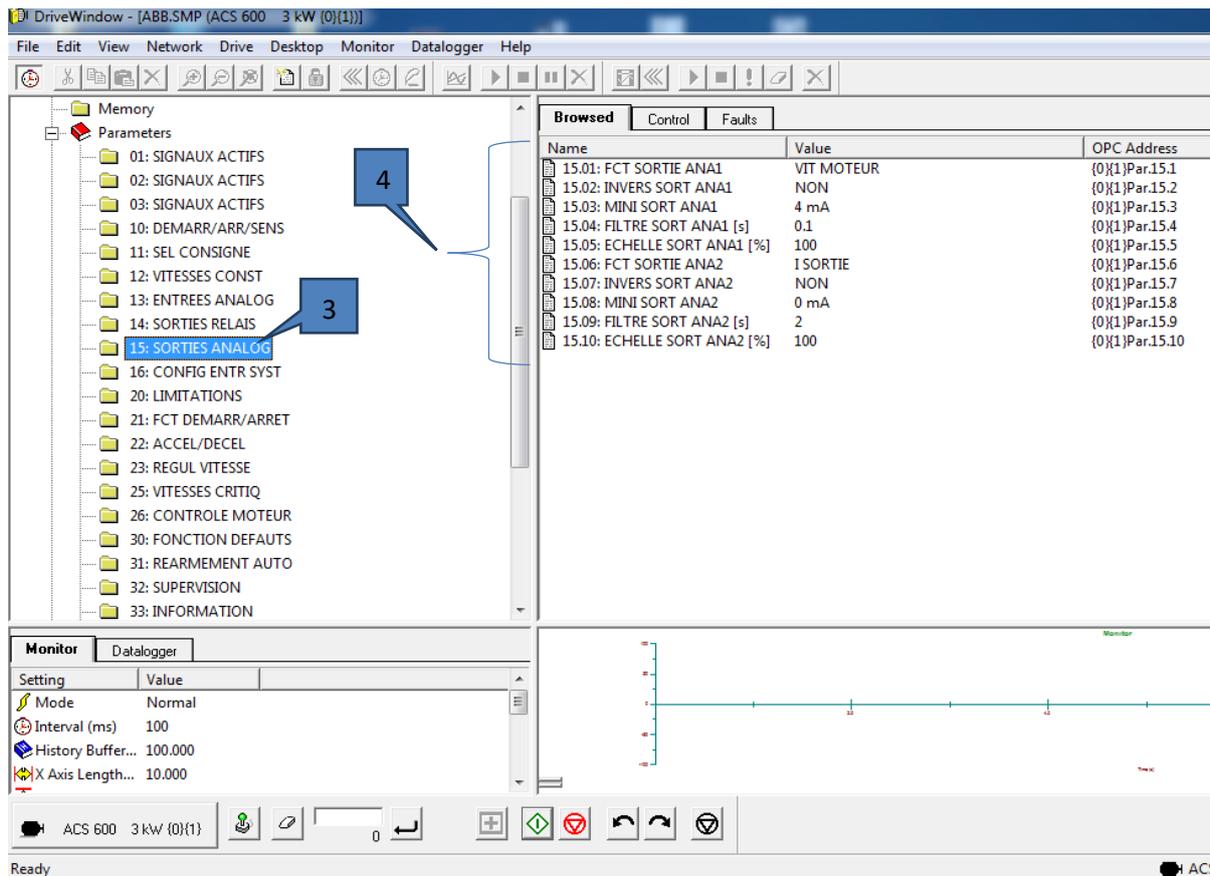


Figure 3.26 : Etapes suivantes pour la configuration du variateur

- Dans le groupe 11 nous allons sélectionner les références et le paramètre de basculement entre les deux modes EXT1 ET EXT2 dans SEL EXT1/EXT2 dans notre cas ce paramètre est ENT LOG3, (Figure 3.27).

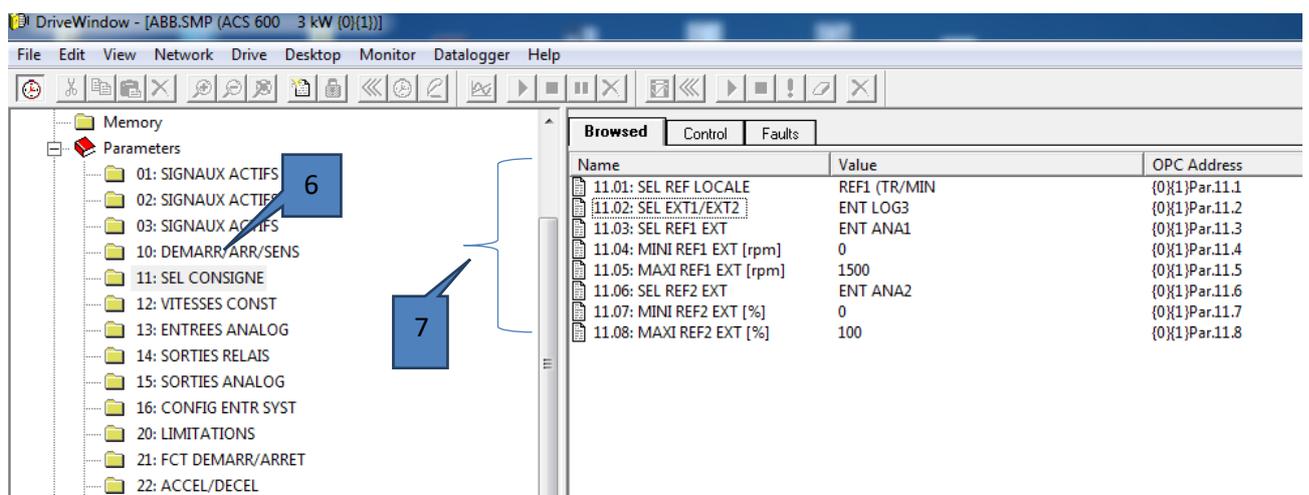


Figure 3.27 : Dernières étapes de configuration du variateur

Une fois toutes ces étapes sont réalisées, nous passons à l'identification du moteur qui va nous permettre de calculer les paramètres du régulateur.

#### **h. Identification des paramètres moteurs**

Pour commander un moteur par un variateur il est toujours nécessaire d'identifier les paramètres de ce dernier. Pour ce faire, suivez simplement les étapes suivantes.

- Par le logiciel DriveWindow ABB nous allons sur le groupe 99.
- Nous allons choisir le type d'identification (Partielle ou complete)
- Nous allons mettre la micro-console sur le mode <Local>.
- Et puis nous allons lancer le moteur et débiter l'identification.
- Le variateur en premier temps magnétise le moteur sans le demarrer puis le moteur demarrer avec différent vitesse et à la fin d'identification un message sera affiché.
- De cette façon, le moteur sera prêt à être utilisé.

### 3.6. Résultats obtenus

Dans cette partie, nous avons mettre tous les résultats pratiques obtenus. Nous avons obtenu des résultats très satisfaisants.

#### 3.6.1. Résultat pour doseur gypse

D'après les études et les tests nous avons choisir les paramètres suivant pour notre régulateur PID (Figure 3.28).



Figure 3.28 : Fenêtre régulation

En utilisant ces paramètres, nous avons obtenus un résultat très satisfaisant et une courbe avec un meilleur dépassement possible, avec un meilleur temps de réponse, et une très bonne stabilité dans le régime permanent (Figures 3.29, 3.30, et 3.31).

- Pour la consigne X1 (150 t/h)

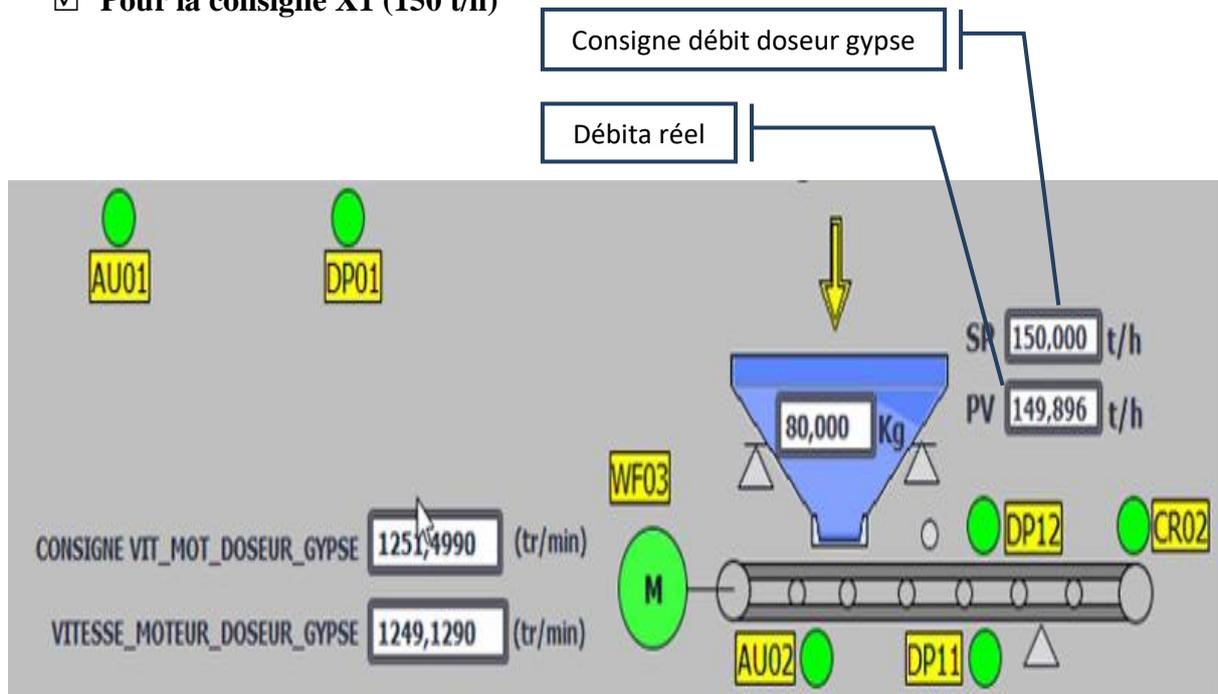


Figure 3.29 : Test 1 de retour de débit

☑ Pour la consigne X2 (120 t/h). (Figure 3.30).

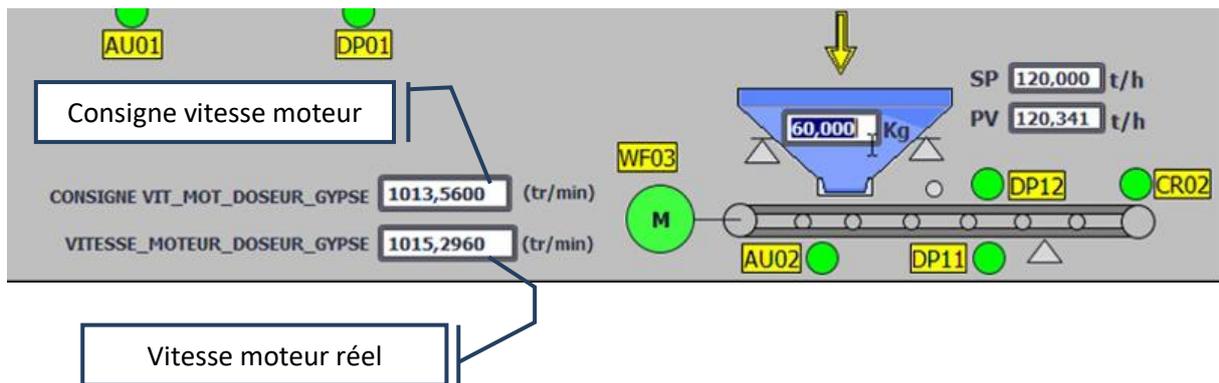


Figure 3.30 : Test 2 de retour de débit

Les courbes de consigne débit et débit mesuré étalonne (Figure 3.31).

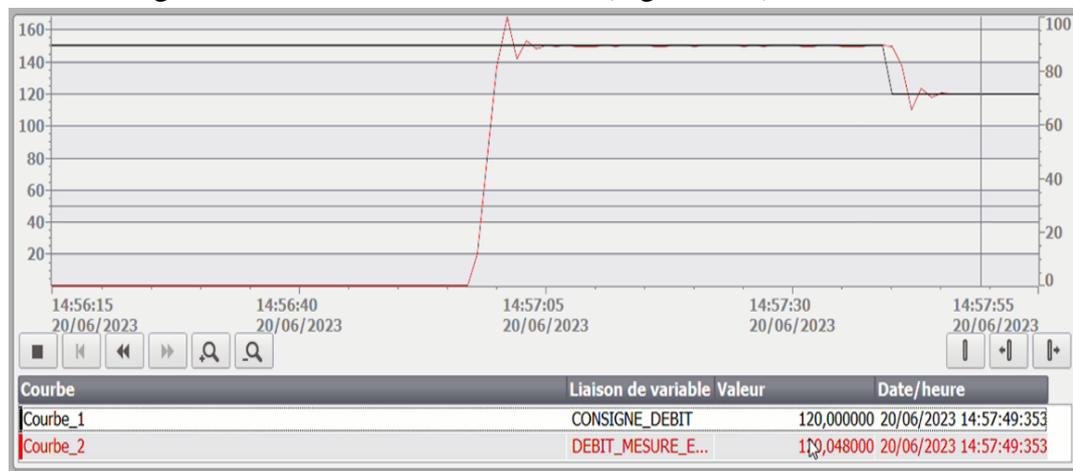


Figure 3.31 : Courbe de régulation

Alors le doseur répond précisément et rapidement aux consignes envoyées par l'opérateur et comme nous avons un poids stable donc la vitesse de moteur sera variée directement par rapport le consigne donner.

Mais malgré la régulation en trouve deux critère indésirable

Régime transitoire : en trouve une depassement de 20%

Régime permanent : en trouve un petite bruit de mesure a cause des appareille de mesure

### 3.6.2. Remise à zéro

Après la sélection du mode individuel et le lancement du doseur à vide on obtient un poids à vide dans le peson ce poids peut influencer sur la précision de pesage alors en click sur le bouton remise à zéro pour négliger ce poids et obtenir le poids de la matière seulement et pas de tapis (Figure 3.32).

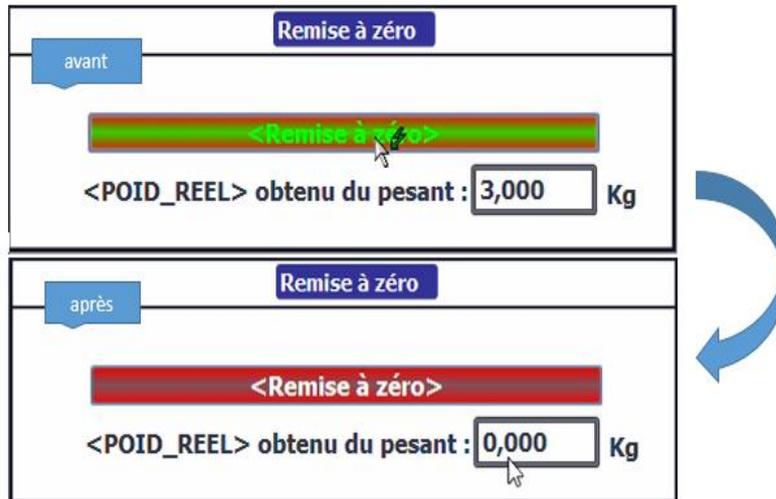


Figure 3.32 : Remise à zéro

### 3.6.3. Étalonnage

Après le suivie de toutes les étapes de l'étalonnage et en entre le temps de l'étalonnage en spécifier la valeur nominale de consigne de débit et après qu'en obtient le poids réel par le pont de bascule en entre le poids réel et en click sur calcule paramètre correction Un nouveau paramètre de correction sera affiché et pour prendre cette valeur en compte en click sur validez correction échelle (Figure 3.33).

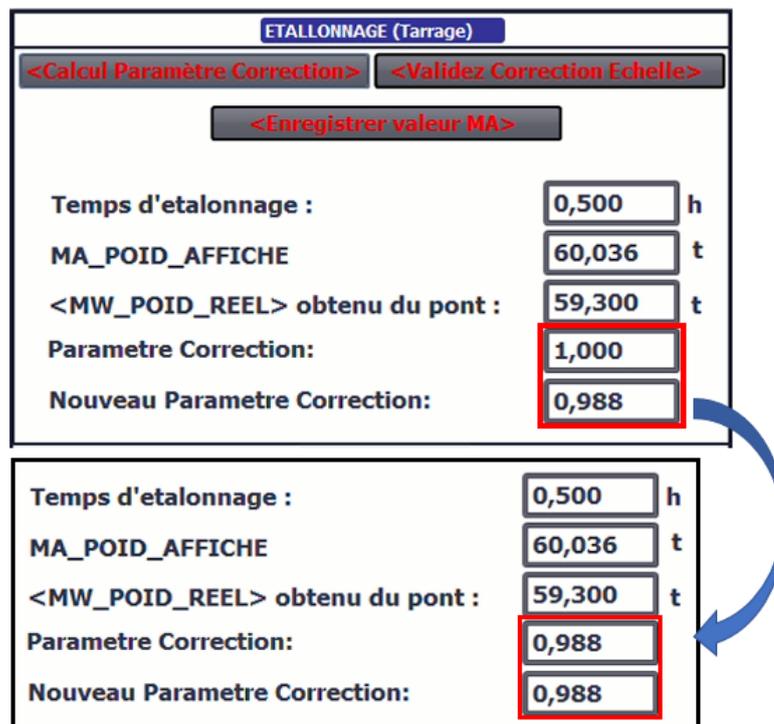


Figure 3.33 : Fenêtre étalonnage

### 3.6.4. Trémie doseur gypse

Dans la trémie doseur en met des conditions de poids pour le marche et l'arrêt de doseur gypse pour assurer la qualité de produit.

$$50 \leq \text{Poids trémie} \leq 170$$

La roue fraise marche normalement et le doseur aussi marche sans défaut

$$\text{poids trémie} < 50$$

L'extracteur et le moteur de translation marche normalement pour remplir la trémie jusqu'à atteindre 50 kg et s'arrête directement jusqu'à le démarrage des séquences. Mais le doseur s'arrête pour assurer une bonne précision de suivi de recette

$$\text{Poids trémie} > 170$$

Le remplissage de trémie sera arrêté immédiatement mais le doseur reste en marche normalement pour n'arrive pas un bourrage de matière

### 3.6.5. Modes de fonctionnement

Nous avons testé le bon fonctionnement des trois modes de fonctionnement et nous avons assuré que les séquence démarrent et s'arrêtent selon le cahier de charge et les condition précis et dans le mode automatique les séquence marche selon l'ordre donnée dans le cahier de charge. Nous avons peut aussi entrer les proportions des matières facilement selon la recette de l'laboratoire et contrôler la disponibilité des matières premiers

### 3.7. Conclusion

En conclusion le remplacement des cartes «VSE 20100 DISOCONT» par un automate S7 313-2DP a parfaitement réussi. Nous avons réussi d'établir toutes les fonctions de la carte VSE20100 dans l'API. Nous avons réussi à avoir une visualisation détaillée du sous atlier alimentation Broyeur, ce qui est une grande amélioration d'un côté et de l'autre côté nous avons assuré la bonne gestion de dosage de gypse ce qui a été confirmé par les résultats pratique qui ont dissipés tout le doute de la fiabilité de notre projet.

Nous avons utilisé le logiciel DriveWindow qui est considéré une autre source de confirmation de la bonne régulation et la bonne application de cette consigne par le variateur.

---

## Annexe

### A. Programmation avec TIA Portal

#### A.1. Configuration du matériel

Dans notre projet nous avons utilisé une configuration complexe qui contient 3 stations communiquées entre eux à travers un réseau Profibus DP. Ces trois stations sont :

- UN S7 313C-2DP configuré comme le maître de réseau
- Un deuxième 313C-2DP configuré comme un esclave
- Un périphérique décentralisé ET 200M (esclave)

Le maître est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII alors que le deuxième automate est utilisé à la place de la carte « SCHENCK » pour gérer l'opération de régulation de débit et l'étalonnage

Le ET 200M utilisé pour récolter les informations provenant des capteurs et les envoyer vers le maître et transférer les ordres de marche et consignes vers les actionneurs tout ça en utilisant le protocole de communication Profibus DP.

#### A.2. Modes de fonctionnement

Il existe trois modes de fonctionnement

##### a. Le mode local

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où le système est contrôlé localement par un opérateur. Les paramètres peuvent être ajustés en temps réel pour répondre aux besoins spécifiques de la production.

##### b. Le mode automatique

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où le système est entièrement automatisé et contrôlé par ordinateur. Les paramètres sont définis à l'avance et le système fonctionne de manière autonome sans intervention humaine.

##### c. Le mode individuel

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où chaque machine ou équipement peut être contrôlé individuellement pour répondre aux besoins spécifiques de la

production. Ce mode permet une flexibilité accrue dans la production et peut être utilisé pour des productions sur mesure ou des commandes spéciales

### A.3. Programmation

Comme nous avons dit auparavant nous avons utilisé deux station la première station est la station maître et la deuxième est celle de l'esclave. Cela veut dire qu'on a un programme pour chacune des stations et qui sont communiquées par Profibus.

#### A.3.1. Le programme de master

Nous avons utilisé logiciel TIA PORTAL V16 pour la programmation. On a créé des différents blocs en langage Ladder et on les a identifiés dans notre programme.

##### a. Block moteur 1 sens

Nous avons créé un bloc pour les moteurs 1 sens de rotation et vitesse constante pour chaque moteur (Figure A.1). Ce bloc contient l'ordre de marche et arrêt de ce moteur et aussi la disponibilité et l'ordre de marche tapis

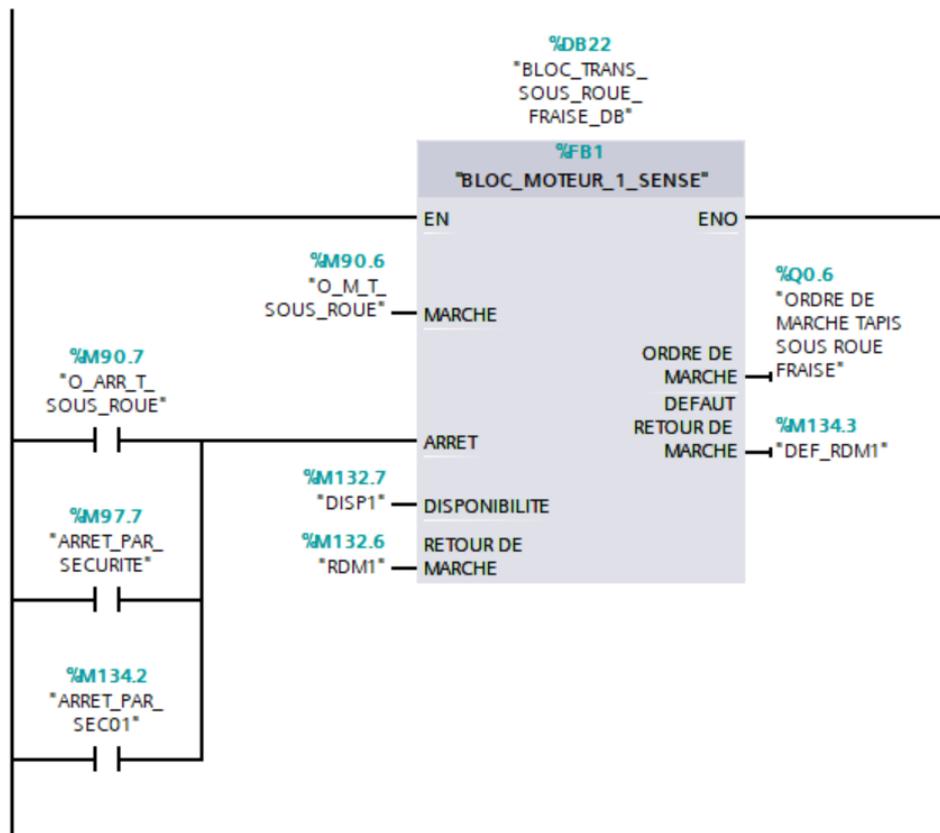


Figure A.1 : Block moteur 1 sens

Ce bloc contient les réseaux suivants (Figure A.2)

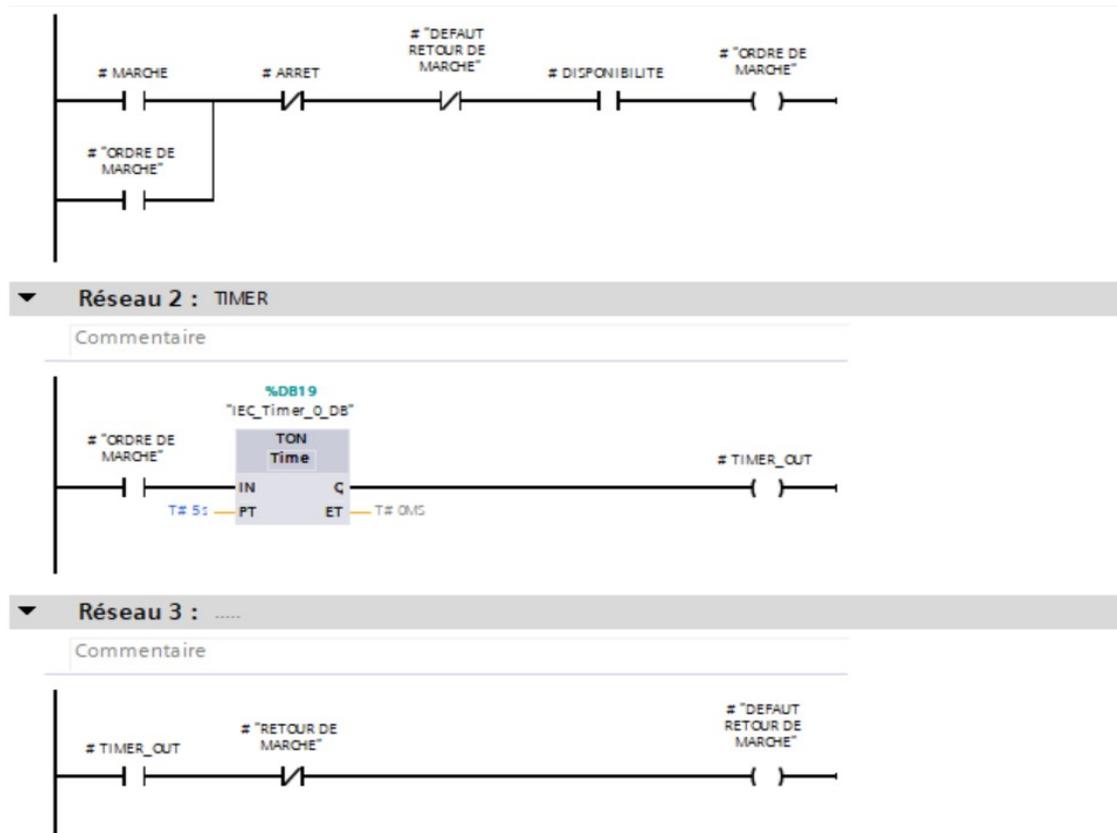


Figure A.2 : Contenu du bloc moteur 1 sens

### ❖ Moteur 1 Sens de rotation a Vitesse variable

Nous avons utilisé les mêmes blocs moteur 1 sens (Figure A.3) avec une variation de la sortie en fonction de l'entre à l'aide de bloc « Scale » (Figure A.4).

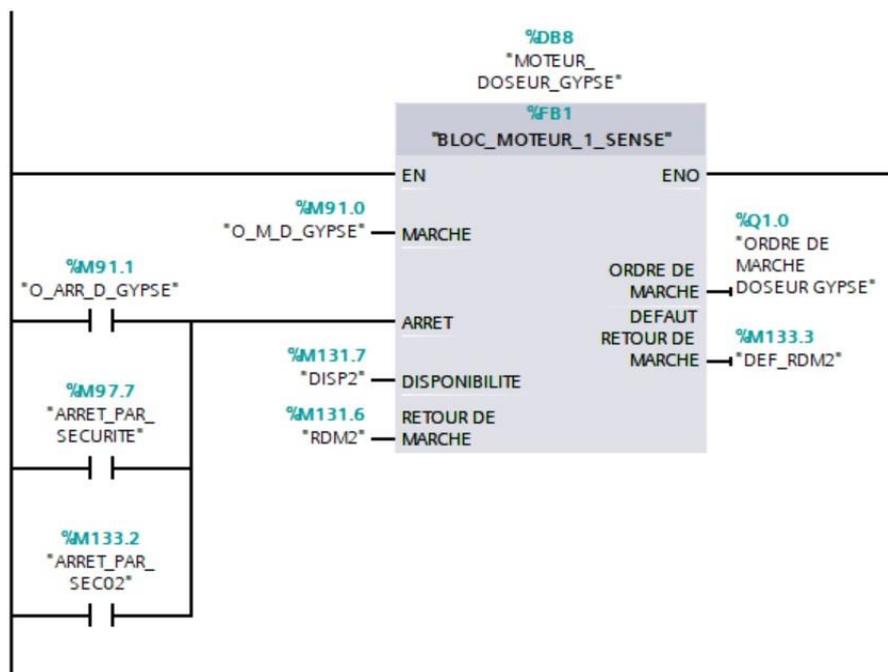


Figure A.3 : Block moteur 1 Sens à vitesse variable

❖ **Block Scale :**

En est utiliser la fonction « Scale » pour transférer les entrées analogiques à un signal numérique

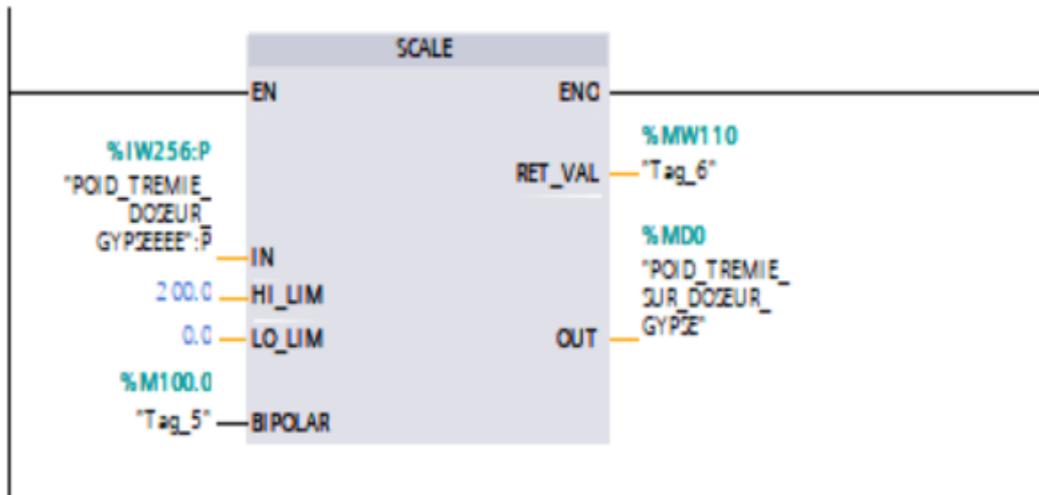


Figure A.4 : Block scale

Les entrées et sorties de Block « Scale » sont les suivantes :

- "in" : c'est l'entrée du signal à convertir.
- "hi\_lim" : c'est la limite supérieure de la plage de valeurs du signal d'entrée.
- "lo\_lim" : c'est la limite inférieure de la plage de valeurs du signal d'entrée.
- "bipolar" : cette entrée permet de spécifier si le signal d'entrée est bipolaire ou unipolaire
- "out" : c'est la sortie du bloc, qui fournit le signal converti
- "ret\_val" : cette sortie fournit une valeur booléenne qui indique si la conversion a réussi ou non.

❖ **Block moteur 2 sens de rotation**

Nous avons créé un block pour les moteur 2 Sens de rotation (Figure A.5) pour chaque moteur. Ce block contient l'ordre de Marche sens 1 et sens 2 et arrêt de ce moteur et aussi la disponibilité et l'ordre de marche tapis sens 1 et sens 2.

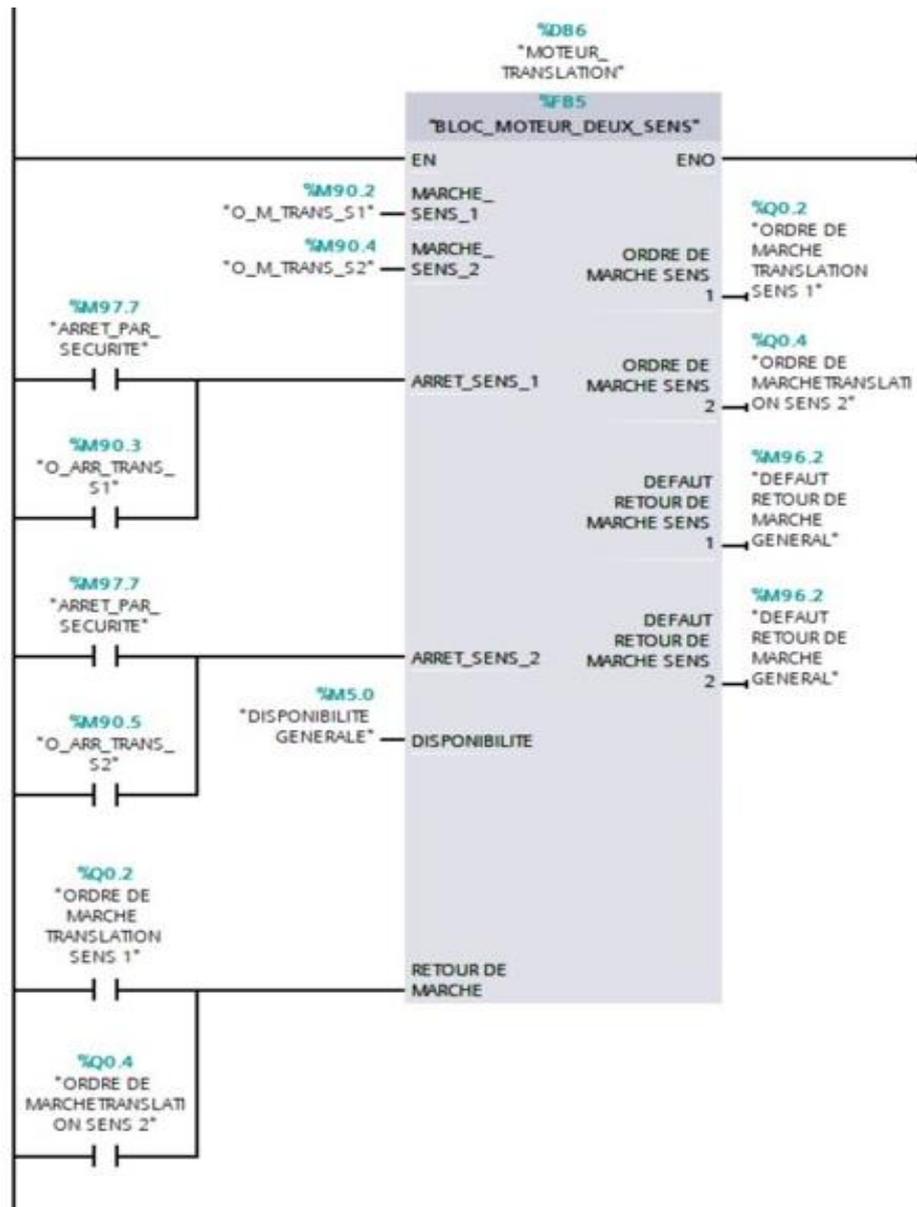


Figure A.5 : Block moteur 2 sens

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.6)

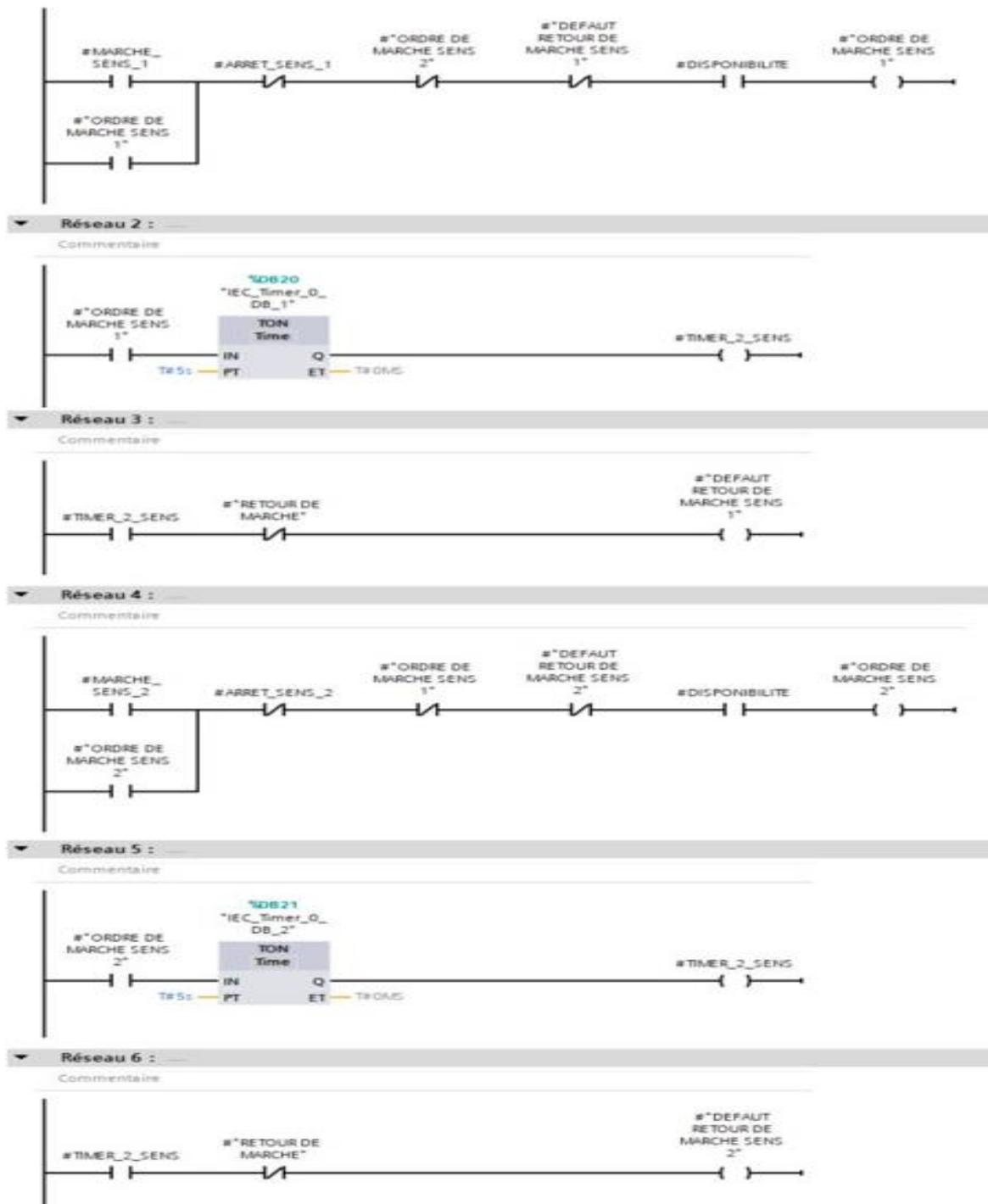


Figure A.6 : Contenu du block moteur 2 sens

### ❖ Blocks de sécurité

Nous avons créé un bloc de sécurité général (Figure A.7) pour moteur ce block contient toutes les conditions des arrêts d'urgences comme les déportements de bande et les arrêts d'urgence a tirette ...etc.

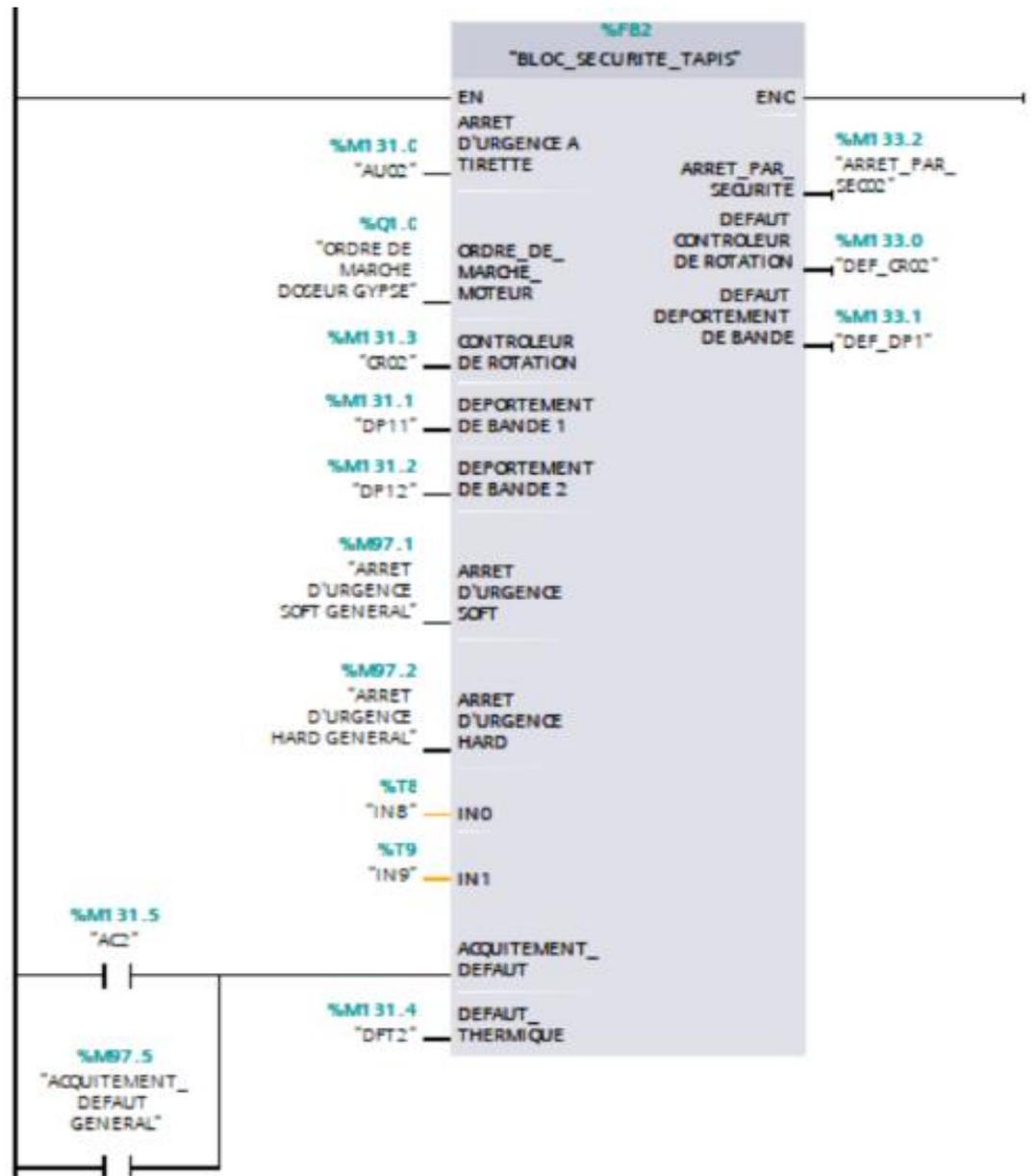


Figure A.7 : Block sécurité

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.8)

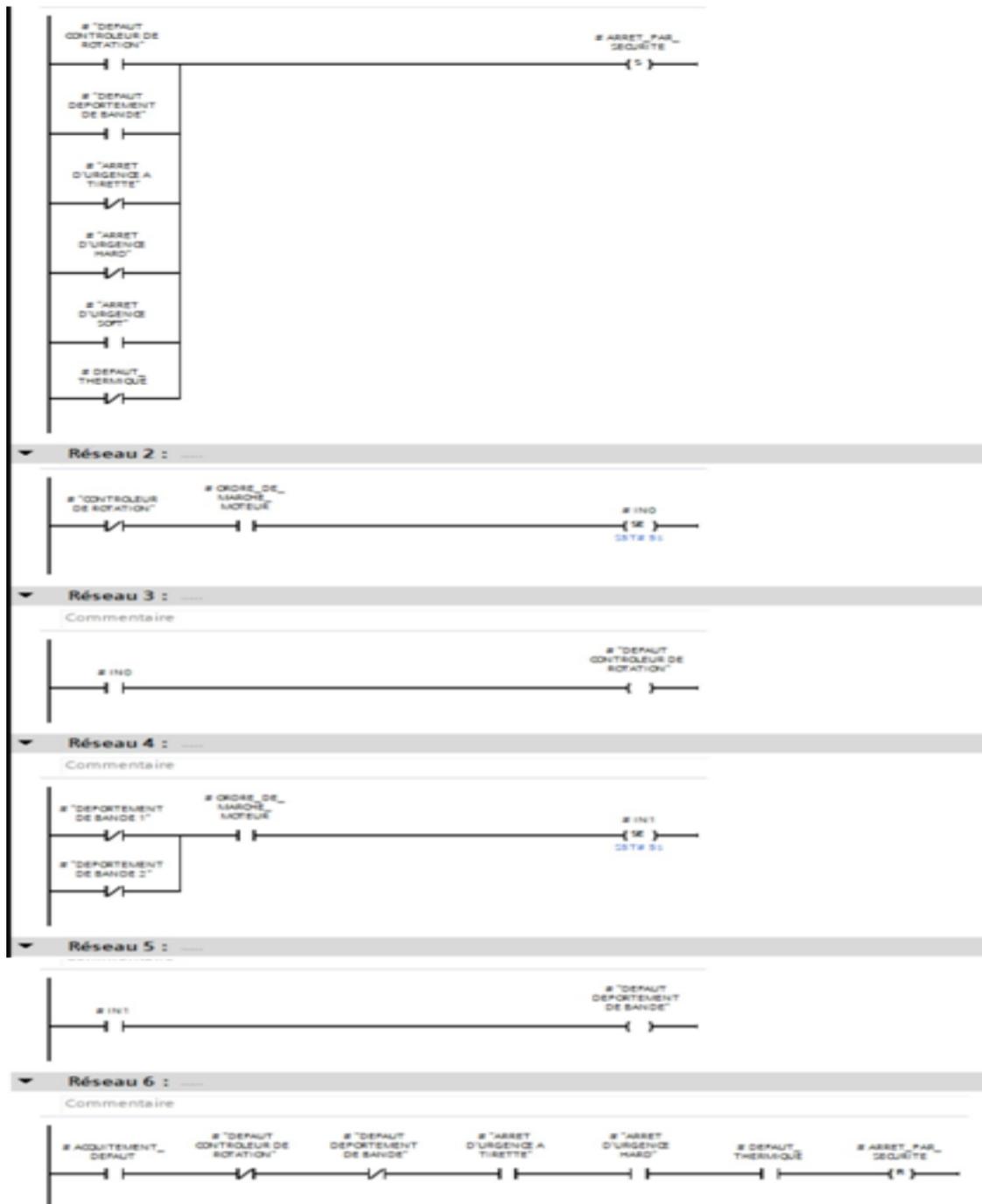


Figure A.8 : Contenu de block sécurité

### ❖ Blocks changement de mode

Comme nous l'avons dit auparavant on a 3 modes et pour basculer entre ces 3 modes on est créé 2 blocks

#### Mode locale

On a créé un block pour activer le mode local (Figure A.9)

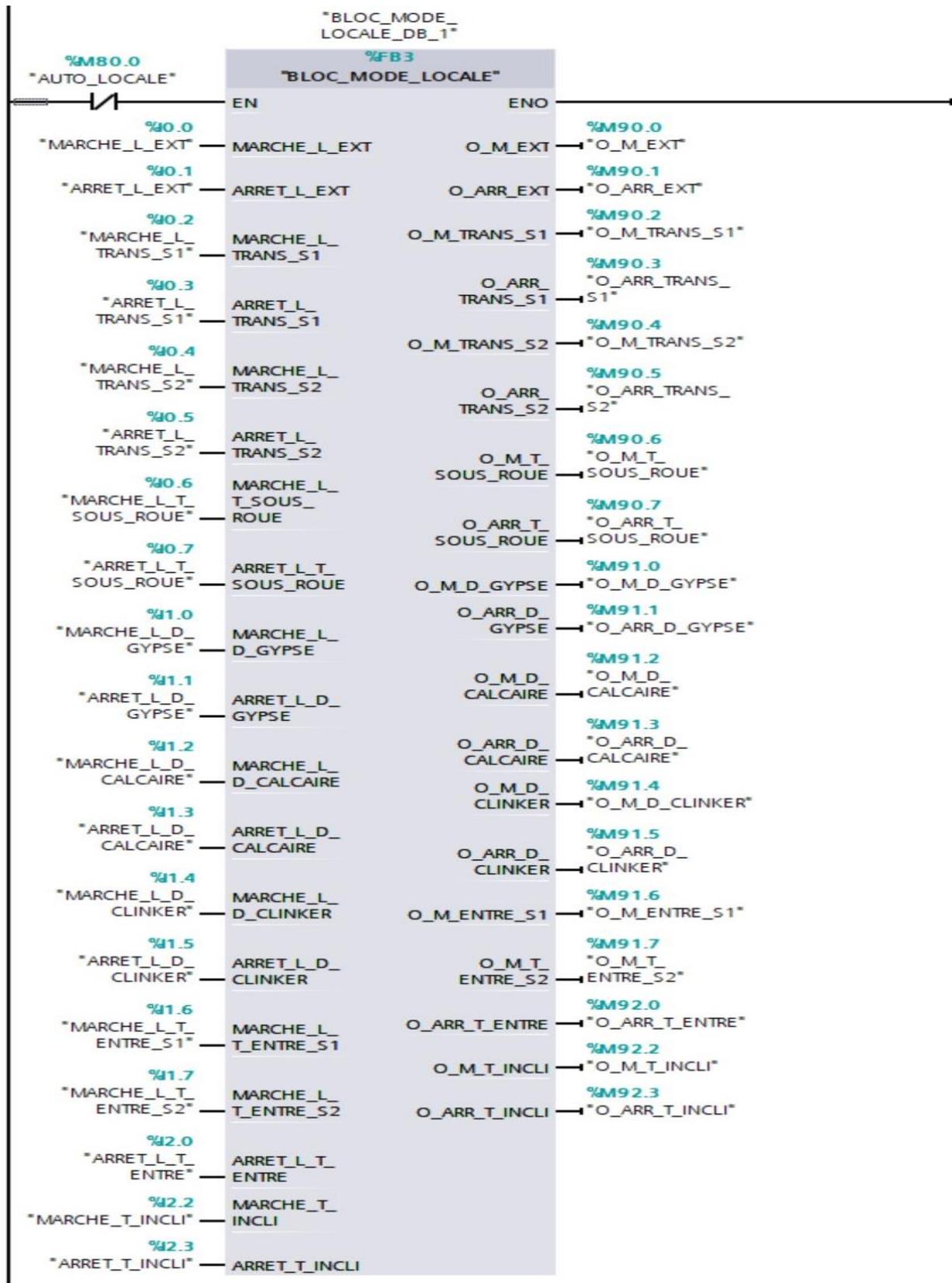


Figure A.9 : Block mode locale

En prendre un exemple de la contient ce block (Figure A.10)

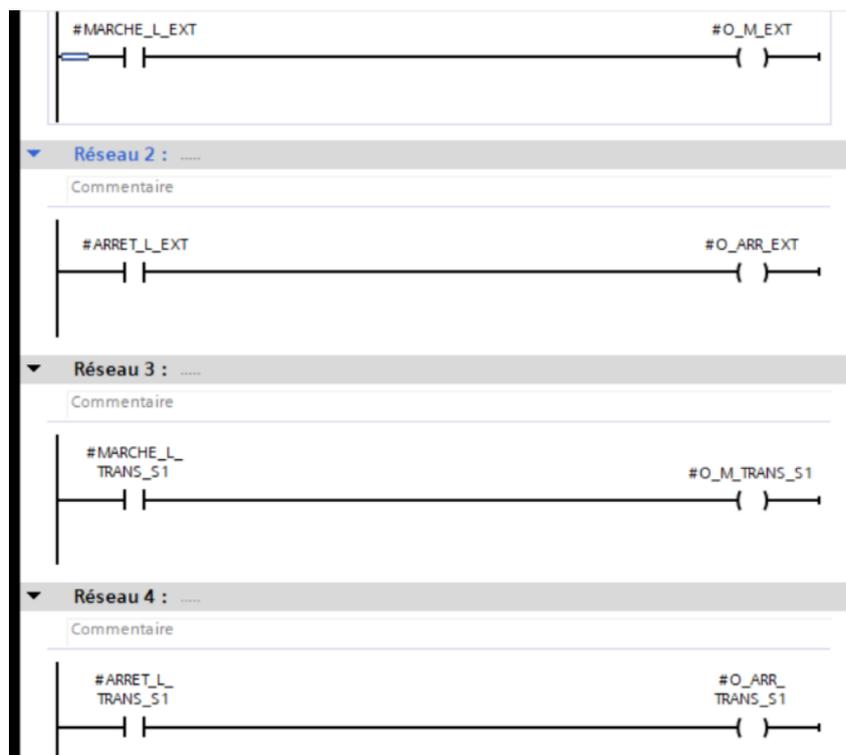
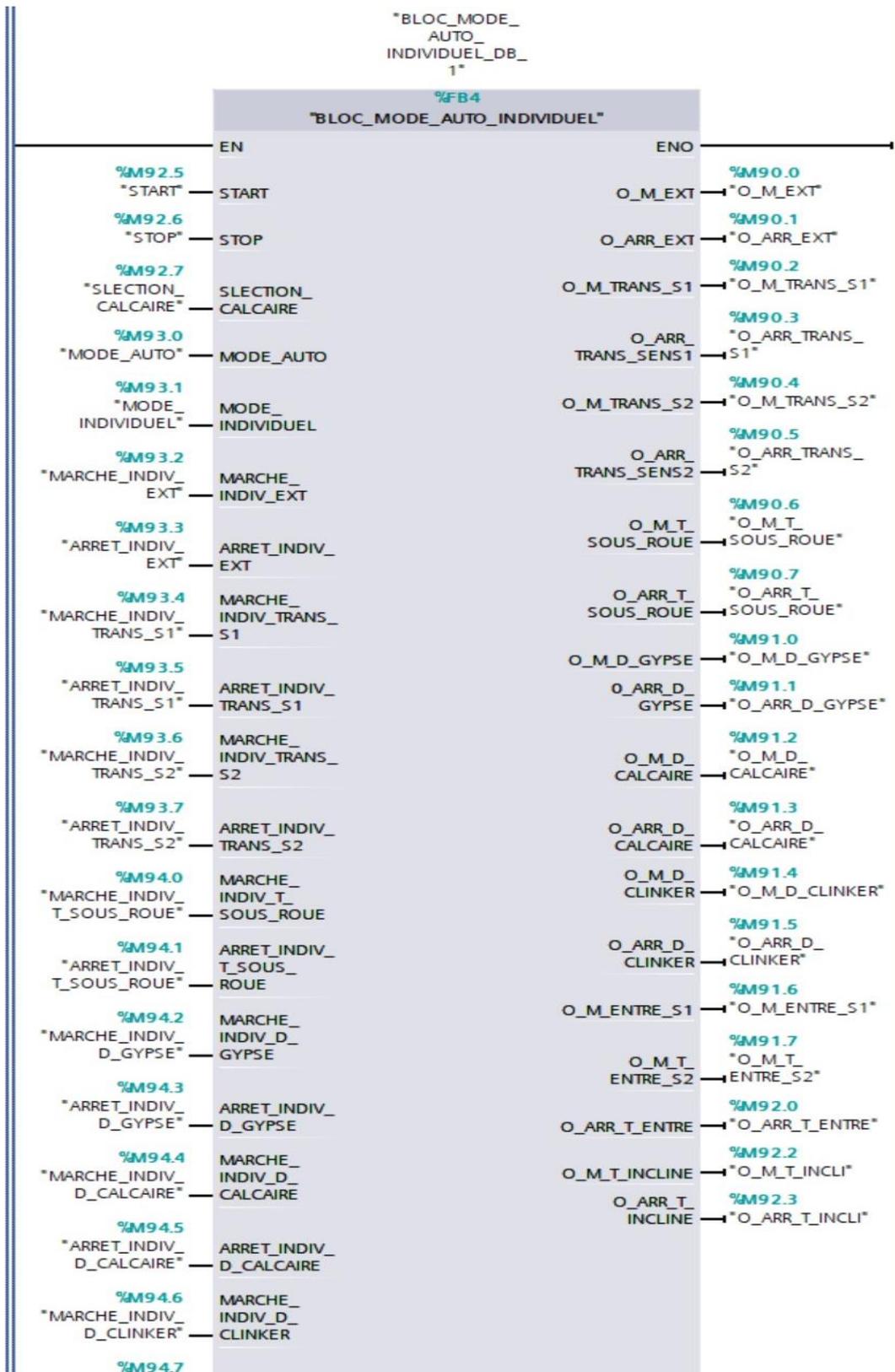


Figure A.10 : Exemple du contenu block mode locale

**Mode automatique et individuel**

On est créé un seul block pour basculer entre les deux modes automatique et individuel (Figure A.11)



%M95.0 "MARCHE_INDIV_ T_ENTRE_S1"	MARCHE_ INDIV_T_ ENTRE_S1
%M95.1 "MARCHE_INDIV_ T_ENTRE_S2"	MARCHE_ INDIV_T_ ENTRE_S2
%M95.2 "MARCHE_INDIV_ T_INCLINE"	MARCHE_ INDIV_T_ INCLINE
%M95.3 "ARRET_INDIV_ T_INCLINE"	ARRET_INDIV_ T_INCLINE
%M95.4 "ARRET_INDIV_ T_ENTRE"	ARRET_INDIV_ T_ENTRE
%MD70 "POID_TREMIE_ SUR_DOSEUR_ GYPSE"	POID_TREMIE_ DOSEUR_ GYPSE
%M130.0 "FC_SENS1"	FC_SENS1
%M130.1 "FC_SENS2"	FC_SENS2
%M130.2 "SC_SENS1"	SC_SENS1
%M130.3 "SC_SENS2"	SC_SENS2
%M130.4 "SC_ MAINTENANCE"	SC_ MAINTENANCE
%M95.5 "MARCHE_ BROYEUR"	MARCHE_ BROYEUR
%I0 "IN0"	IN0
%I1 "IN1"	IN1
%I26 "Tag_36"	IN5
%I27 "Tag_37"	IN6
%I2 "IN2"	IN2
%Q0.0 "ORDRE DE MARCHE EXTRACTEUR"	R_M_EXT_1
%Q0.2 "ORDRE DE MARCHE TRANSLATION SENS 1"	R_M_TRANS_S1
%Q0.4 "ORDRE DE MARCHE TRANSLATI ON SENS 2"	R_M_TRANS_S2
%Q0.6 "ORDRE DE	

MARCHE TRANSLATION SENS 2*	R_M_TRANS_S2
<b>%Q0.6</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS SOUS ROUE FRAISE*	R_M_T_SOUS_ROUE
<b>%Q1.0</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR GYPSE*	R_M_D_GYPSE
<b>%Q1.1</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR CALCAIRE*	R_M_D_CALCAIRE
<b>%Q1.2</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR CLINKER*	R_M_D_CLINKER
<b>%Q1.4</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS ENTRE BROYEUR SENS 1*	R_M_T_ENTRE_S1
<b>%Q1.5</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS ENTRE BROYEUR SENS 2*	R_M_T_ENTRE_S2
<b>%Q1.3</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS INCLINE*	R_M_T_INCLINE
<b>%M20.0</b>	
*SELECTION_SENS_TRANSLATION*	SELECTION_SENS_TRANSLATION

Figure A.11: Block mode auto individuel

En prendre un exemple du contenu de ce block (**Figure A.12**)

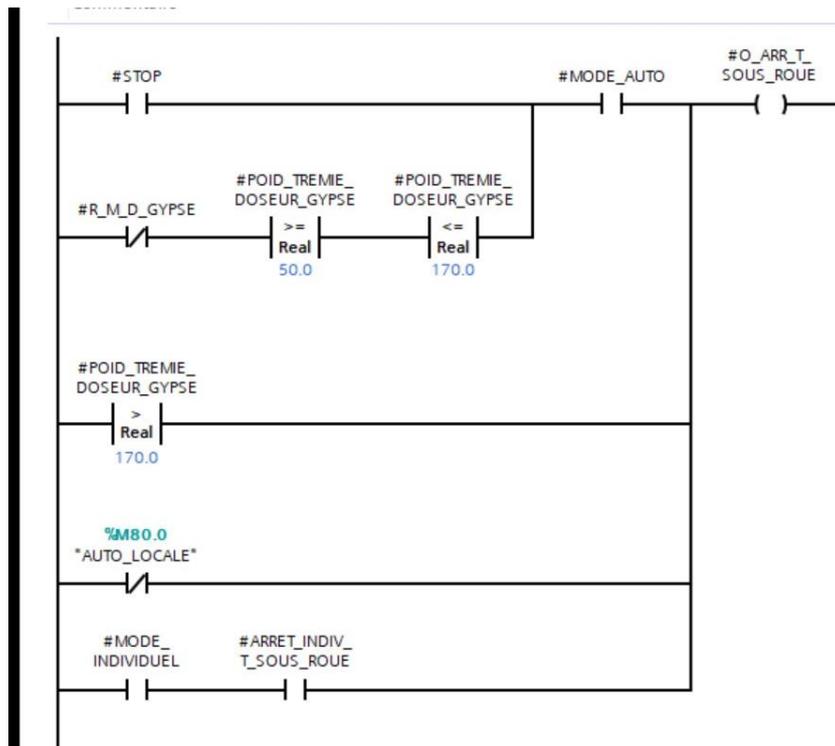


Figure A.12 : Exemple contenu block mode auto individuel

## A.5. Le programme esclave

Dans le programme esclave on a injecter toutes les fonctions de la carte SCHENCK comme la vitesse de la bande et les boucles de régulation débit et aussi lire le débit du Matière ainsi que l'étalonnage.

### A.5.1. La vitesse du bande

#### ❖ La vitesse de moteur doseur gypse

Nous avons crié un programme pour mesurer la vitesse de moteur doseur gypse (vitesse angulaire) à partir de la fréquence encodeur (Figure A.13).

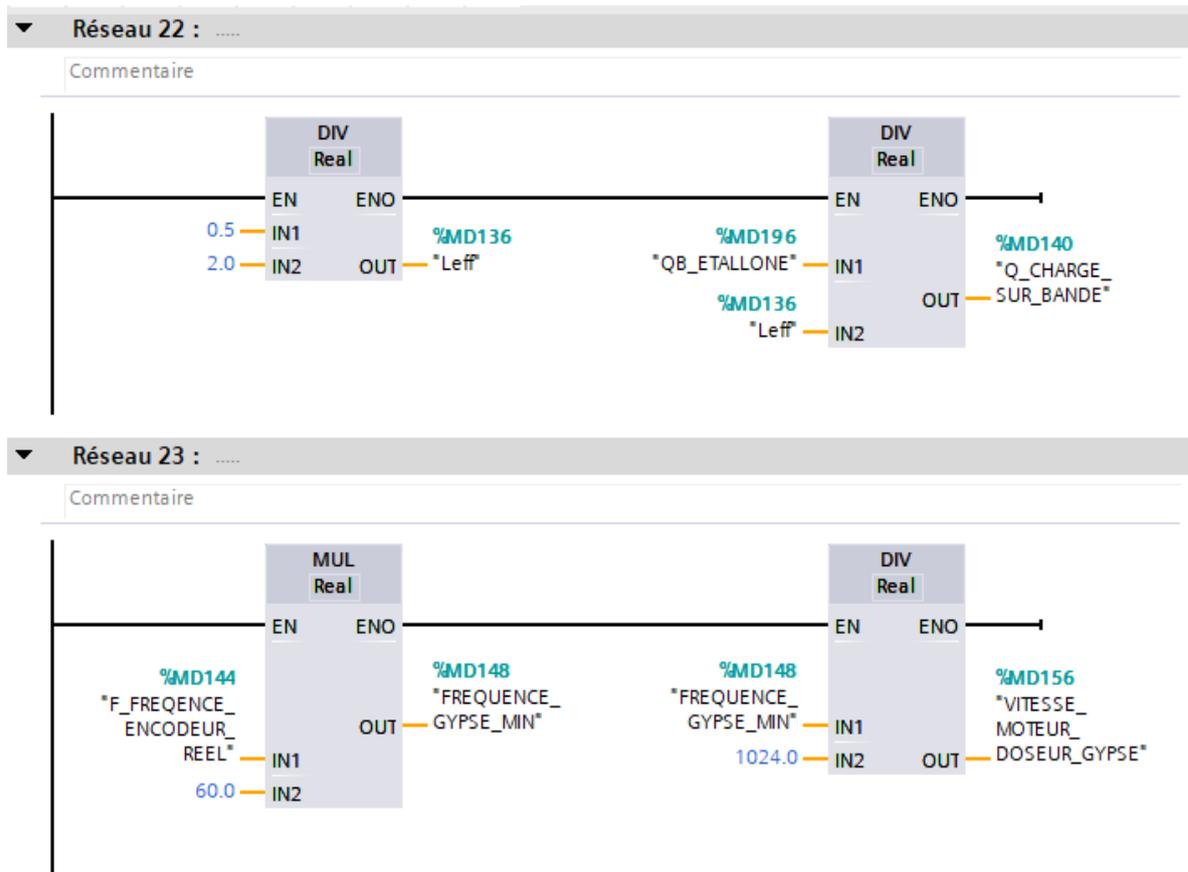


Figure A.13 : Block vitesse angulaire

### ❖ Vitesse bande

Et comme nous avons dit auparavant nous intéresser à la vitesse linéaire

(la vitesse de la bande) c'est pour ça on a utilisé la vitesse moteur doseur gypse pour calculer la vitesse de la bande (**Figure III : 16**).

#### i. Calcul de la vitesse de la bande

**la vitesse :** nous allons utiliser un encodeur lecture de la vitesse du moteur

pour l'utilisation d'un encodeur nous avons besoin d'utiliser un compte rapide que se trouve sur la gamme C des s7300 tel que S7 313C-2DP

ce type d'automate possède des entrées qui sont sensibles aux variations rapides du signal d'entrée ce compte rapide utilise une adresse dans la mémoire

des entrées cette adresse peut contenir le nombre d'impulsion de l'encodeur pour la fréquence de la piste A

la dernière information ( fréquence) peut servir à calculer la vitesse de rotation du moteur en utilisant.

$$V\phi = \frac{(60 f)}{Np}$$

$V\phi$  : Vitesse angulaire en (tr /min)

$f$  : Fréquence de la piste A

$Np$  : Nombre de point de l'encodeur

mais nous on intéressé a la vitesse de la bande et pas à la vitesse du moteur pour le passage de la vitesse angulaire à la vitesse linéaire il suffit de multiplier rayon du tambour du doseur gypse.

$$Vl = \frac{dx}{dt} = RV\phi$$

donc

$$Vl = (60Rf)/Np$$

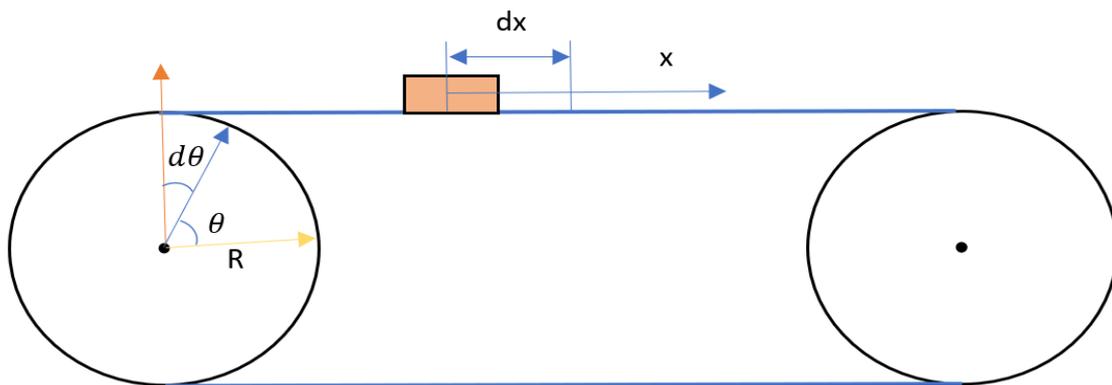


Figure A.14 : Vitesse de la bande

$$dx = R d\theta$$

$$\frac{dx}{dt} = R \frac{d\theta}{dt}$$

$R$  : Rayon de tambour

$\frac{d\theta}{dt}$  : Vitesse angulaire donnée par le tachymètre

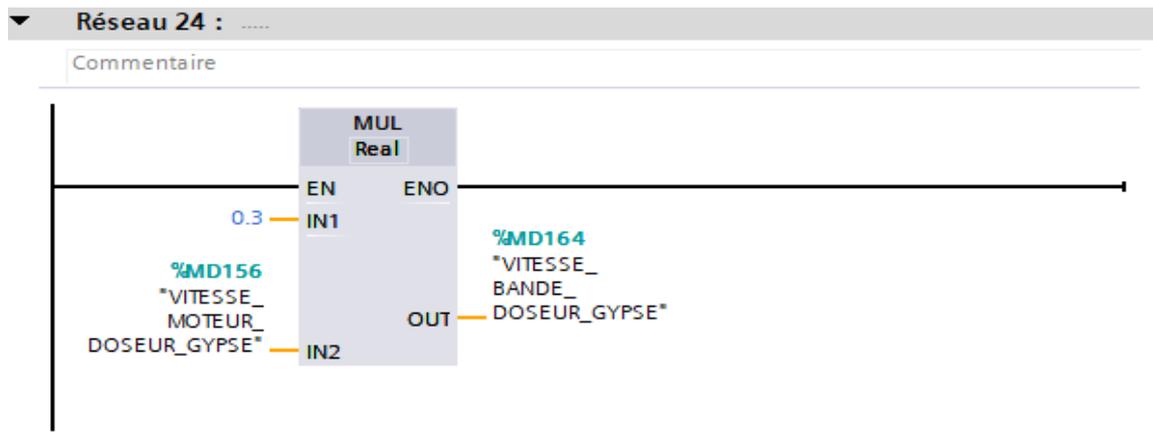


Figure A.15 : Block vitesse liniaire

### A.5.2. Calcul de débit

Pour calculer le débit nous avons besoin de la vitesse de la bande doseur gypse et la charge sur bande pour appliquer l'équation suivantes (Figure A.16).

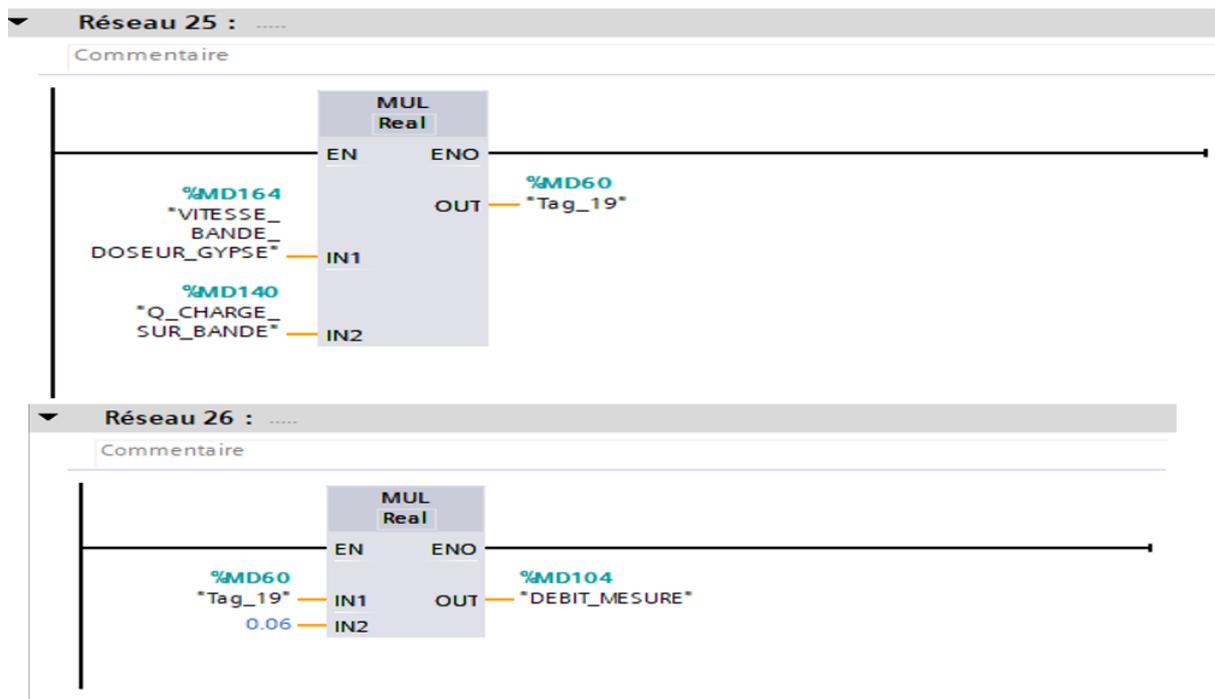


Figure A.16 : Calcul de débit

#### ❖ Transformer en forme analogique

Pour affecter la consigne de la vitesse il faut transférer en forme analogique et donc nous avons utilisé la fonction Unscale (Figure A.17).

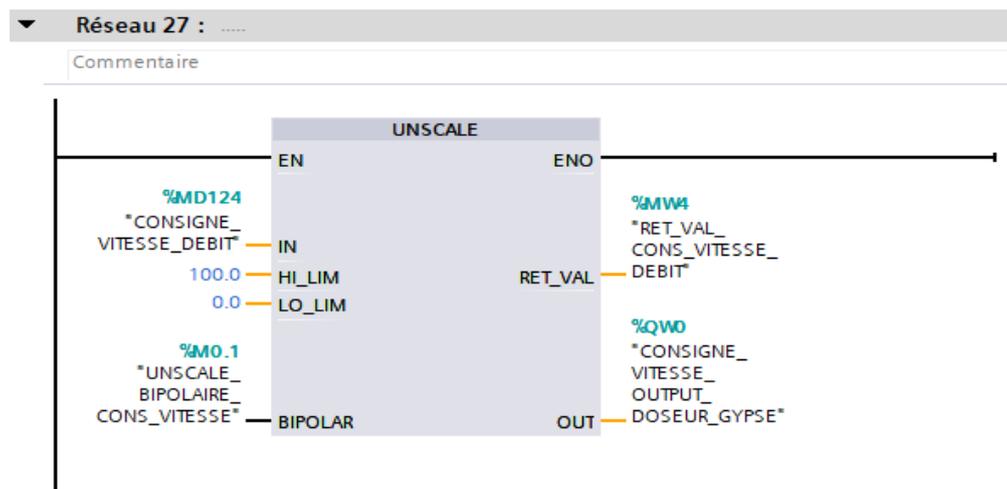


Figure A.17 : Block Unscale

#### A.5.4. L'étalonnage :

Nous avons créé un programme qui fait l'étalonnage par la création des blocks pour ce programme pour appliquer l'équation mentionner dans 2ème chapitre page 19

#### Block étalonnage doseur gypse (Figure A.18)

On est créé un block pour étalonnage doseur gypse et aussi la remise a zéro

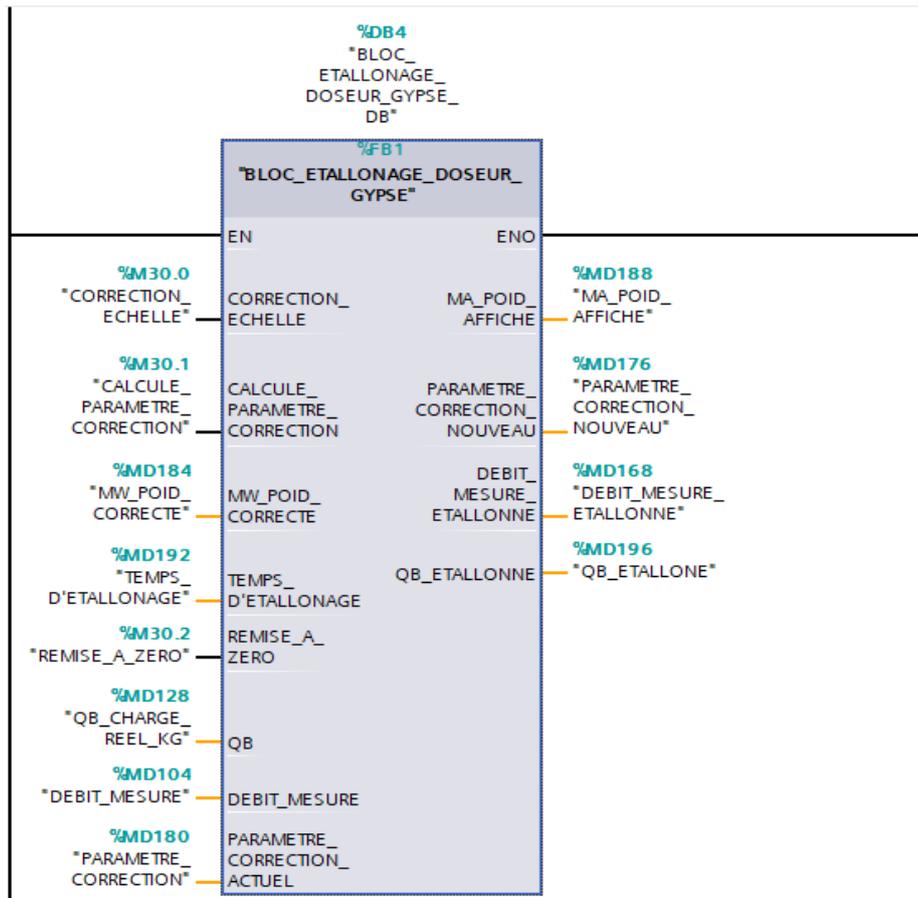
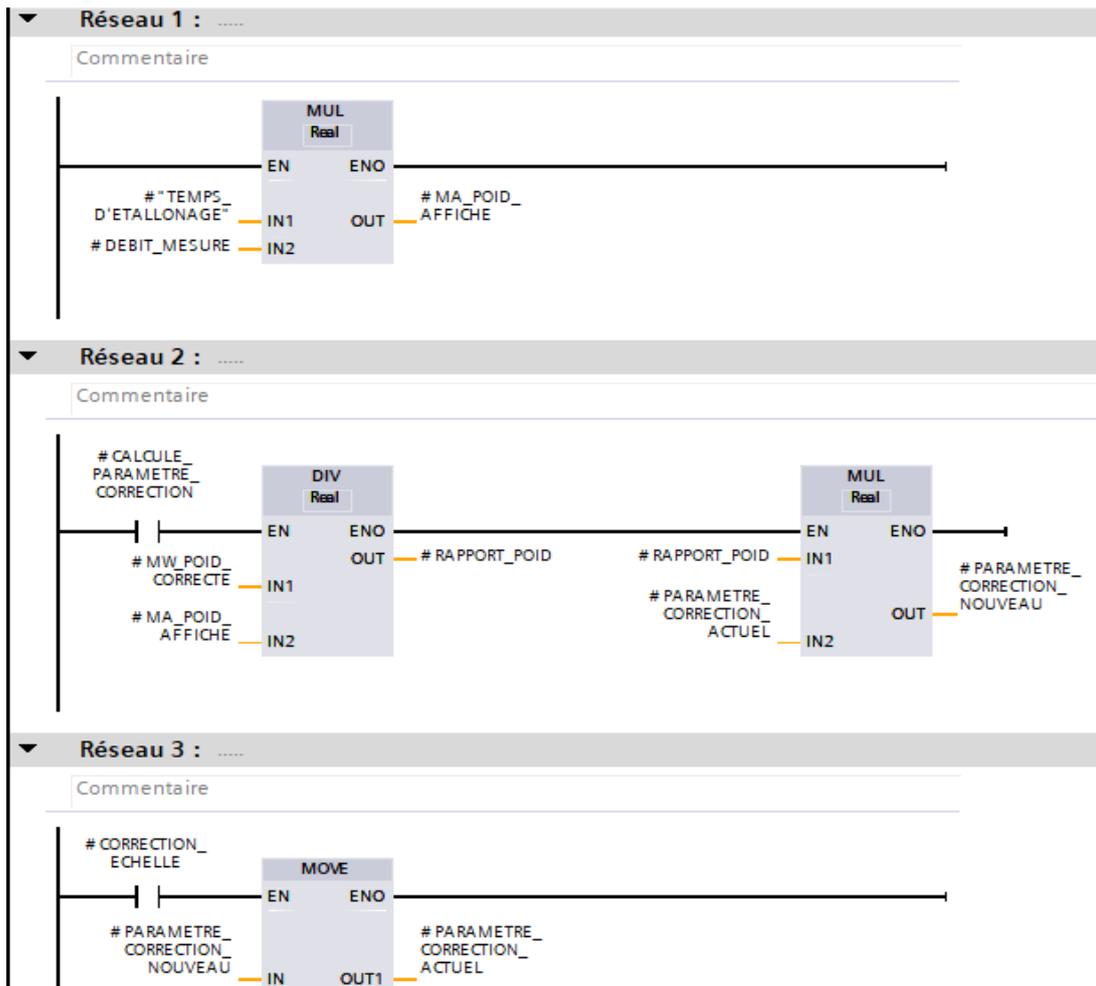


Figure A.18 : Block étalonnage

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.19).



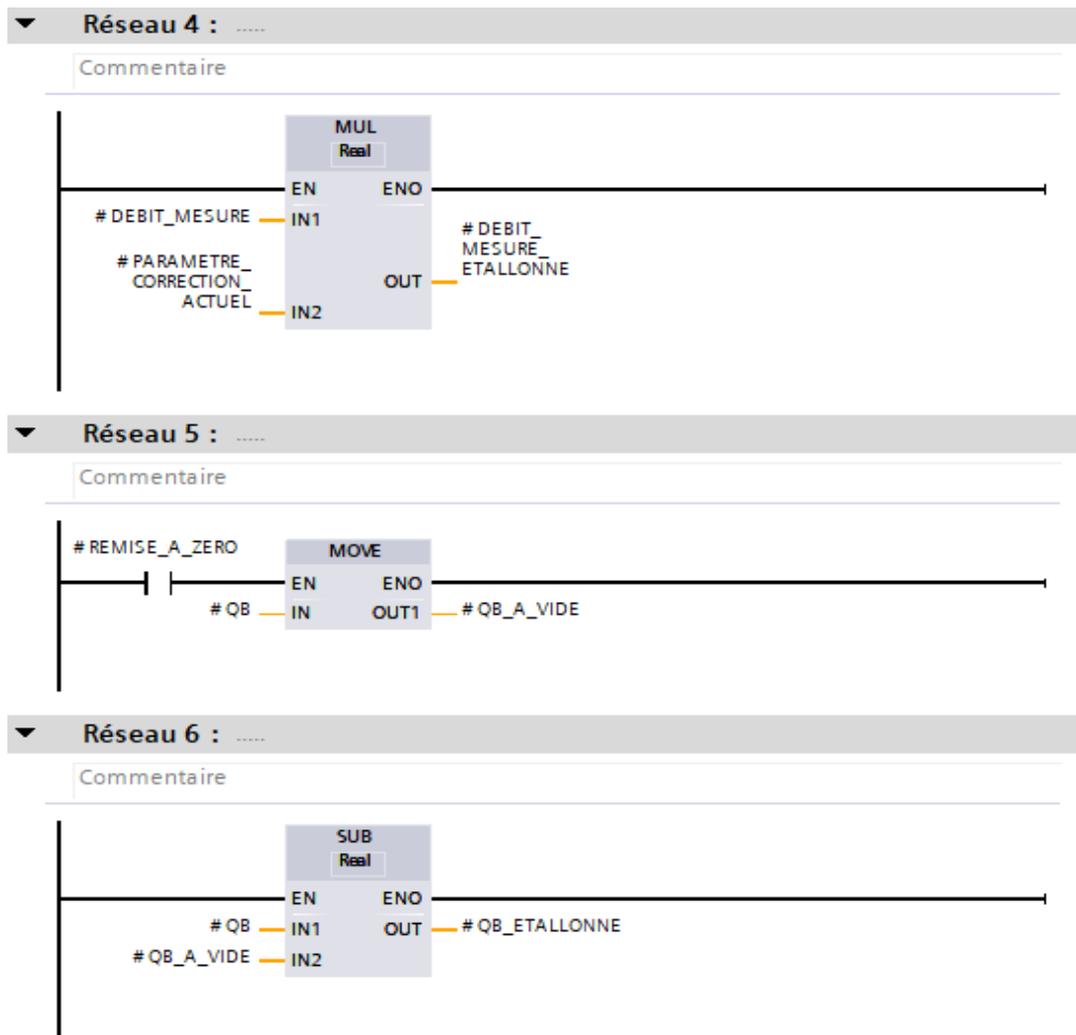


Figure A.19 : Contenu Block étalonnage

### A.5.5. Régulation PID

Pour utiliser la régulation PID dans nous projet nous avons créé un nouveau block (ob35) pour injectons le programme de régulation PID du doseur gypse et le moteur extracteur en prendre le block du doseur gypse comme exemple (Figure A.20).

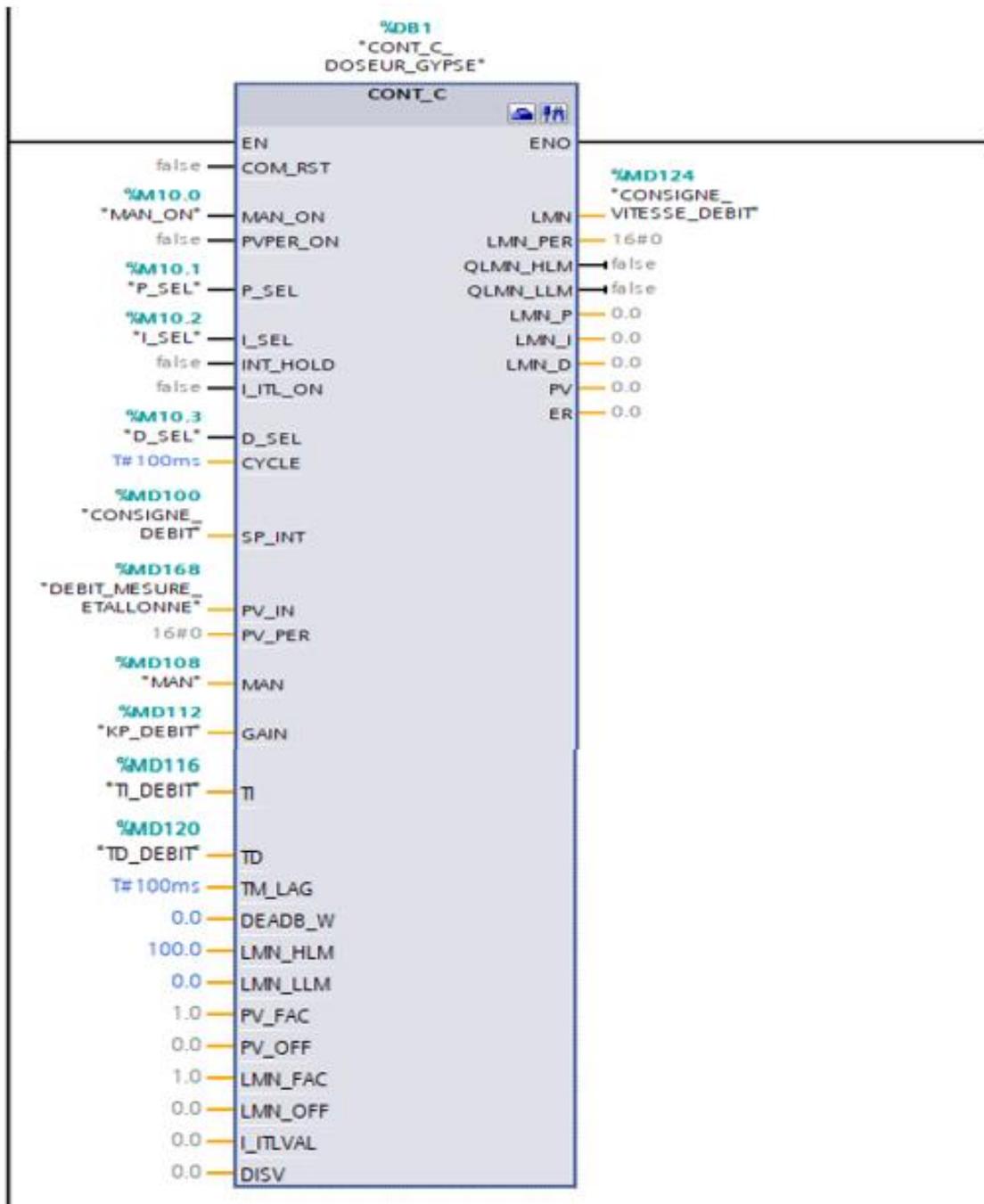


Figure A.20 : Block régulation

## A.6. Communication

Nous allons mettre dans le réseau deux stations S7300, la première station sera configuré comme maître, et la deuxième station sera configuré comme un esclave, comme montre les Figures A.21, A.22.

The screenshot shows the 'Mode de fonctionnement' configuration window for a master DP station. It features two radio buttons: 'Maître DP' (selected) and 'Esclave DP'. Below them, the 'Réseau maître DP' is set to 'DP-Mastersystem (1)' and 'Maître DP affecté' is set to 'Non affectées'. At the bottom, there are two checkboxes: 'Test, mise en service et routage' (unchecked) and 'Surveillance du temps de réponse' (checked).

Figure A.21 : Configuration maître

The screenshot shows the 'Mode de fonctionnement' configuration window for a slave DP station. It features two radio buttons: 'Maître DP' (unchecked) and 'Esclave DP' (selected). Below them, the 'Réseau maître DP' field is empty and 'Maître DP affecté' is set to 'MASTER.Interface DP\_1'. At the bottom, there are two checkboxes: 'Test, mise en service et routage' (unchecked) and 'Surveillance du temps de réponse' (checked).

Figure A.22 : Configuration esclave

Nous avons relié les deux stations par un réseau profibus Nous affectons l'adresse 2 à la station maître et l'adresse 4 à la station esclave (Figure A.23)

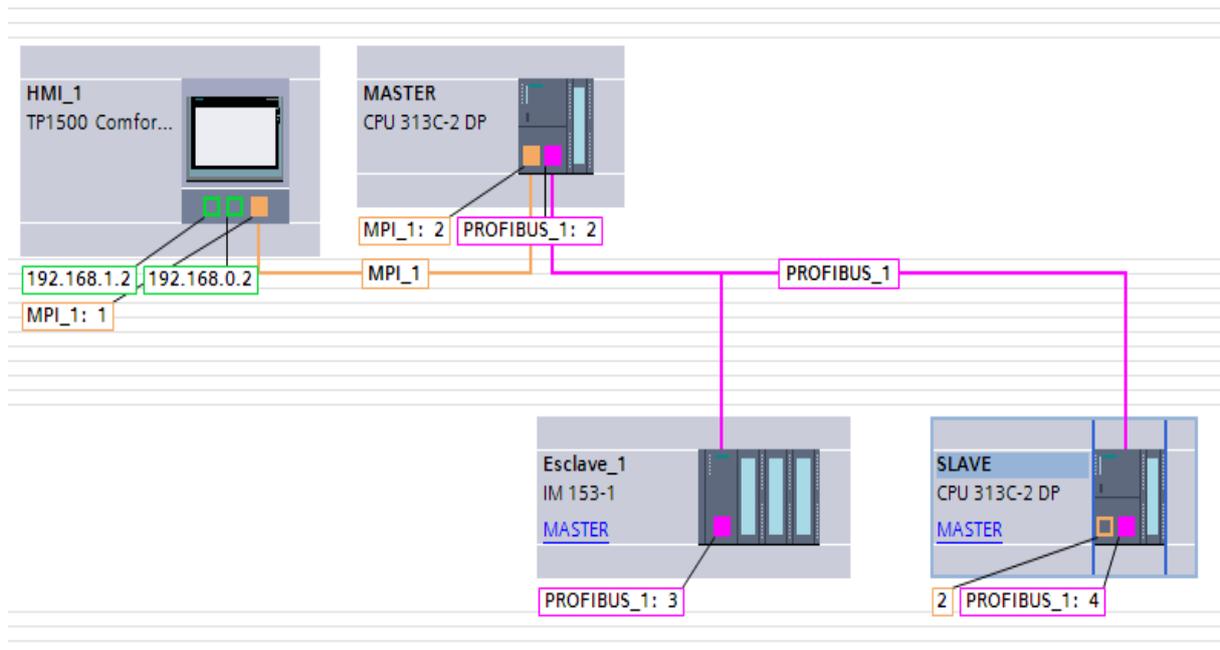


Figure A.23 : Vue de réseau

Puis, nous allons dans “communication esclave” pour créer les zones de transfert. Nous avons créé toutes les zones de transfert dont on a besoin d'utiliser pour transférer les données entre l'esclave et le maître, comme montre (les figures A.23 et A.24), et puis nous allons passer à la programmation. Dans le programme les fonctions move sont utilisées pour transférer les données du maître vers les zones mémoire de l'esclave et vice versa.

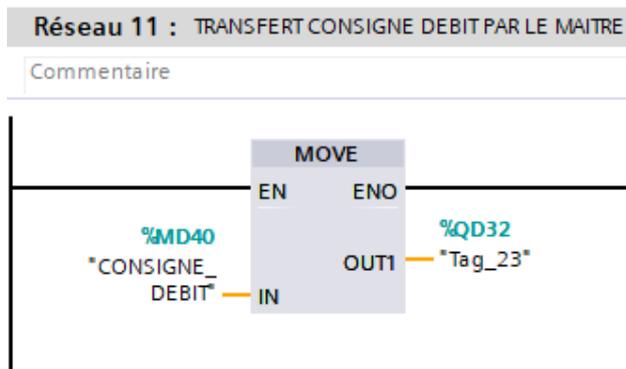


Figure A.23 : OB1 Maître

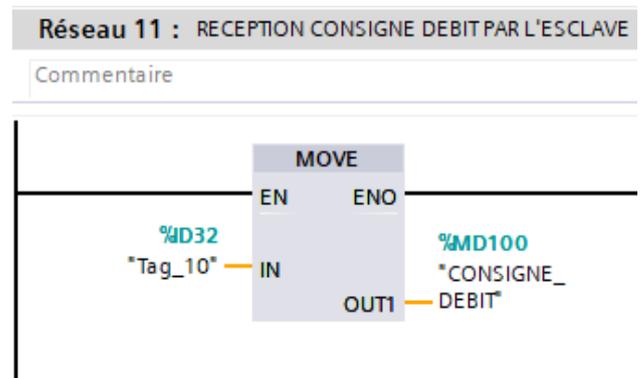


Figure A.24 : OB1 esclave

Puis, nous allons créer des zones de transfert pour les variables communiquées, comme montre la figure suivante.

Communication esclave I								
Zones de transfert								
...	Zone de transfert	Type	Adresse du maître	↔	Adresse de l'esc...	Longueur	Unité	Cohérence
1	ETALLONAGE	MS	Q 5	→	I 4	1	Octet	Unité
2	PARAMETRE PID	MS	Q 8	→	I 8	1	Octet	Unité
3	KP_DEBIT	MS	Q 16...19	→	I 16...19	4	Octet	Unité
4	TI_DEBIT	MS	Q 20...23	→	I 20...23	4	Octet	Unité
5	TD_DEBIT	MS	Q 24...27	→	I 24...27	4	Octet	Unité
6	CONSIGNE_POID TREME	MS	Q 28...31	→	I 28...31	4	Octet	Unité
7	CONSIGNE DEBIT (T \ H)	MS	Q 32...35	→	I 32...35	4	Octet	Unité
8	KP_EXTRACTEUR	MS	Q 41...44	→	I 41...44	4	Octet	Unité
9	TI_EXTRACTEUR	MS	Q 45...48	→	I 45...48	4	Octet	Unité
10	TD_EXTRACTEUR	MS	Q 49...52	→	I 49...52	4	Octet	Unité
11	TEMPS_DETALONAGE	MS	Q 53...56	→	I 53...56	4	Octet	Unité
12	QB_POID_ETALLONNE	MS	I 52...55	←	Q 52...55	4	Octet	Unité
13	MW_POID CORRECTE	MS	Q 71...74	→	I 71...74	4	Octet	Unité
14	MAN_VALUE	MS	Q 75...78	→	I 75...78	4	Octet	Unité
15	PARAMETRE CORRECTION NOUVE...	MS	I 56...59	←	Q 56...59	4	Octet	Unité
16	PARAMETRE CORRECTION	MS	Q 85...88	→	I 85...88	4	Octet	Unité
17	QB_TREMIE_DOSEUR_REEL	MS	Q 64...67	→	I 64...67	4	Octet	Unité
18	DEBIT_ETALLONNE	MS	I 76...79	←	Q 76...79	4	Octet	Unité
19	FREQUENCE_ENCODEUR	MS	Q 79...82	→	I 79...82	4	Octet	Unité
20	MA_POID_AFFICHE	MS	I 80...83	←	Q 80...83	4	Octet	Unité
21	QB_CHARGE_REEL	MS	Q 89...92	→	I 0...3	4	Octet	Unité

Figure A.25 : Variables de la zone transfert

## Bibliographie :

[1]: le procédé de fabrication de ciment de la SCMI [documentation de l'usine].

[2]: «Les capteurs ultrasonores», Dans baumer passion for sensors,

[https://www.baumer.com/fr/fr/service-assistance/fonctionnement/le-fonctionnement-et-la-technologie-des-detecteurs-a-ultrasons/a/Know-how\\_Function\\_Ultrasonic-sensors](https://www.baumer.com/fr/fr/service-assistance/fonctionnement/le-fonctionnement-et-la-technologie-des-detecteurs-a-ultrasons/a/Know-how_Function_Ultrasonic-sensors)

, (consulté le 01/03/2023).

[3]: «Codeur incrémentale» , omch, le 29 septembre 2021,

<https://www.omch.co/fr/incremental-rotary-encoder/?fbclid=IwAR0WDRYYQSWjHbZtTy-yJH79hqIw4w3EXa2JWo6bOhWCuxoGeUXDQbhrN4U>, (consulté le 15/03/2023).

[4]: «Codeur incrémentale» , Dans tde-instruments,

[https://tde-instruments.de/fr/artikel/drehgeber/opkon-pri-58a/?fbclid=IwAR2FYcMICTXENo2jxv5c\\_IbLl4iQGTudqKnwXihpCfghAVXZJ3Dt\\_3pRt8](https://tde-instruments.de/fr/artikel/drehgeber/opkon-pri-58a/?fbclid=IwAR2FYcMICTXENo2jxv5c_IbLl4iQGTudqKnwXihpCfghAVXZJ3Dt_3pRt8) (consulté le 12/03/2023).

[5]: AIT AMRANE Adlane, ZENATI Noureddine. "Réalisation d'un banc d'essai de la chaîne d'action «variateur de vitesse» commandé par un API et supervisé par un écran tactile." (2016).

[6]: Le DISOCONT [documentation de SCHENK].

[7]: les deux types d'étalonnages et Les expressions mathématiques [documentation de SCHENK].

[8]: Les boucles de Régulation [documentation de SCHENK].

[9]: « Les automates programmables et Le fonctionnement», Dans industry.siemens,

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/849/1117849/att\\_23818/v1/424ish\\_f](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/849/1117849/att_23818/v1/424ish_f)

, (consulté le 3/04/2023)

**[10]:** « TIA Portal», Dans industry.siemens,  
<https://www.siemens.com/fr/fr/produits/automatisation-entrainements/logiciel->

[industriel/automation-software/tia-](#)

[portal.html?fbclid=IwAR2HamI3WbkB3Rzkz7p\\_qyM5xUB27VCq-](#)

[GUAgtfSxXYmpmxjHO9cnMilyr4](#) , (consulté le 3/04/2023)

**[11]:** « Station de périphérie décentralisée ET 200M », Dans industry.siemens,  
[https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1142798/et200M\\_operating\\_instructions](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1142798/et200M_operating_instructions)

[fr-FR\\_fr-FR.pdf](#), (consulté le 3/04/2023)

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الآلية والإلكتروني  
Département d'Automatique et Électrotechnique



## Mémoire de Master

Filière Automatique  
Spécialité **Automatique Appliquée**

Présenté par

KHELIFI Adel Boumadiane

SAIDI Mohamed Sohaib

---

# Gestion du sous-atelier de dosage de gypse de la cimenterie de Meftah par un S7-300

---

Proposé par : Dr. **FAS Mohamed Lamine**

Co-promoteur : Dr. **KHELIFI Moufak**

Année Universitaire 2022 - 2023

## **Remerciements**

*Avant toute chose, nous tenons à remercier « **ALLAH** » le tout puissant pour la volonté et la patience qu'il nous a donné tout le long de la période de nos études.*

*Tous mes remerciements vont à mon promoteur **Dr. FAS MOHAMED LAMINE** . . ., d'avoir accepté de diriger ce travail, qui nous a enseigné la rigueur scientifique. Nous lui remercions pour son aide précieuse et les conseils qu'il nous a prodigués tout au long de ce parcours*

*Nous tenons à remercier notre Co-promoteur **Dr. KHELIFI MOUFEK**., pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, sa confiance et sa patience tout au long de la réalisation de ce mémoire. Pour tout cela, nous tenons à vous exprimer nos sentiments de profonde gratitude.*

*Un merci très spécial à les ingénieurs de la SCMI de **HOCINE ROUABEHI ,OMAR DJELALE, JANATTI MOHAMED**, pour sa disponibilité et ses encouragements durant toute l'expérimentation.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptent d'évaluer notre projet.*

*Enfin, Merci à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.*

## Dédicaces

Mes dédicaces vont d'abord et avant tous à mes chère parents **Houcine** et **Zoulikha**, dont l'encouragement et la motivation ont été d'une extrême importance pour moi, et sans lesquelles je n'aurais honnêtement jamais pu réaliser ce mémoire.

Ces mêmes dédicaces je les adresse également à ma sœur **Nour el houda** dont le soutien indéfectible à mon égard, à constituer pour moi une source de motivation supplémentaire, je vous souhaite tous le bonheur du monde.

Aussi à mes chères frères **Moufek** et **Amine** à qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussites.

A ma source de joie et de bonheur, mon petits neveu **Anes Abd el ellah** que j'aime trop

Enfin je me dois aussi d'adresser une dédicace particulière à mon binôme **Sohaib** qui s'est investis pleinement avec moi dans la réalisation de ce travail, durant lequel nous avons pu partager plein de belle chose qui vont rester gravé dans ma mémoire.

Adel

# Dédicaces

Mes dédicaces vont d'abord et avant tous à mes chère parents **DJILALI** et **NAIMA** ainsi que ma deuxième mère **BAYA** dont l'encouragement et la motivation ont été d'une extrême importance pour moi, et sans lesquelles je n'aurais honnêtement jamais pu réaliser ce mémoire.

Ces mêmes dédicaces je les adresse également à ma sœur **IKRAM** dont le soutien indéfectible à mon égard, à constituer pour moi une source de motivation supplémentaire, je vous souhaite tout le bonheur du monde.

Aussi à mes chères frères **WALID** et **ABERRAHMEN** à qui je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussites.

A mes sources de joie et de bonheur, mes petits neveux **CHAHD** et **ABDELMOUMEN** que j'aime trop

Enfin je me dois aussi d'adresser une dédicace particulière à mon binôme **ADEL** qui s'est investis pleinement avec moi dans la réalisation de ce travail, durant lequel nous avons pu partager plein de belle chose qui vont rester gravé dans ma mémoire.

**SOHAIB**

## ملخص

هذه المذكرة هي مشروع في مصنع الاسمنت متيجه بمفتاح (S.C.M.I). هدف هذا المشروع لتغيير بطاقات SCHENK بواسطة PLCS من نوع S7 300 واتصاله ب S7 400 و تتم برمجتها باستخدام برنامج TIA PORTAL .يتم دراسة كل مهام بطاقات SCHENK و ادراجها في برنامج لحقنه في PLCS المذكورة مع توفير واجهة WINCC لمعاينة كل العملية و معرفة حالة الأجهزة. تم التركيز على برنامج TIA PORTAL لبرمجة PLCS .يهدف هذا العمل لتسهيل عملية الاستغناء عن بطاقات SCHENK نظرا لسلبياتها العديدة  
الكلمات المفتاحية

PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300 ; S7 400

---

## RESUME

Ce mémoire est un projet dans une cimenterie. Ce projet vise à changées cartes SCHENK par un automate de type S7 300 et sa connexion au S7 300 et il est programmé à l'aide du programme TIA PORTAL

Toutes les tâches des cartes SCHENK sont étudiées et incluses dans un programme à injecter dans les automates précités, avec une interface WINCC fournie pour pré visualiser tout le processus et connaître l'état des appareils.

L'accent est mis sur TIA PORTAL pour la programmation PLC. Ce travail vise à faciliter le processus de suppression des cartes SCHENK en raison de leurs nombreux inconvénients

Mot clé : PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300.

---

## Abstract

This these master is a Project in the cement factory Metija Meftah, with the key (S.C.M.I).

The aim of this project is to replace SCHENK cards with S7 300 PLCs and connect them to the S7-400, programmed using TIA Portal software.

Each task of the SCHENK cards is studied and inserted into a programme to inject it into the mentioned PLCs, providing a WINCC interface to view the entire process and device status.

The focus is on TIA Portal software for programming PLCs.

This work aims to facilitate the process of dispensing with SCHENK cards due to their various drawbacks.

**Keyword** : PLCS ; TIA PORTAL ; WINCC ; S.C.M.I ; SCHENK ; S7 300 ; S7 400 .

## *sommaire*

Introduction générale .....	01
<b>Chapitre 1 Présentation d'usine .....</b>	<b>03</b>
1.1. Introduction .....	04
1.2. Présentation de l'usine de la SCMI .....	04
1.2.1. Composition du ciment de la SCMI.....	04
1.2.2. Procédé de fabrication du ciment .....	04
1.3. Zone ciment .....	05
1.3.1. Remplissage des trémies (clinker, gypse, tuf) .....	06
1.3.2. Roue fraise.....	07
1.3.3. Dosage et alimentation broyeur .....	07
1.4. SCHENCK VSE 20100 DISOCONT .....	08
1.4.1. Les fonctions de base .....	09
1.4.2. Principe de la mesure de la matière transportée .....	09
1.5. Problématique .....	11
1.6. Conclusion.....	11
<b>Chapitre 2 Analyse fonctionnelle et présentation du matérielle .....</b>	<b>12</b>
2.1. Introduction .....	13
2.2. Fonctions de base de la carte SCHENCK .....	13
2.2.1. Régulation de débit .....	13
2.2.2. Etalonnage du doseur .....	14
2.3. Description de matériels utilisés.....	16
2.3.1. Partie opérative.....	16
2.3.2. Partie commande.....	23
2.4 Conclusion .....	25
<b>Chapitre 3 Réalisation et résultats .....</b>	<b>26</b>
3.1. Introduction.....	27
3.2. Solution proposé.....	27
3.3. Analyse fonctionnelle de la marche du sous atelier alimentation broyeur.....	29
3.3.1. Démarrage des équipements .....	29
3.4. Supervision .....	33
3.4.1. Vues WINCC .....	33
3.4.2. Objet moteur.....	36
3.4.3. Les fenêtres de commande de moteurs.....	37
3.4.4. Les voyant des capteurs.....	38
3.4.5. Fenêtre étalonnage.....	38
3.4.6. Fenêtre Régulation.....	39
3.4.7. Fenêtre forçage.....	40
3.4.8. Défaut moteur.....	40
3.4.9. Fenêtre alarmes.....	41
3.5. Réalisation pratique.....	41
3.5.1. Matériels utilisés.....	42
3.6. Résultats obtenus .....	51

3.6.1. Résultat pour doseur gypse .....	51
3.6.2. Remise à zéro.....	52
3.6.3. Étalonnage .....	53
3.6.4. Trémie doseur gypse.....	54
3.6.5. Modes de fonctionnement.....	54
3.7. Conclusion.....	54

# LISTE DE FIGURE

## CHAPITRE 1

<b>Figure 1.1</b> : Procédé de fabrication du ciment .....	5
<b>Figure 1.2</b> : Atelier broyage ciment .....	6
<b>Figure 1.3</b> : Silos de stockage de clinker et gypse.....	6
<b>Figure 1.4</b> : Roue fraise.....	7
<b>Figure 1.5</b> : Dosage et alimentation broyeur.....	8
<b>Figure 1.6</b> : Le discount.....	9
<b>Figure 1.7</b> : Principe de la mesure de la matière transportée.....	10

## chapitre 2

<b>Figure 2.1</b> : Régulation d'un doseur gravimétrique.....	13
<b>Figure 2.2</b> : Contrôle avec matière.....	15
<b>Figure 2.3</b> : Capteur de déportement de bande.....	17
<b>Figure 2.4</b> : Arrêt d'urgence a tirette.....	17
<b>Figure 2.5</b> : Contrôleur de rotation.....	18
<b>Figure 2.6</b> : Contact fin de course.....	18
<b>Figure 2.7</b> : Capteur ultrasonore.....	19
<b>Figure 2.8</b> : Peson.....	19
<b>Figure 2.9</b> : Fonctionnement d'un codeur incrémental.....	21
<b>Figure 2.10</b> : Variateur de vitesse utilisé.....	21
<b>Figure 2.11</b> : Schéma d'un variateur pour la commande des moteurs asynchrones.....	22
<b>Figure 2.12</b> : Moteur asynchrone.....	23
<b>Figure 2.13</b> : L'API S7-300.....	23
<b>Figure 2.14</b> : Image de station ET 200.....	24

## CHAPITRE 3

Figure 3.1 : Schéma fonctionnel du système de commande des doseurs « SCHENCK ».....	27
Figure 3.2 : Schéma fonctionnel de notre solution de commande des doseurs. ....	28
Figure 3.3 : Vue principale de la commande et l'alimentation « Broyeur ciment » .....	33
Figure 3.4 : Vue détaille de la roue fraise.....	34
Figure 3.5 : Vue détaille étalonnage doseur gypse.....	35
Figure 3.6 : Courbe consigne débit et débit moteur.....	35
Figure 3.7 : Vue forçage.....	36
Figure 3.8 : Commande de séquence.....	37
Figure 3.9 : Commande moteur en mode individuelle.....	37
Figure 3.10 : Les voyants des capteurs.....	38
Figure 3.11 : Fenêtre étalonnage.....	38
Figure 3.12 : Fenêtre paramètres étalonnage.....	39
Figure 3.13 : Fenêtre paramètres PID.....	39
Figure 3.14 : Fenêtre forçage capteur.....	40
Figure 3.15 : Visualisation des défauts.....	40
Figure 3.15 : Visualisation des défauts.....	40
Figure 3.16 : Fenêtre alarmes.....	41
Figure 3.17 : API maître.....	42

Figure 3.18 : API esclave.....	42
Figure 3.19 : Station ET 200M.....	43
Figure 3.19 : (a) Réseaux API, (b) Configuration du Réseau.....	44
Figure 3.20 : Moteur asynchrone.....	45
Figure 3.21 : Plaque signalétique.....	45
Figure 3.22 : Variateur de vitesse ABB utilisé.....	45
Figure 3.23 : Schéma Variateur de vitesse.....	46
Figure 3.24 : Câblage Variateur de vitesse.....	46
Figure 3.25 : Première étape de configuration du variateur.....	47
Figure 3.26 : Etapes suivantes pour la configuration du variateur.....	48
Figure 3.27 : Dernières étapes de configuration du variateur.....	48
Figure 3.28 : Fenêtre régulation.....	50
Figure 3.29 : Test 1 de retour de débit.....	50
Figure 3.30 : Test 2 de retour de débit.....	51
Figure 3.31 : Courbe de régulation.....	51
Figure 3.32 : Remise à zéro.....	52
Figure 3.33 : Fenêtre étalonnage.....	52

## Listes des acronymes et abréviations

**ATM** : Alimentation Tablier Métallique

**BK2** : Broyeur Clinker

**T/H** : Ton par Heure

**A.P.S** : **Atelier Pré broyage Séchage**

**SCMI** : Société Ciment Mitidja

**TOR** : Toute Ou Rien

**PID** : Proportionnel Intégral Dérivé

**API** : Automate Programmable Industrielle

**PLC** : Contrôleur Logique Programmable

**SCADA** : Supervisory Control And Data Acquisition

**D'E/S** : Les Entrées Et Sorties

**ST** : Texte Structuré

*f* : Fréquence du courant d'alimentation (HZ).

**IHM** : Interface Homme-Machine.

**CPU** : Unité centrale de traitement.

**TIA** : Totally Integrated Automation.

## Introduction générale

L'industrie cimentière est une industrie lourde utilisant un processus de fabrication complexe en termes d'exploitation et de maintenance des équipements. Cela rend indispensable l'utilisation de systèmes d'automatisation et de supervision afin d'optimiser le fonctionnement des équipements et d'aider à faire un diagnostic rapide et efficace des problèmes liés à la maintenance, la fabrication ainsi que la qualité.

La société des ciments de la Mitidja (SCMI) comme toute entreprise cherche toujours à être compétitive sur le marché sur tout avec la concurrence présente ces dernières années par Lafarge-Holcim ou même par d'autres cimenteries du groupe GICA. Ce qui oblige la SCMI à faire recours aux techniques de production les plus récentes basées sur des systèmes d'automatisation.

Afin de maximiser l'efficacité des coûts et d'accroître la production tout en maintenant une excellente qualité du produit, notre objectif est de satisfaire pleinement nos clients et de jouir d'une solide réputation sur les marchés locaux et internationaux. Il convient également de souligner que le ciment joue un rôle essentiel dans la construction, ce qui signifie que sa qualité a un impact direct sur la sécurité des individus et de leurs biens. C'est pourquoi, chez SCMI, nous accordons une grande importance à la qualité de notre produit. Nous nous engageons à fournir un ciment qui répond aux normes internationales exigées en termes de caractéristiques.

Le processus de la fabrication du ciment utilise des proportions des ingrédients très précis. Ces proportions sont variables selon les analyses offertes par le laboratoire afin d'avoir la qualité recherchée du ciment. Le mélange de ces ingrédients aura lieu dans la zone ciment grâce à des doseurs de type « SCHENCK ».

Actuellement les doseurs de la SCMI sont gérés par des cartes électroniques « SCHENCK » qui s'appellent « VSE 20100 ». Ces cartes assurent la régulation des débits de chaque doseur et permet de faire son étalonnage avec précision.

Les inconvénients majeurs de ce type de régulateur sont :

- ☒ Chaque doseur est géré par une carte VSE séparé des autres ce qui augmente le cout et l'encombrement du câblage.
- ☒ Diagnostic difficile à cause du manque de la supervision (boite noir).
- ☒ Manque de disponibilité sur le marché local.
- ☒ Programme d'utilisation spécifique.

L'objectif de notre travail consiste à proposer une solution d'automatisation pour une meilleure gestion de l'opération de dosage des matières de l'alimentation du broyeur BKII de la zone ciment de la SCMI. En remplaçant toute les cartes SCHENCK « VSE 20100 » par un API DE TYPE S7-300 afin d'apporté une solution fiables et moins coûteuses qui offre une meilleure visibilité afin d'améliorer la productivité et la maintenance ainsi que la sécurité des installations et du personnel.

Dans ce cadre, notre mémoire est organisé en trois chapitres qui se résument comme suit :

Le premier chapitre présente la SCMI, les étapes de production et les ingrédients du ciment, ainsi que l'importance du dosage précis des ingrédients. Nous abordons également en détail la problématique de la carte SCHENCK ainsi que ces fonctions de base.

Dans le deuxième chapitre, nous avons exploré en profondeur les fonctions de la carte SCHENCK, en fournissant des détails sur le matériel utilisé.

Dans le dernier chapitre, nous avons détaillé la configuration matérielle et leur fonctionnement. En outre, nous avons étudié le programme maître, qui comprend les blocs de modes de fonctionnement et les blocs moteurs, ainsi que le programme esclave, qui gère la régulation et toutes les fonctions de la carte SCHENCK. Nous avons également exploré en détail les cinq vues de la supervision, ainsi que les significations des couleurs de moteur. Nous avons également examiné les fenêtres de commande, les couleurs des voyants capteurs, la fenêtre de l'étalonnage et la remise à zéro, ainsi que la fenêtre de régulation. En outre, nous avons simulé des défauts moteur et localisé ces derniers dans la fenêtre d'alarmes. Nous avons également présenté le matériel utilisé et sa configuration. Enfin, nous avons confirmé le travail accompli grâce aux résultats obtenus.

# **CHAPITRE 1**

## ***Présentation d'usine cimenterie de MEFTAH SCMI***

## 1.1. Introduction

Dans ce premier chapitre, nous vous invitons à découvrir l'usine de la SCMI et les différentes étapes de production du ciment. Nous vous détaillerons les ingrédients nécessaires à sa fabrication ainsi que la zone ciment. Nous aborderons également la carte SCHENCK, ses fonctions, ses inconvénients et les raisons qui ont motivé son remplacement.

## 1.2. Présentation de l'usine de la SCMI

La cimenterie de MEFTAH SCMI est une usine de production de ciment située à MEFTAH, en Algérie. Elle appartient au groupe industriel public GICA (Groupe Industriel des Ciments d'Algérie) et a une capacité de production annuelle de 2,2 millions de tonnes de ciment.

La cimenterie utilise des technologies modernes pour produire différents types de ciments répondant aux normes internationales. Elle emploie également un grand nombre d'ouvriers et d'ingénieurs locaux pour assurer la qualité et la sécurité des opérations.

### 1.2.1. Composition du ciment de la SCMI

Le ciment fabriqué à la SCMI est à base des mélanges des ingrédients suivants :

- ❖ Calcaire (Tuf).
- ❖ Argile.
- ❖ Sable.
- ❖ Minerai de Fer.
- ❖ Gypse.

La fabrication du ciment implique la cuisson à haute température (1450 °C) d'un mélange de calcaire et d'argile, préalablement dosé et broyé sous forme de "farine crue", pour produire du clinker granuleux. Ce dernier est finement broyé avec des ajouts appropriés tels que le gypse et le tuf pour obtenir le ciment utilisé dans les travaux de construction, les maçonneries et les ouvrages d'art [1].

### 1.2.3. Procédé de fabrication du ciment

Le procédé de fabrication de ciment passe par cinq zones (Figure 1.1).

- ❖ **Zone carrière et stockage** : c'est l'endroit où les matières premières (calcaire, et argile) seront extrait et stocker avec le reste des matières premières.
- ❖ **Zone CRUE** : C'est la zone où les matières premières seront mélangées pour nous donner un mélange homogène qui s'appelle farine crue.
- ❖ **Zone cuisson** : L'étape où la farine crue sera cuite dans un four rotatif pour nous produire le clinker.
- ❖ **Zone ciment** : C'est l'endroit où les matières premières (gypse, calcaire, clinker) seront mélangées et broyer pour nous donner le ciment.
- ❖ **Expédition** : c'est la dernière étape de fabrication du ciment ou le produit fini sera emballé en sac ou en vrac.

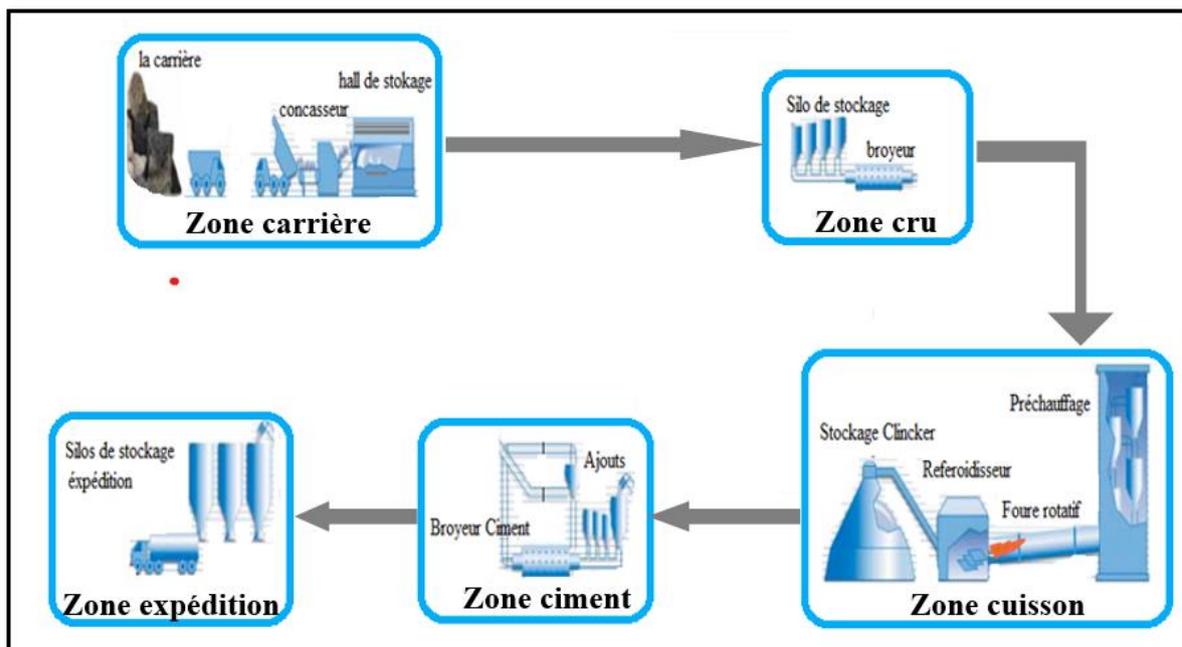


Figure 1.1 : Procédé de fabrication du ciment [1].

### 1.3. Zone ciment

Dans ce travail nous nous intéressons beaucoup plus à la zone ciment (Figure 1.2) plus précisément à l'alimentation broyeur BKII. Cet atelier est identique à l'atelier BKI avec un débit nominal de 90 tonne/heure pour chacune. Cet atelier commence par une préparation de la matière première par remplissage des trois trémies (Clinker, Gypse, tuf). Ces trois matières seront utilisées pour préparer un mélange dit mélange alimentation Broyeur. Ce mélange est obtenu par

un dosage précis qui répond à une recette donnée par le service qualité. Cette recette est assurée par les doseurs qui déversent dans le tapis entré Broyeur.



Figure 1.2 : Atelier broyage ciment

### 1.3.1. Remplissage des trémies (clinker, gypse, tuf)

Les trois matières (Clinker, gypse et tuf) sont acheminées vers leurs trémies (**FigureI-3**) correspondantes, le remplissage de la trémie Clinker se fait à travers le tapis T16 qui vient s'approvisionner de clinker stocké dans les silos de stockage, puis vient l'élévateur à godets qui achemine le clinker vers la chaîne TKF1 pour remplir la trémie. Le gypse sera transporté par le tapis T19 qui déverse sur le tapis T19 Bis et à l'aide d'un élévateur à godets ce dernier sera stocké dans la trémie de stockage gypse d'une capacité de 4 000 T. Le tuf sera transporté par le tapis T19 Bis vers le tapis Amand, puis vers l'élévateur à godets qui alimente la chaîne TKF2 pour remplir la trémie tuf.



Figure 1.3 : Silos de stockage de clinker et gypse

### 1.3.2. Roue fraise

La roue fraise est un équipement utilisé pour l'extraction de gypse stocké dans une trémie spéciale afin d'éviter le bourrage (Figure 1.4).

La roue fraise est composée d'un moteur de translation, et d'un extracteur à vitesse variable qui permet la régulation de la charge sur bande doseuse de Gypse, et deux fins de course pour délimiter la course de translation. Et deux sur-courses de sécurité en cas de problème au niveau des fins de course, et une fin de course pour la maintenance.



Figure 1.4 : Roue fraise

### 1.3.3. Dosage et alimentation broyeur

Les trois matières (Clinker, calcaire, Gypse) seront utilisées pour préparer un mélange dit mélange alimentation Broyeur. Ce mélange est obtenu par un dosage précis qui répond à une recette donnée par le service qualité.

Le dosage précis des matières premières est un élément clé du processus de production du ciment. Les doseurs SCHENCK sont souvent utilisés pour garantir une alimentation régulière du broyeur ce qui contribue à avoir la qualité requise du produit final.

Après le dosage des matières Clinker, calcaire, Gypse (Mélange alimentation broyeur) est transportée par un tapis entré Broyeur ciment « BKII » pour le broyage (Figure 1.5). La matière broyée sera transportée par élévateur à godets sortie broyeur, puis elle sera déversée dans le séparateur dynamique. Les rejets seront transportés par aéroglisseur rejets vers l'entrée broyeur pour le re-broyage, alors que le produit fini sera transporté pour qu'il soit stocké dans les silos ciment.

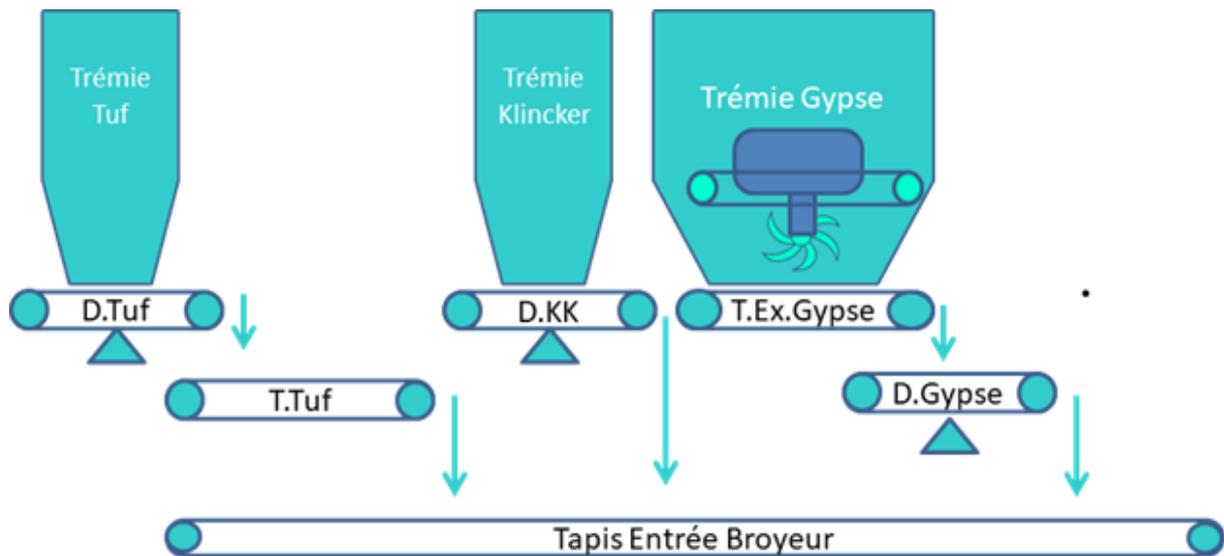


Figure 1.5 : Dosage et alimentation broyeur

Actuellement les doseurs de la SCMI sont gérés par des cartes électroniques « SCHENCK » qui s'appellent « VSE 20100 ». Ces cartes assurent la régulation des débits de chaque doseur et permet de faire son étalonnage avec précision.

#### 1.4. SCHENCK VSE 20100 DISOCONT

Le DISOCONT (Figure 1.6) est un équipement électronique modulaire, à usages multiples, pour les techniques de pesage et de dosage. Les éléments constitutants sont :

- L'unité de commande DISOCONT VSE.
- Programme d'utilisation spécifique (Software).
- Afficheur DISOCONT.

Le DISOCONT est conçu pour des fonctions de mesure et de commande. Le système DISOCONT remplit toutes les fonctions des techniques du pesage ainsi que des fonctions process pour la mesure et le dosage des produits en vrac. Il est adaptable et très flexible dans son implantation dans l'environnement et dans son raccordement. Il peut être utilisé avec un programme d'utilisation spécifique (Software) pour toutes les applications de pesage et de dosage dans les industries suivantes (Carrières, Cimenteries, Industries agro-alimentaires, Industries chimiques)[6].



Figure 1.6 : Le discount

#### 1.4.1. Les fonctions de base

Dans ce paragraphe nous allons décrire l'utilisation des fonctions basiques, ces fonctions sont :

- Mise en marche et arrêt du doseur ;
- Afficher une consigne, une consigne relative ;
- Mettre à zéro les compteurs totalisateurs ;
- Acquitter les annonces d'évènements (défauts) [6].

#### 1.4.2. Principe de la mesure de la matière transportée

Une bascule sur bande pèse en continu la matière transportée par une bande transporteuse. Le principe de la mesure est représenté dans (la figure 1.7) "Principe de la mesure". La matière est conduite sur un tablier de pesage placé sous la bande, et limité par deux rouleaux porteurs. La quantité de matière sur le tablier de pesage produit par l'intermédiaire d'un ou plusieurs rouleaux de mesure, une force sur le capteur de pesage. Les rouleaux de mesure sont reliés par exemple, par l'intermédiaire d'un système de lames-ressorts parallèles avec le cadre de la construction porteuse [6].

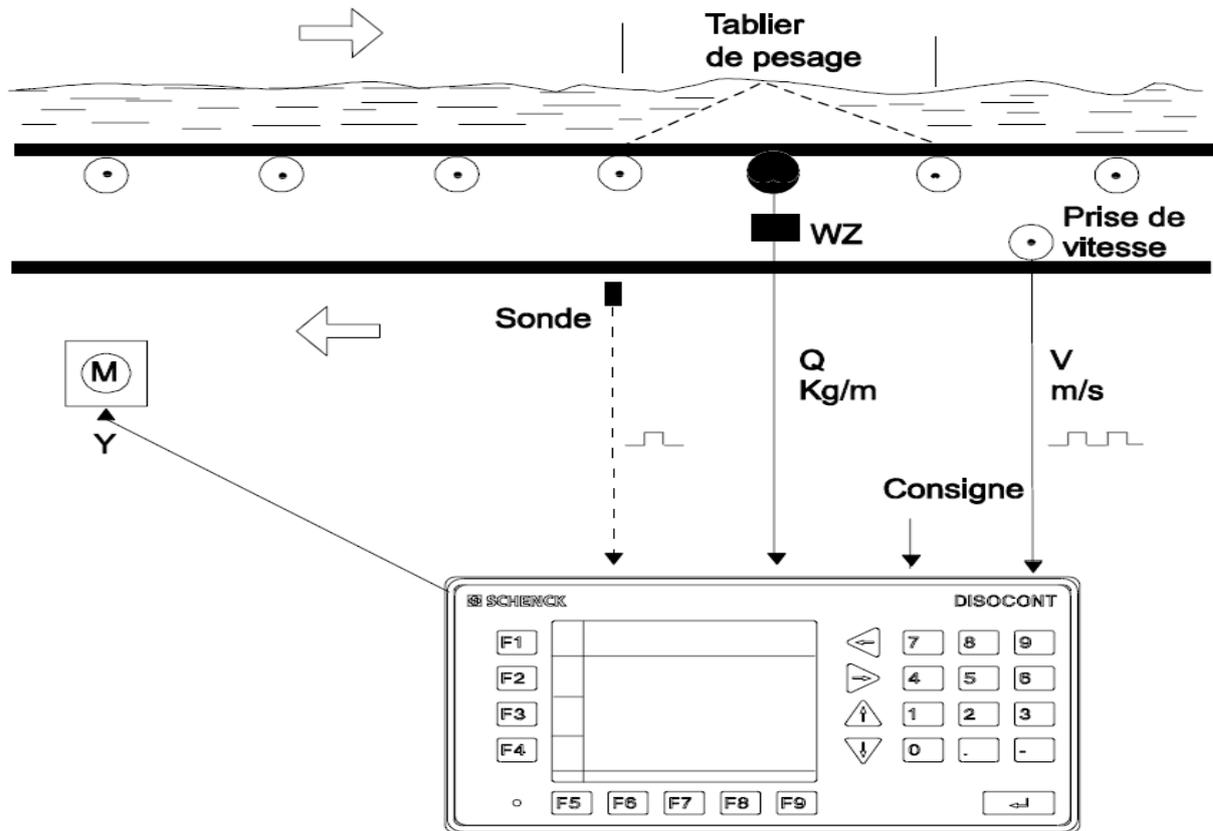


Figure 1.7 : Principe de la mesure de la matière transportée [6]

La tension de sortie du capteur de pesage est proportionnelle à la charge sur le tablier de pesage. Cette tension est amplifiée et amenée au microprocesseur du Discount via un convertisseur analogique-digital.

Le parcours de la force sur un tablier de pesage mono-rouleau est représenté par un triangle blanc dans la figure "Principe de la mesure", où l'on introduit seulement la moitié de la force engendrée par le poids de la matière.

Dans la technique de pesage on tient compte du parcours de la force du poids sur le tablier de pesage dans le calcul de la longueur effective du tablier. Pour un tablier mono-rouleau la formule suivante est valable.

$$L_{eff} = L_g / 2 \tag{1.1}$$

Avec :

$L_{eff}$  : Longueur effective du tablier peseur en « m ».

$L_g$  : Longueur totale du tablier peseur en « m ».

La charge sur la bande  $Q$  est calculée comme suit :

$$Q = Q_B / L_{eff} \quad (1.2)$$

Avec :

$Q$  : Charge sur la bande en « kg/m ».

$Q_B$  : Charge sur le tablier peseur en « kg ».

Le DISOCONT calcule le débit à partir des valeurs de mesure de la charge sur la bande et de la vitesse de celle-ci. Et ceci d'après la formule suivante :

$$I = Q * V = Q_B \times V / L_{eff} \quad (1.3)$$

Avec :

$I$  : Débit en kg/s

$V$  : Vitesse de la bande en m/s [6].

## 1.5. Problématique

Actuellement les doseurs de la SCMI sont gérés par des cartes électroniques SCHENCK qui s'appellent « VSE 20100 DISOCONT ». Ces cartes assurent la régulation des débits de chaque doseur et permettent de faire son étalonnage avec précision. Les inconvénients majeurs de ce type de régulateur sont :

- Chaque doseur est géré par une carte « VSE 20100 DISOCONT» plus un afficheur SCHENCK séparé des autres ce qui augmente le cout et l'encombrement du câblage.
- Diagnostique difficile à cause du manque de la supervision (boite noir).
- Manque de disponibilité sur le marché local.
- Programme d'utilisation spécifique (Software).

## 1.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la société SCMI et le processus de production du ciment dans les cinq zones à partir de l'extraction de la matière première jusqu'à l'expédition du ciment. Ainsi nous avons discuté à la zone ciment particulièrement et l'opération de dosage des métiers premiers pour l'alimentation de broyeur BK2. A la fin de chapitre nous avons parlé sur un problématique dans la zone ciment et citer le principe de fonctionnement de discount.

## **Chapitre 2**

# **Analyse fonctionnelle et présentation du matériels**

## II.1. Introduction

Dans le chapitre précédent nous avons abordé notre problématique, et donc dans ce chapitre nous étudions toutes les fonctions de cette carte pour essayer d'éjecter toutes les tâches et les fonctions de cette carte dans un automate S7 300. Nous avons ensuite mentionné tout le matériel utilisé dans notre projet.

## II.2. Fonctions de base de la carte SCHENCK

Les cartes SCHENCK (VSE 20100) sont des cartes électroniques, qui nous permettent d'effectuer de nombreuses tâches, notamment :

- ✓ La régulation de débit.
- ✓ L'étalonnage du doseur.
- ✓ La régulation du poids de la trémie.

### II.2.1. Régulation de débit

#### ❖ Doseur gravimétrique :

Une bande transporteuse soutire de la matière, comme représenté dans la figure 2.1 suivante, d'une trémie ou d'un silo. Le débit de consigne et le débit réel sont comparés et la différence est conduite sur un régulateur R. Ce dernier modifie la vitesse de la bande transporteuse, jusqu'à ce que le débit réel soit égal au débit de consigne.

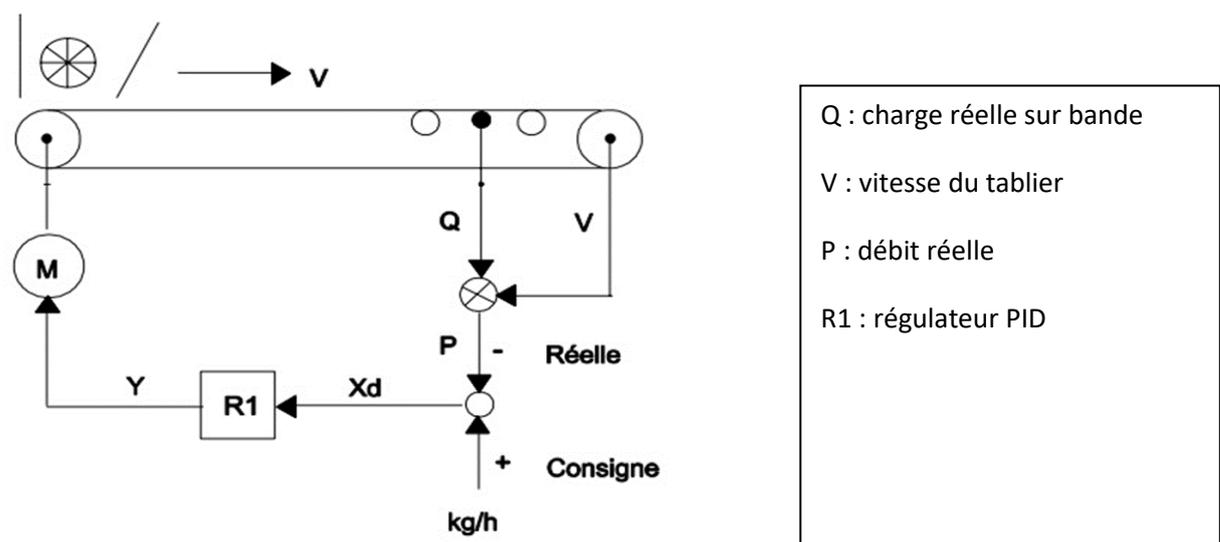


Figure 2.1 : Régulation d'un doseur gravimétrique [8].

### II.2.2. Etalonnage du doseur

L'étalonnage est le processus de vérification et d'ajustement d'un instrument de mesure pour s'assurer qu'il fournit des résultats précis et fiables. Cela implique généralement la comparaison de l'instrument à une référence connue ou à un étalon, et l'ajustement de l'instrument pour corriger toute erreur ou inexactitude. L'étalonnage est important pour garantir la qualité et la fiabilité des mesures, en particulier dans les domaines tels que la science, l'ingénierie, la médecine et l'industrie.

- **Fonction "TW : Tarage (remise à zéro)**

Cette fonction d'ajustage détecte, sur un ou plusieurs tours complets de bande, l'erreur du zéro de la bascule sur bande. Au contraire du programme de réglage du zéro il est seulement utilisé lors de la mise en route ou après des modifications et de ce fait, cette fonction est protégée par mot de passe contre des erreurs d'utilisation. Après le tarage, la charge sur la bande est 0 kg/m.

- **Fonction d'ajustage "TB : Tarage"**

Le programme de tarage détecte automatiquement le poids de la trémie vide et le transmet dans le paramètre P24.25 "Tare". Après le tarage le poids de remplissage de la trémie est égal à 0 tonne

- **Contrôle avec matière**

Chaque contrôle ou ajustage avec des poids étalons ne peut que représenter imparfaitement les conditions réelles de fonctionnement de l'appareil. Une bascule (Doseur) de haute précision ne peut être obtenue qu'après plusieurs mesures avec Matière et après les corrections correspondantes. La correction est réalisée avec le paramètre P 09.01 "Correction échelle".

- **Condition pour un "Contrôle avec matière"**

- ❖ Le circuit matière du tablier de pesage jusqu'à l'endroit où l'on récupère la matière doit être propre.
- ❖ Les by-pass existants ne doivent pas dériver de matière.
- ❖ Si entre le tablier de pesage et l'endroit de récupération de la matière il y a des vis de transport ou des aéroglisseurs, il faut manutentionner du produit pendant environ 1/2 heure avant tout contrôle. Ainsi il se produit dans les divers organes de manutention les colmatages normaux.

- ❖ Il faut réduire jusqu'au minimum les dépoussiérages.
- ❖ Les trémies ou les camions, dans lesquels la matière est transportée sur une bascule étalonnée pour transactions commerciales, doivent être nettoyés avant chaque remplissage et nouvellement pesés (Tarage).

### Exemple pour un "Contrôle avec matière"

Dans la Figure 2.2 (Contrôle avec matière) on a représenté schématiquement comment un contrôle avec matière doit être conduit

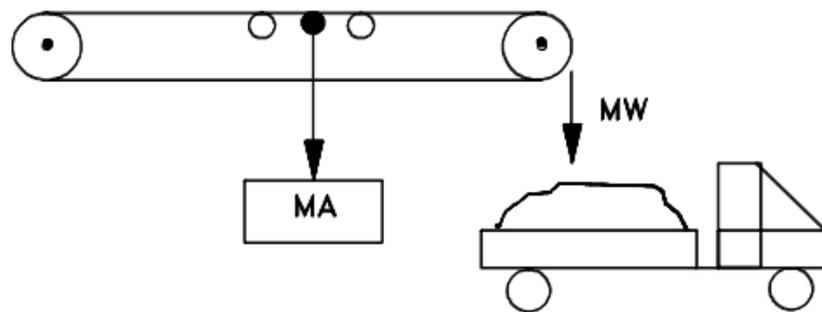


Figure 2.2 : Contrôle avec matière

Pendant un certain temps, par exemple 15 min, on transporte une quantité réelle de matière MW de 4,9 tonne. La quantité de matière affichée MA sur le Discount se monte à 5,0 tonne. La nouvelle valeur du paramètre P 09.01 "Correction échelle" est calculée selon la formule suivante :

$$\text{Paramètre P 09.01 (Nouveau)} = \frac{\text{Paramètre P 09.01 (Ancien)} * MW}{MA} \quad (2.1)$$

Il se monte dans l'exemple ci-dessus à 0,98. Introduire la nouvelle valeur dans le paramètre P 09.01 "Correction échelle".

#### ① Causes possibles pour des écarts de la valeur de mesure par rapport à la valeur vraie

- ❖ Tensions dans le tablier de pesage
- ❖ Alignement défectueux
- ❖ Influences parasites dans le câble de mesure du capteur de pesage

#### ② Conditions

- Il ne doit pas rester de matière sur la bande

- Quand un alimentateur participe, celui-ci doit être arrêté avec la fonction "Alimentateur ARRÊT".
- Le tarage ou la mise à zéro ont été réalisés.
- Le paramètre P 09.03 "Poids étalon" a été introduit. Le poids étalon doit avoir une valeur comprise entre 30% et 100% de la charge nominale  $Q_0$  du tablier de pesage. La charge nominale du tablier de pesage est calculée ainsi :

$$Q_0 = q_0 * L_{eff} \quad (2.2)$$

Avec :

$q_0$  : Charge nominale sur la bande

$L_{eff}$  : Longueur efficace du tablier de pesage

- Le poids étalon est placé à la place prévue.
- Le doseur est mis en route.
- Présélection de la marche volumétrique
- Le mode de fonctionnement Batch ne doit pas être actif.

## II.3. Description de matériels utilisés

Nous divisons les matériaux utilisés en trois parties :

### II.3.1. Partie opérative

La partie opérative d'un système est la partie qui effectue les tâches physiques ou mécaniques. Elle comprend les composants tels que les actionneurs, les capteurs, les moteurs, les vérins, etc.

#### a. Les capteurs

##### a.1. Capteurs logique (TOR)

###### i. Capteur de déportement de bande

Les détecteurs qui sont placés sur les bordures de la bande des trois transporteurs (figure 2.3), ils ont le même principe de fonctionnement de fins de courses, lorsque la bande est décalée, le fin de course s'active et après un certain temps si le fin de course reste activé, le moteur s'arrête.



Figure 2.3 : Capteur de déportement de bande

### **ii. Arrêts d'urgence a tirette**

Le boîtier est placé de chaque côté du transporteur (figure 2.4), réalise la sécurité défauts par câble c'est à dire il permet à l'opérateur d'arrêter le fonctionnement du tapis en cas de par le tirage l'un des deux files qui vont ouvrir un contact.

Dans notre atelier on utilise deux interrupteurs d'arrêt d'urgence, le premier pour le transporteur sortie doseur tuf et le deuxième pour transporteur alimentation broyeur.



Figure 2.4 : Arrêt d'urgence a tirette

### **iii. Contrôleur de rotation**

C'est un capteur de proximité Inductif placé face du en tambour de renvoi et de tension avec une distance très proche. Dans l'atelier de broyage deux capteurs de contrôle de rotation

sont utilisés (figure 2.5). Le premier dans le tambour de transporteur sortie doseur tuf et le deuxième dans le tambour de transporteur alimentation broyeur BKII.

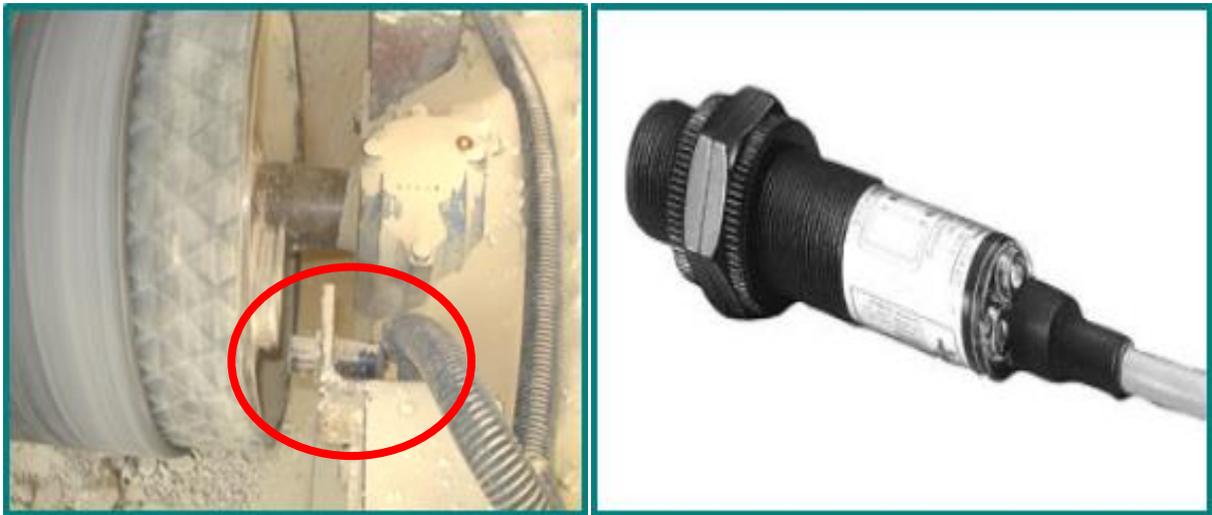


Figure 2.5 : Contrôleur de rotation

#### **4i. Les contacts fins de course**

Un contact de fin de course (figure 2.6) est un dispositif électromécanique utilisé pour déterminer le positionnement et les applications du contrôle en mécanique et en ingénierie des systèmes. Il est utilisé pour détecter la présence ou l'absence d'objets dans les zones où le contact physique est autorisé



Figure 2.6 : Contact fin de course

## a.2. Capteurs analogiques

### i. Capteurs ultrasonores

Sont des dispositifs électroniques qui utilisent des ondes sonores à haute fréquence pour détecter la présence d'objets ou de personnes dans leur environnement. Ils émettent des signaux sonores à une fréquence supérieure à la limite de l'audition humaine (20 kHz) et mesurent le temps qu'il faut pour que ces signaux rebondissent sur un objet et reviennent au capteur. En fonction de ce temps, le capteur peut déterminer la distance entre lui-même et l'objet détecté. Les capteurs ultrasonores (figure 2.7) sont couramment utilisés dans les systèmes de sécurité, les robots, les systèmes de mesure de distance et les systèmes d'aide à la conduite *automobile* [2].



Figure 2.7 : Capteur ultrasonore

### ii. Pesons

Un peson (figure 2.8) est un transducteur qui convertit la force de poids exercée par l'échantillon et de compression en sortie électrique (un signal électrique) mesurable.

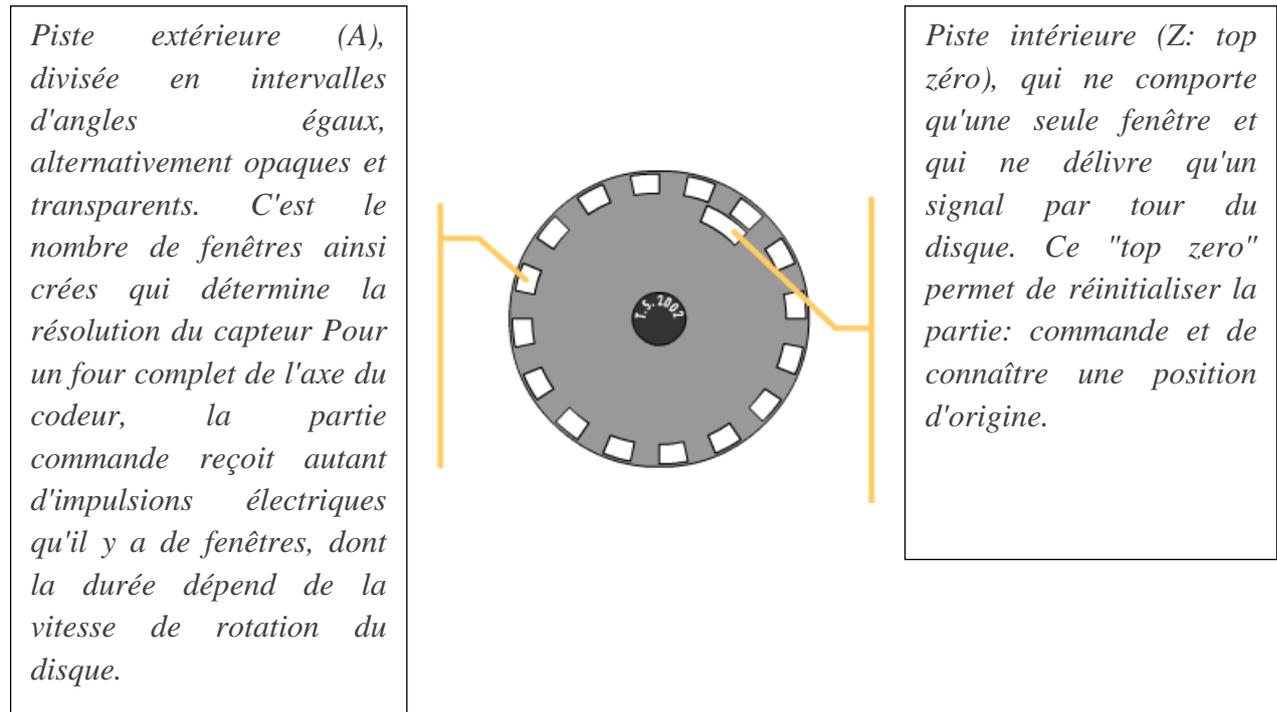


Figure 2.8 : Peson

### a.3. Capteurs numériques

#### i. Codeur incrémentale

Le codeur incrémental est destiné à des applications où l'information de position est obtenue par mesure du déplacement de l'objet. Le codeur délivre un train d'impulsions dont le nombre permet de déduire le déplacement et dont la fréquence est proportionnelle à la vitesse de déplacement. Il est constitué d'un disque comportant deux pistes : A et Z.



#### ❖ Particularités de fonctionnement

Un codeur incrémental possède trois têtes de lecture, une tête de lecture est affectée à la piste intérieure et délivre une impulsion par tour, permettant à la partie commande de compter le nombre de tours effectués par le disque. Deux têtes de lecture sont placées sur la piste extérieure. Chaque tête, prise isolément, permet à la partie commande de déterminer l'angle de rotation du disque en comptant le nombre d'impulsions reçues. Les deux têtes sont décalées l'une par rapport à l'autre d'un quart de largeur de fente. Ainsi, les signaux émis sont décalés dans le temps. La partie commande, en détectant quelle voie change d'état en premier peut déterminer le sens de rotation du disque.

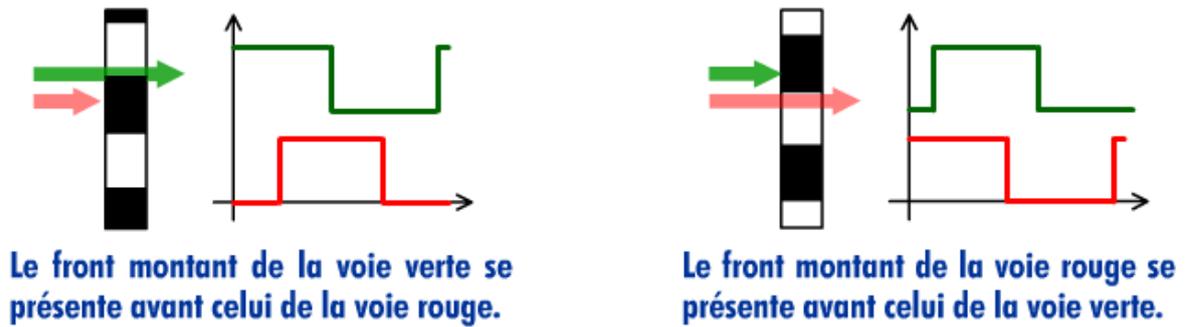


Figure 2.9 : Fonctionnement d'un codeur incrémental

## b. Pré-actionneur

Les éléments qui fournissent et/ou modifient la puissance utile ou activent les actionneurs en réponse à une commande de l'unité de commande.

### b.1. Variateur de vitesse

Un variateur de vitesse (figure 2.10) est un dispositif électronique qui permet de régler la vitesse d'un moteur électrique en modifiant la fréquence et la tension de l'alimentation électrique. Ces constituants électroniques regroupent en un seul appareil toutes les fonctions nécessaires à la commande du moteur :

- ✓ Démarrage (avec contrôle de l'accélération)
- ✓ Inversion du sens de rotation Freinage (avec contrôle de la décélération)
- ✓ Choix de plusieurs vitesses de rotation
- ✓ Variation de vitesse avec consigne analogique
- ✓ Surveillance du moteur (courant moteur, échauffement...)
- ✓ Contrôle du couple moteur (contrôle vectoriel de flux) [5].



Figure 2.10 : Variateur de vitesse utilisé

### ❖ Principe de fonctionnement

L'ACS355 est un variateur pour la commande des moteurs asynchrones et moteurs synchrones à aimants permanents ; il est conçu pour un montage mural ou en armoire. Un schéma simplifié de l'étage de puissance du variateur est illustré ci-dessous (Figure 2.11) et constitué par :

- ☑ Un **redresseur** qui convertit la tension C.A. triphasée en tension C.C qui est stabilisée par la batterie de condensateurs du circuit intermédiaire.
- ☑ Un **onduleur** qui convertit la tension continue en tension alternative pour le moteur.
- ☑ Un **hacheur** de freinage relie la résistance de freinage externe au circuit C.C. intermédiaire lorsque la tension du circuit franchit la limite maximale.

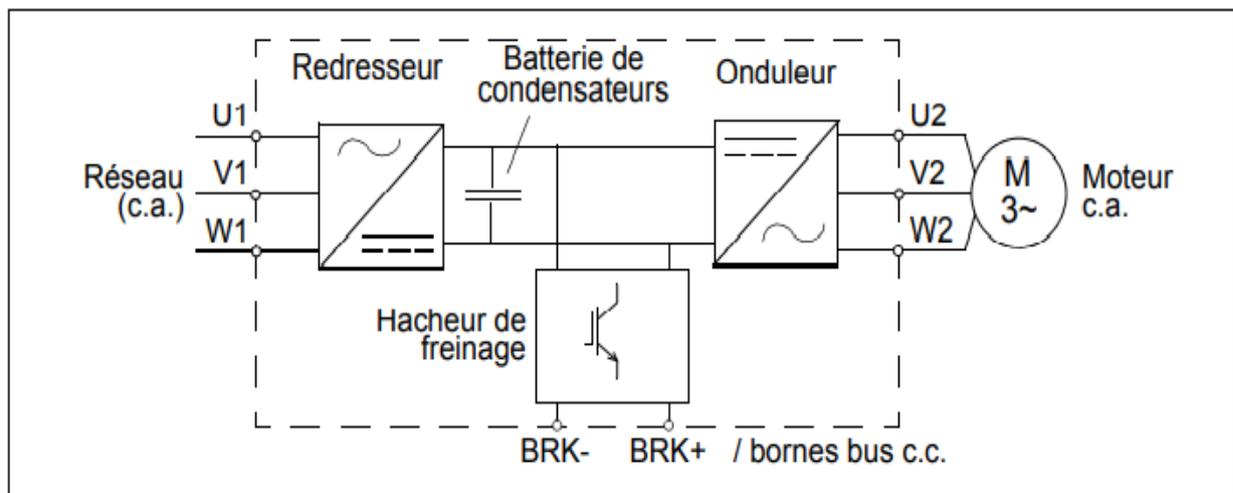


Figure 2.11 : Schéma d'un variateur pour la commande des moteurs asynchrones

### c. Actionneurs

Les actionneurs sont des dispositifs qui convertissent un signal d'entrée en une action physique.

#### c.1. Moteur asynchrone

Un moteur asynchrone (figure 2.12) est un type de moteur électrique qui fonctionne à l'aide d'un champ magnétique tournant produit par l'interaction entre le stator et le rotor. Il est largement utilisé dans l'industrie pour entraîner des machines et des équipements tels que les pompes, les ventilateurs, les compresseurs et les convoyeurs. Le moteur asynchrone est également appelé moteur à induction.



Figure 2.12 : Moteur asynchrone

### II.3.2. Partie commande

C'est la partie qui gère le fonctionnement de la partie opérative. Elle comprend des composants tels que des microcontrôleurs, des circuits logiques programmables (FPGA), des ordinateurs, des APIs ... etc. La partie commande reçoit des informations provenant de la partie opérative et prend des décisions pour contrôler le fonctionnement du système.

#### a. L'automate S7-300

C'est un système de contrôle programmable (PLC) développé par Siemens (figure 2.13). Il est utilisé pour automatiser les processus industriels dans diverses industries telles que l'automobile, la production alimentaire, la chimie, etc. L'API S7-300 est conçu pour être modulaire et évolutif, ce qui signifie qu'il peut être adapté aux besoins spécifiques de chaque application [9].



Figure 2.13 : L'API S7-300

### a.1. Fonctionnement de l'API S7-300

Repose sur un processeur central qui exécute le programme de contrôle. Le programme est écrit en langage de programmation graphique (LADDER) ou en langage de programmation structuré (ST). Les entrées et sorties sont connectées à des modules d'E/S dédiés qui sont insérés dans le rack du système.

Les API S7 300 peuvent être connectés à d'autres systèmes via des interfaces de communication telles que PROFIBUS ou Ethernet. Cela permet une intégration facile avec d'autres équipements tels que des capteurs, des actionneurs ou des systèmes SCADA [9].

### b. Station de périphérie décentralisée ET 200M

La station de périphérie décentralisée ET 200M (Figure 2.14) est une station de périphérie modulaire, dotée de la protection IP 20. L'ET 200M a la même architecture technique que le système d'automatisation S7-300 et elle est constituée d'un IM 153-x et de modules de périphérie du S7-300. L'ET 200M peut communiquer avec :

- Tous les maîtres DP se comportant selon la norme CEI 61784-1 :2002 Ed1 CP 3/1
- Tous les IO Controller se comportant selon la norme CEI 61158.



Figure 2.14 : Image de station ET 200

### c. Amplificateur pour cellule de charge 4 – 20 mA

Un amplificateur pour cellule de charge 4-20 mA et l'automate programmable est un dispositif électronique qui permet d'amplifier le signal de sortie d'une cellule de charge, qui est

généralement un signal de courant 4-20mA, afin de le rendre compatible avec l'entrée analogique d'un automate programmable.

L'amplificateur pour cellule de charge peut être alimenté par une source d'alimentation externe ou par la boucle de courant 4-20mA elle-même. Il peut également être équipé d'une fonction de filtrage pour éliminer les interférences électromagnétiques et les bruits parasites.

L'automate programmable peut alors recevoir le signal amplifié et le traiter en fonction des instructions programmées. Cela permet de surveiller et contrôler des processus industriels tels que la pesée, la mesure de force ou la pression.

Il existe différents types d'amplificateurs pour cellule de charge 4-20mA et l'automate programmable, chacun ayant ses propres caractéristiques et spécifications techniques. Il est important de choisir celui qui convient le mieux à vos besoins en termes de précision, plage de mesure, résolution et fiabilité.

## **II.4. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons étudié toutes les fonctions de la carte SCHENCK ainsi que ces boucles de régulation de débit et le poids sur trémie et aussi l'étalonnage du doseur. Nous avons aussi mentionné toute le matérielle utiliser dans le remplacement de ces cartes dans les trois parties commande et puissance et opératif.

## **CHAPITRE 3**

### ***Réalisation et résultats***

### 3.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons passer à la partie la plus intéressante de cette mémoire, qui consiste à donner une solution de programmation et de supervision et répondre au problème cité précédemment. Nous avons au finale validé notre projet par des résultats pratiques.

### 3.2. Solution proposé

Notre objectif est de remplacer les cartes VSE20100 DISOCONT « SCHENCK » par un automate de type S7-300 pour atteindre les objectifs suivants :

- ✓ Eliminer les incovinients de la carte « SCHENCK » ;
- ✓ Améliorer le fonctionnement de la machine ;
- ✓ Superviser toutes les détaillées de procèsse pour assurer la bonne gestion de dosage de gypse.

Les deux figures ci-dessous illustrent clairement notre objectif.

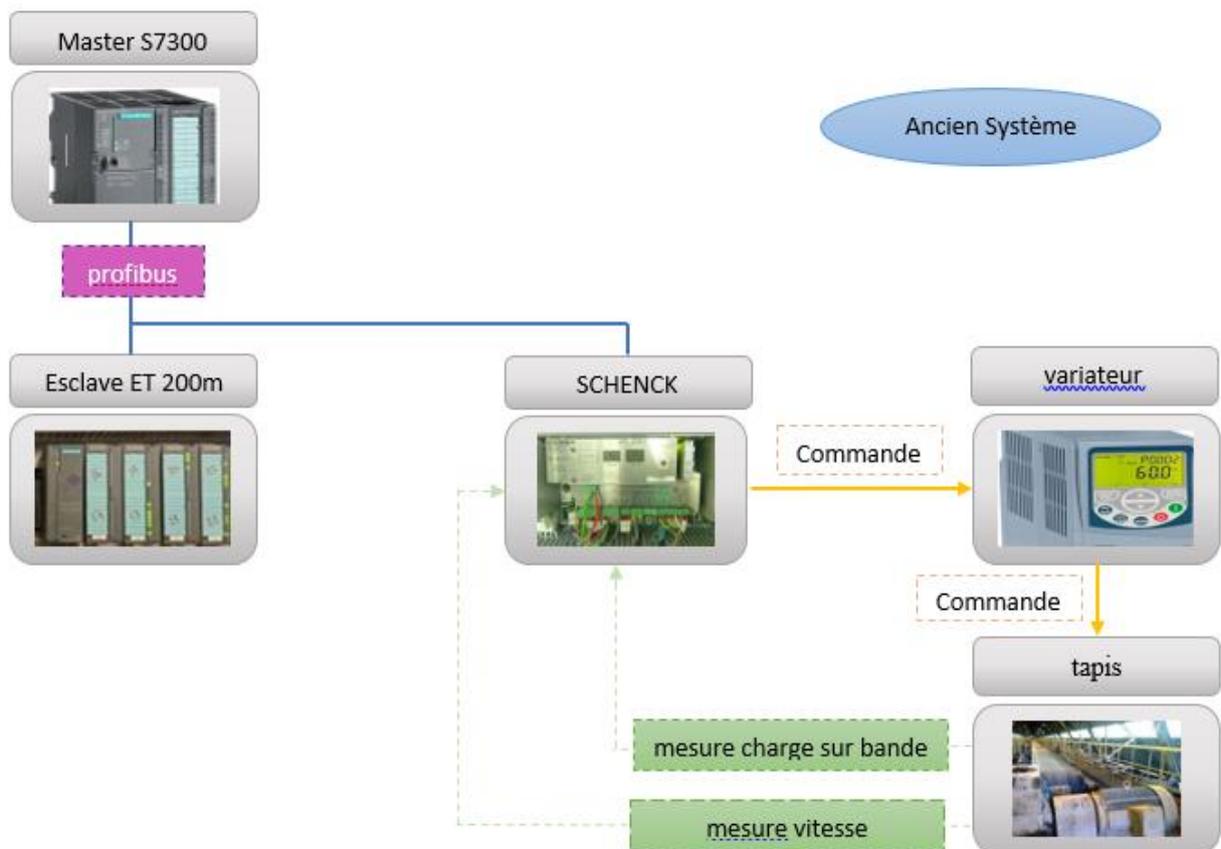


Figure 3.1 : Schéma fonctionnel du système de commande des doseurs « SCHENCK »

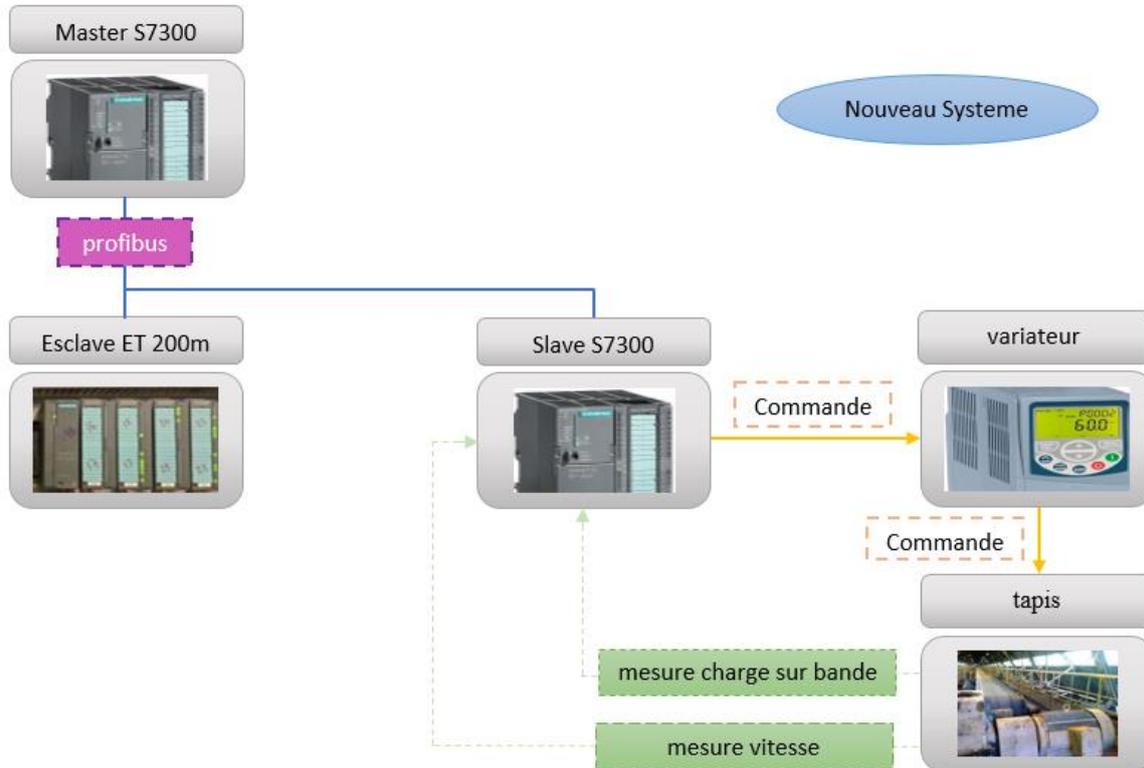


Figure 3.2 : Schéma fonctionnel de notre solution de commande des doseurs.

Le remplacement des équipements dans l'industrie peut être motivé par plusieurs raisons, notamment

1. **Obsolescence** : Les équipements peuvent devenir obsolètes en raison de l'avancement technologique et de l'évolution des normes et réglementations.
2. **Amélioration de la productivité** : Les nouveaux équipements peuvent être plus performants et efficaces, ce qui peut améliorer la productivité de l'entreprise.
3. Réduction des coûts : Les nouveaux équipements peuvent être plus économes en énergie ou nécessiter moins d'entretien, ce qui peut réduire les coûts à long terme.
4. **Sécurité** : Les nouveaux équipements peuvent être plus sûrs pour les travailleurs, réduisant ainsi les risques d'accidents du travail.
5. **Adaptation aux changements du marché** : Les nouvelles technologies peuvent permettre à une entreprise de s'adapter aux changements du marché et aux demandes des clients. En somme, le remplacement des équipements dans l'industrie est souvent nécessaire pour maintenir la compétitivité et assurer la croissance à long terme de l'entreprise.

Dans notre projet nous avons remplacé la carte SCHENCK par l'automate S7 313-2DP.

Cette automate n'est pas utilisé seul mais plutôt intégré dans une installation complexe qui contient 3 stations communiquées entre eux à travers un réseau Profibus DP. Ces trois stations sont :

- Un S7 313C-2DP configuré comme le maître de réseau
- Un deuxième S7 313C-2DP configuré comme un esclave
- Un périphérique décentralisé ET 200M (esclave)

Le maître est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII alors que le deuxième automate est utilisé à la place de la carte « SCHENCK » pour gérer l'opération de régulation de débit et l'étalonnage. Les programmes des deux stations sont réalisés par le TIAPORTAL. Ils se trouvent dans l'annexe.

Le ET 200M est utilisé pour récolter les informations provenant des capteurs et les envoyer vers le maître et transférer les ordres de marche et consignes vers les actionneurs tout ça en utilisant le protocole de communication Profibus DP.

Nous avons utilisé une station IHM pour le contrôle et la supervision de toute l'installation. Le PC Adapter de SIEMENS est utilisé pour la communication.

### **3.3. Analyse fonctionnelle de la marche du sous atelier alimentation broyeur**

L'analyse fonctionnelle suivante a été utilisée pour la programmation de la séquence automatique du sous atelier alimentation broyeur BKII qui se trouve dans l'annexe.

#### **III.3.1. Démarrage des équipements**

##### **❖ 426BW16VS10 Moteur d'extraction ROUE FRAISE**

###### **Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Tapis sous roue fraise en marche.

###### **S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Arrêt tapis sous roue fraise.

##### **❖ 426BW16MT20 : Moteur de translation ROUE FRAISE**

###### **Démarrés-en sens1 ou sens2 si**

La séquence démarre.

Et

Le moteur d'extraction 426BW16VS10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Le moteur d'extraction 426BW16VS10 est arrêté.

**❖ Transporteur Entrée Broyeur 426BC09MT 10 (Cf. Fonctionnement du BC09)**

**Vers sens 1 (Entrée Broyeur) si**

La séquence démarre.

Et

Mode automatique Activé.

Et

Moteur Broyeur 426DR13MT10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Moteur Broyeur 426DR 13MT10 est arrêté.

Après 5 (S) de l'arrêt de

Tapis incliné

Où

Doseur gypse

Où

Doseur clinker

**❖ Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC08MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Sélection calcaire est active

ET

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT10 est arrêté ou vers sens Extérieur.

Où

Après 5 (s) de l'arrêt de sélection calcaire

**❖ Doseur Clinker 426WF01EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT10 est arrêté.

Où

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

Où

Sélection calcaire est activé

Et

Doseur Calcaire 426WF05EC10 est arrêté.

**❖ Doseur Gypse 426WF03EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Attendre 5 (s) après démarrage transporteur entre broyeur

Et

Transporteur 426BC09MT10 est en marche vers sens Entrée Broyeur.

Et

Poids trémie sur doseur  $50 < Pt < 170$

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur 426BC09MT 10 est arrêté.

Où

Doseur Clinker 426WF01EC10 est arrêté.

Où

Sélection calcaire est activée

Et

Doseur Calcaire 426WF05EC10 est arrêté.

**❖ Doseur Calcaire 426WF05EC10****Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Sélection calcaire est activée

Et

Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC07MT 10 est en marche.

Et

Doseur gypse est en marche

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur Sortie Doseur Calcaire 426BC07MT10 est arrêté.

Où

Doseur Clinker 426WF01EC10 est arrêté.

Où

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

❖ **Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Doseur Gypse 426WF03EC10 est en marche.

Et

Poids trémie  $50 < PT < 170$

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

OU

Doseur Gypse 426WF03EC10 est arrêté.

Où

Poids trémie  $0 > PT > 170$

❖ **Package Roue Fraise Extracteur. 426BC17MT10**

**Démarre si**

La séquence démarre.

Et

Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10 est en marche.

**S'arrête si**

La séquence s'arrête.

Où

Transporteur Gypse sous Roue Fraise 426BC17MT10 est arrêté.

### 3.4. Supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus. C'est aussi la surveillance du bon fonctionnement d'un système. Dans notre projet nous avons utilisé le logiciel WINCC de TiaPortal pour superviser le fonctionnement de procédé.

#### 3.4.1. Vues WINCC

Pour une meilleure visualisation et contrôle du sous atelier alimentation broyeur BKII nous avons créé cinq vues.

**Vue 01 : Vue Principale pour la visualisation et la commande de l'alimentation « Broyeur Clinker »** (BKII) (Figure 3.3) qui permet le démarrage de la séquence automatique et aussi le dosage des différents produits tels que le Gypse, Calcaire, et Clinker afin d'assurer la qualité du ciment requis par le laboratoire.

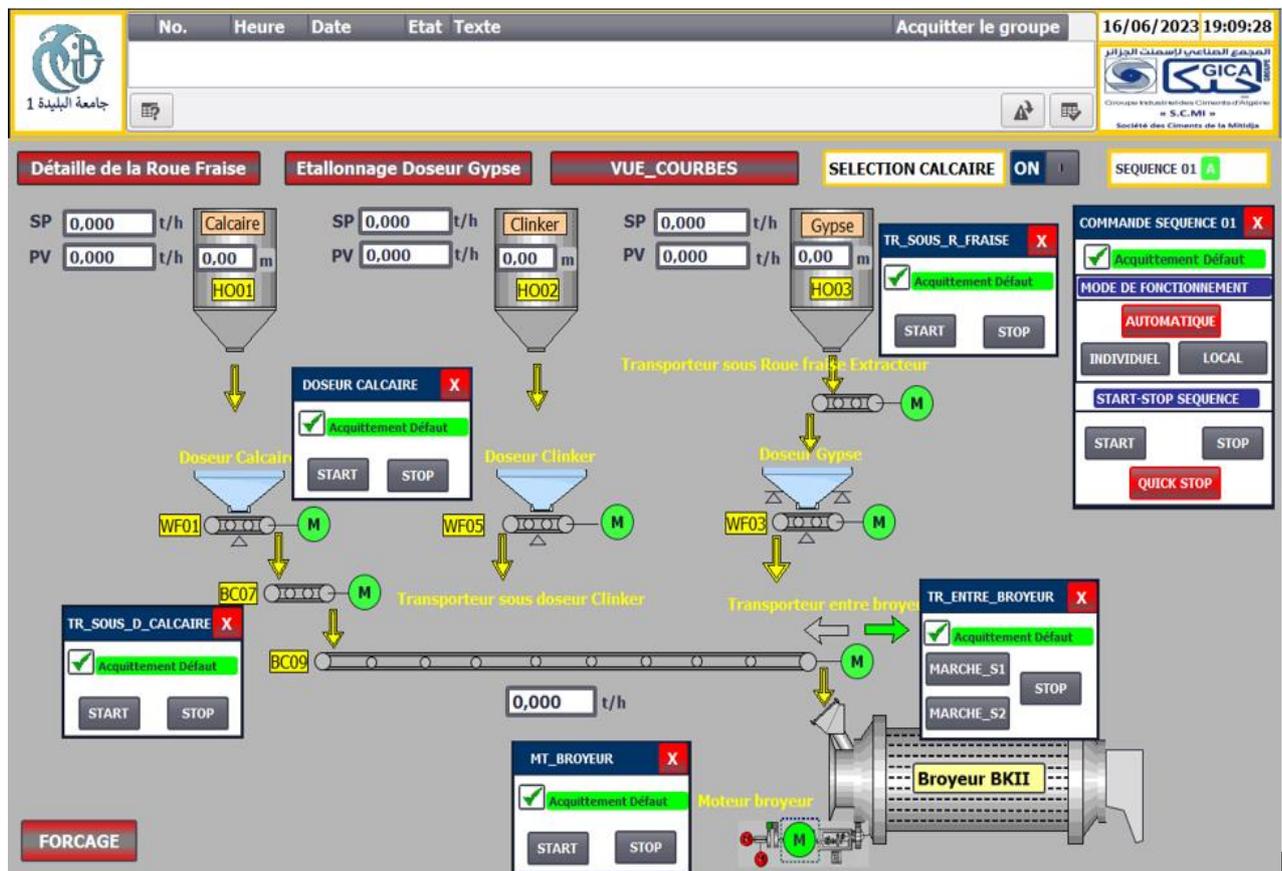


Figure 3.3 : Vue principale de la commande et l'alimentation « Broyeur ciment »

**VUE 02 : Vue détaille de la roue fraise** (Figure 3.4) permet le contrôle et la visualisation des différents paramètres de la Roue fraise pour les différents modes (automatique, individuel et local). Elle permet également d'activer et de sélectionner les différents paramètres de régulation de débit. Elle permet aussi de visualiser les alarmes et défauts.

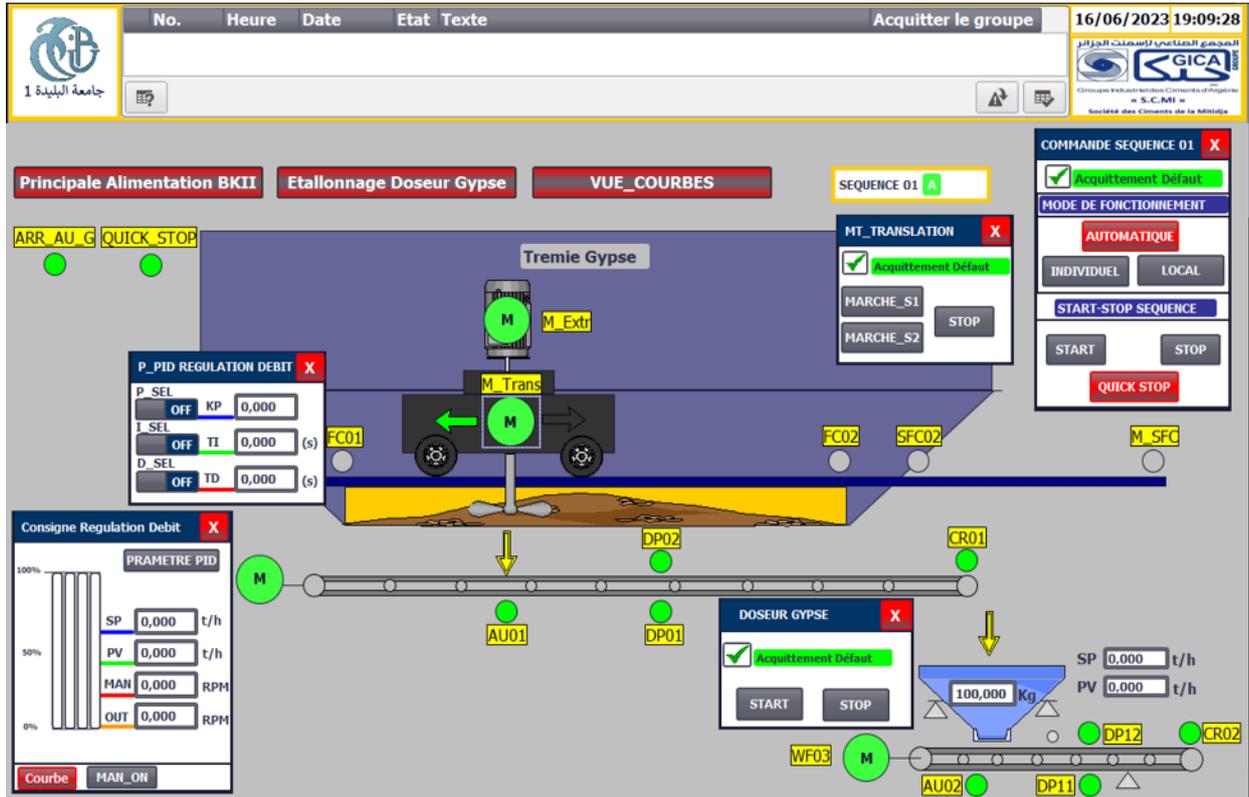


Figure 3.4 : Vue détaille de la roue fraise

**VUE 03 : Vue détaille étalonnage doseur gypse** (Figure 3.5) permet d'assurer les fonctions d'étalonnage (Le calcul de paramètre correction pour étalonnage avec matière et la remise a zéro du doseur). Elle permet aussi l'affichage de la procédure d'étalonnage.

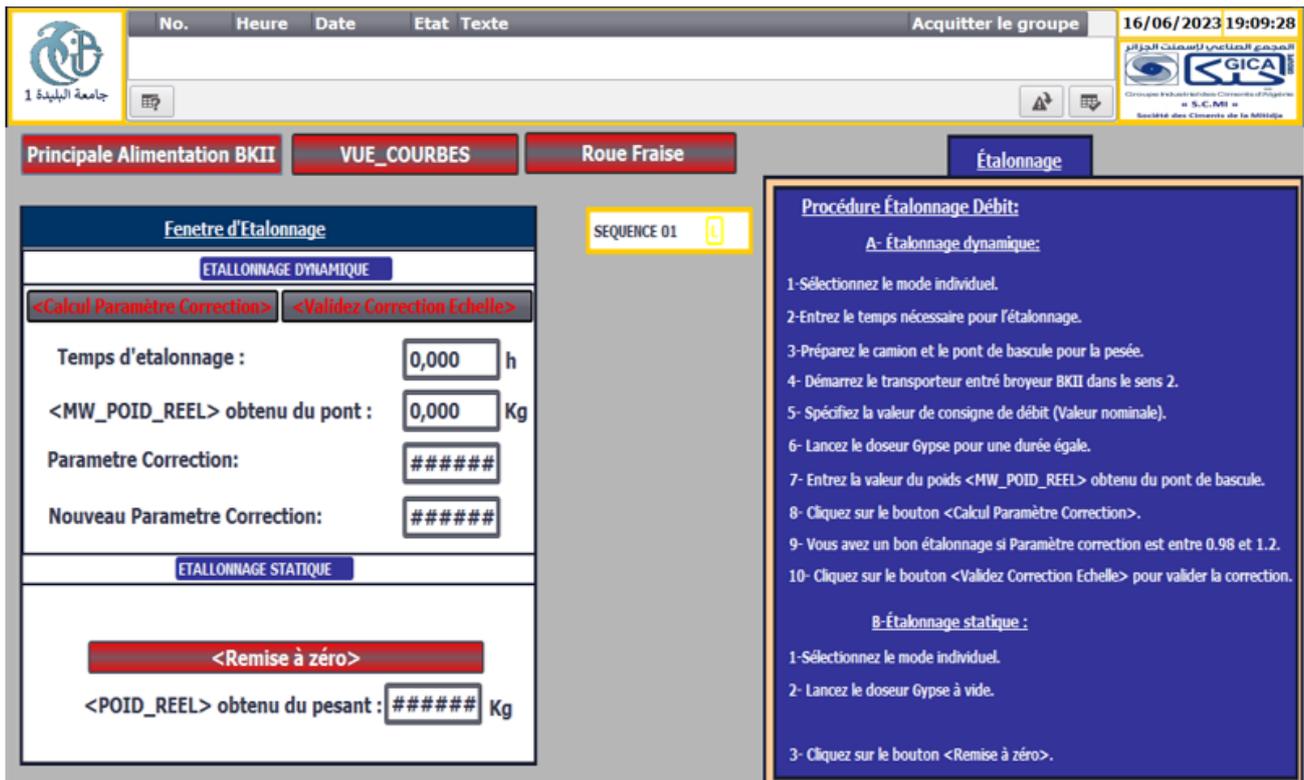


Figure 3.5 : Vue détaillé étalonnage doseur gypse

**VUE04** : Vue détaillé pour les courbes de la Consigne débit et débit mesuré pour suivre leur évolution (Figure 3-6)

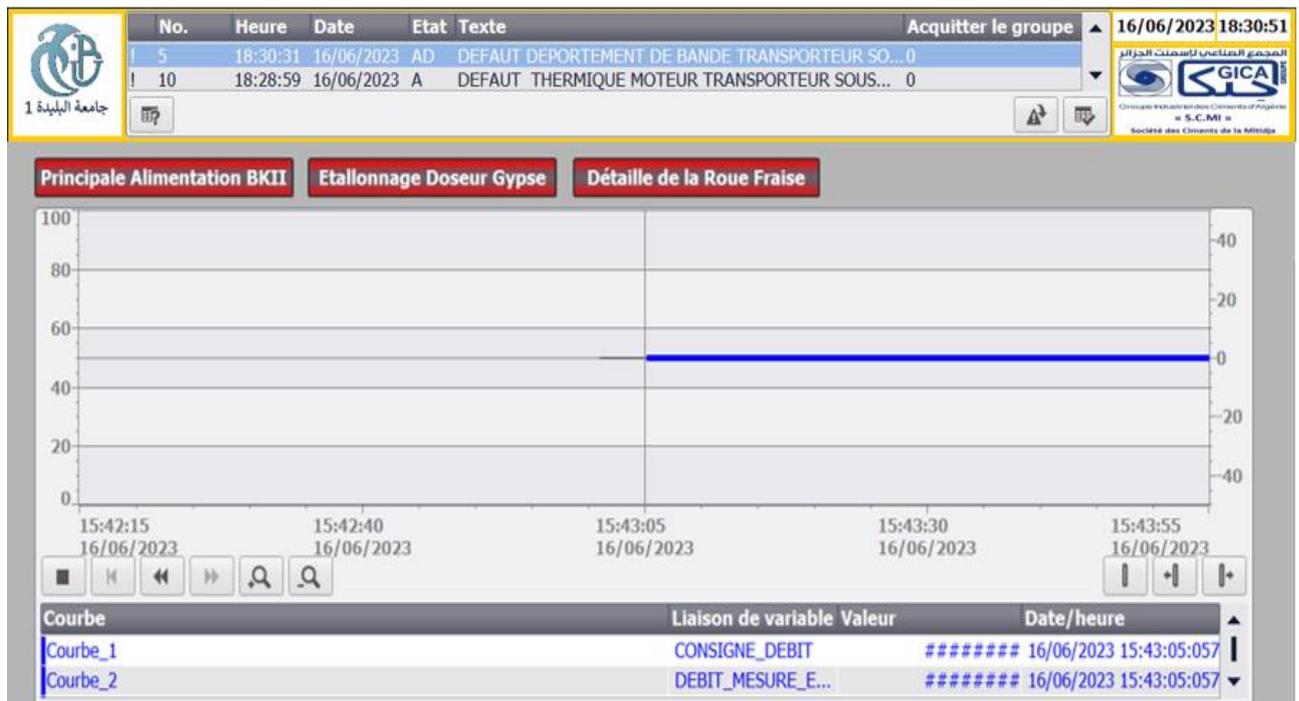


Figure 3.6 : Courbe consigne débit et débit moteur

**VUE 04 : Vue forçage** (Figure 3.7) Pour forcer les Paramètres ou les Entrées des Capteurs



Figure 3.7 : Vue forçage

**3.4.2. Objet moteur**

Les icônes ci-dessous donnent l'état du moteur asynchrone triphasé commandé

- Moteur en marche en mode automatique
- Moteur à l'arrêt en mode automatique
- Moteur en défaut
- Moteur en mode local, en marche si l'objet est clignotant
- Moteur en mode manuel , en marche si l'objet est clignotant

### 3.4.3. Les fenêtres de commande de moteurs

Nous avons utilisé une fenêtre pour basculer entre les trois modes et acquitter les défauts et aussi commander les séquences en mode automatique (Figure 3.8).

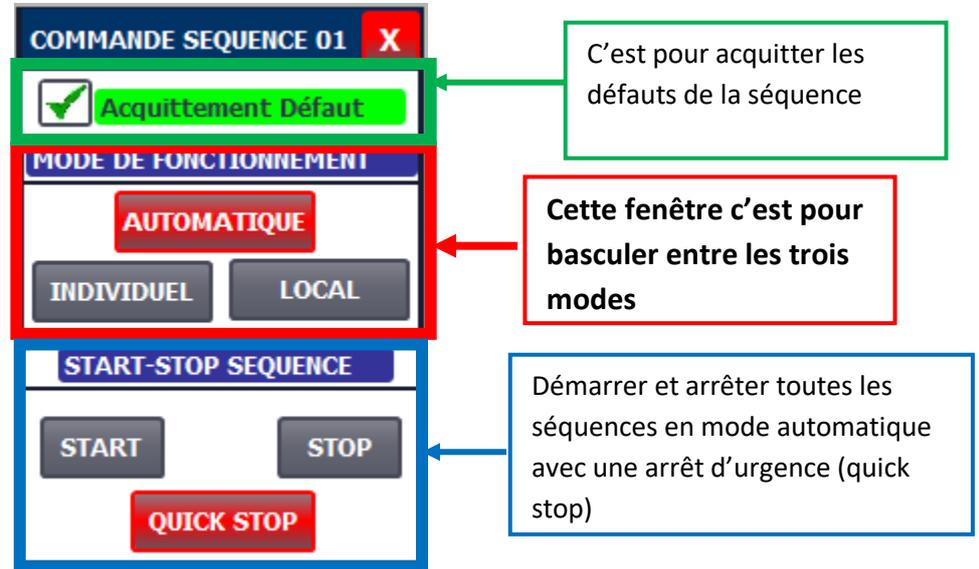


Figure 3.8 : Commande de séquence

Aussi on utilise des fenêtres pour commande chaque moteur individuellement en mode individuelle

Ces fenêtres ne sont pas les mêmes entre les moteurs de 1 sens et 2 sens de rotation (Figure 3.9)



Figure 3.9 : Commande moteur en mode individuelle

### 3.4.4. Les voyant des capteurs

Pour chaque capteur on utilise un voyant qui change sa couleur entre le rouge en cas de défaut et le vert en cas normal (Figure 3.10).

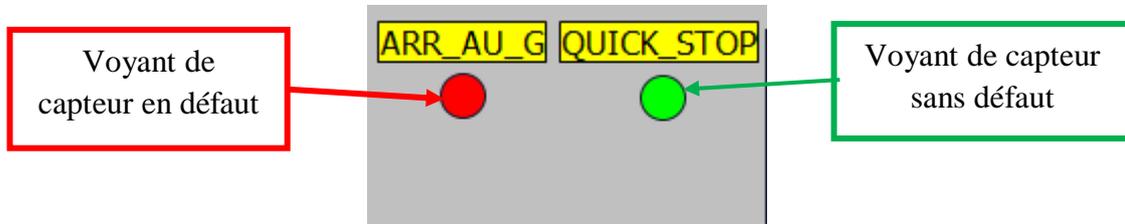


Figure 3.10 : Les voyants des capteurs

### 3.4.5. Fenêtre étalonnage

On a créé cette fenêtre d'étalonnage pour entrer des paramètres étalonnage (temps d'étalonnage, MW poids réel) et visualiser les modifications sur (paramètre correction, nouveau paramètre correction) (Figure 4.11).

The screenshot shows a software window titled 'Fenetre d'Etalonnage'. It is divided into two main sections: 'ETALLONNAGE DYNAMIQUE' and 'ETALLONNAGE STATIQUE'.  
 In the 'ETALLONNAGE DYNAMIQUE' section, there are two buttons: '<Calcul Paramètre Correction>' and '<Validez Correction Echelle>'. Below these are four input fields:  
 - 'Temps d'etalonnage :' with a value of '0,000' and unit 'h'.  
 - '<MW\_POID\_REEL> obtenu du pont :' with a value of '0,000' and unit 'Kg'.  
 - 'Parametre Correction:' with a value of '#####'.  
 - 'Nouveau Parametre Correction:' with a value of '#####'.  
 The 'ETALLONNAGE STATIQUE' section contains a large red button labeled '<Remise à zéro>' and an input field for '<POID\_REEL> obtenu du pesant :' with a value of '#####' and unit 'Kg'.

Figure 3.11 : Fenêtre étalonnage

Nous avons créé cette fenêtre pour entrer des paramètres (QB\_trémie doseur réel, QB charge réel sur bande, fréquence encodeur) et visualiser les modifications sur (le débit, MA poids affiche), (Figure 3.12).



Figure 3.12 : Fenêtre paramètres étalonnage

### 3.4.6. Fenêtre Régulation

Nous avons aussi créé une fenêtre pour la régulation PID (Figure 3.13) dans cette fenêtre nous pouvons affecter le débit consigne et aussi la consigne manuelle et en peut visualiser et commander les valeurs de régulateur PID.

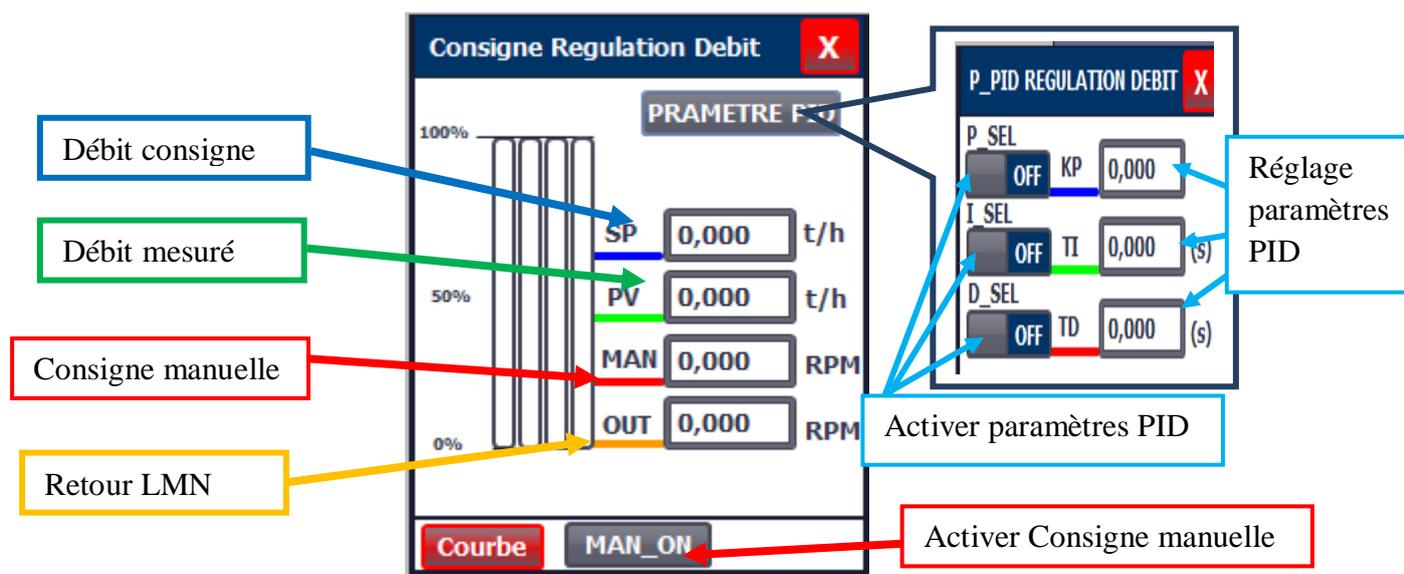


Figure 3.13 : Fenêtre paramètres PID

### 3.4.7. Fenêtre forçage

On a créé cette fenêtre pour entrer les paramètres pour forcer les capteurs (contrôleur de rotation, département de bande) et arrêt d'urgence à tirette, arrêt d'urgence (Figure 3.14).

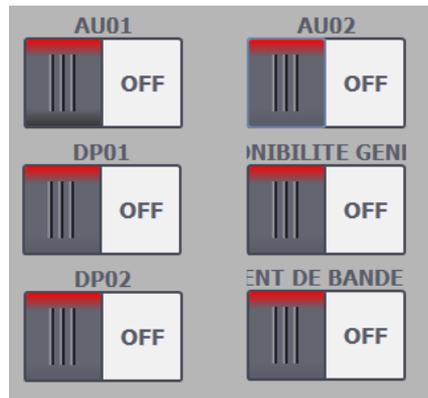


Figure 3.14 : Fenêtre forçage capteur

### 3.4.8. Défaut moteur

nous avons créé une fenêtre pour visualiser plusieurs défauts (contrôleur de rotation, déportement de bande ...etc) pour localiser plus facilement le problème et cela nous aide à résoudre le problème aussi rapidement que possible (Figure 3.15).

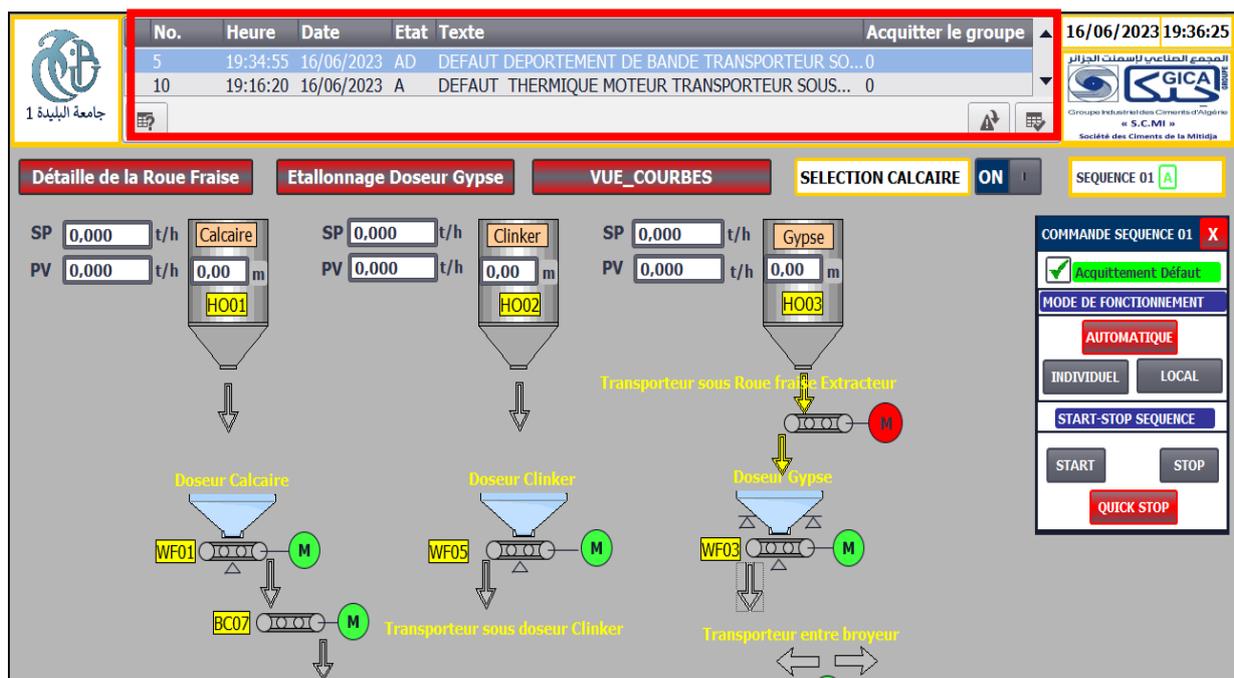


Figure 3.15 : Visualisation des défauts

### 3.4.9. Fenêtre alarmes

Nous avons créé des alarmes de deux types le premier c'est les défauts où nous avons une intervention obligatoire et immédiate et aussi les avertissements c'est un peu moins dangereux que les défauts (Figure 3.16).

Alarmes de bit								
ID	Nom	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ..	Adresse de dé..	Variable d'ac...	
1	Alarme_de_bit_1	DEFAUT CONTROLLEUR DE ROTATION Errors	...	BYTE_DEF...	8	%M133.0	<aucune v...	...
2	Alarme_de_bit_2	DEFAUT DEPORTEMENT DE BANDE DC Errors		BYTE_DEFAU...	9	%M133.1	<aucune vari...	
3	Alarme_de_bit_3	DEFAUT ROUTEUR DE MARCHE DOSE Errors		BYTE_DEFAU...	11	%M133.3	<aucune vari...	
4	Alarme_de_bit_4	DEFAUT CONTROLLEUR DE ROTATION Errors		BYTE_DEFAU...	0	%M134.0	<aucune vari...	
5	Alarme_de_bit_5	DEFAUT DEPORTEMENT DE BANDE TRV Errors		BYTE_DEFAU...	1	%M134.1	<aucune vari...	
6	Alarme_de_bit_6	DEFAUT ROUTEUR DE MARCHE TRANS Errors		BYTE_DEFAU...	3	%M134.3	<aucune vari...	
8	Alarme_de_bit_8	DEFAUT THERMIQUE MOTEUR DOSEL Errors		BYTE_DEFAU...	12	%M131.4	<aucune vari...	
9	Alarme_de_bit_9	ACQUITEMENT DEFAUT DOSEUR GYPS Warnings		BYTE_DEFAU...	13	%M131.5	<aucune vari...	
10	Alarme_de_bit_10	DEFAUT THERMIQUE MOTEUR TRANSF Errors		BYTE_DEFAU...	4	%M132.4	<aucune vari...	
13	Alarme_de_bit_13	ACQUITEMENT DEFAUT TRANSPORTEU Warnings		BYTE_DEFAU...	5	%M132.5	<aucune vari...	
15	Alarme_de_bit_15	ARRET D'URGENC SOFT Errors		BYTE_ALARM...	9	%M97.1	<aucune vari...	

Figure 3.16 : Fenêtre alarmes

## 3.5. Réalisation pratique

Dans cette partie nous avons pris un exemple pour la régulation du débit et l'étalonnage qui est le doseur gypse vu le manque du matériel. Mais cette partie a été suffisante pour prouver le bon fonctionnement de notre projet.

### 3.5.1. Matériels utilisés

#### a. Les automates programmables

Nous avons utilisé deux automates de type S7 313-2DP, un configuré comme le maître de réseau Profibus et le deuxième S7 313C-2DP configuré comme un esclave. Les programmes des deux stations sont réalisés par le TIAPORTAL. Ils se trouvent dans l'annexe.

#### i. Le maître

Nous avons utilisé un automate programmable S7-313C-2DP configuré comme maître. Il est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII (Figure 3.17).



### b. Station ET 200

Nous avons utilisé un périphérique ET 200M décentralisé comme un esclave (Figure 3.19) et nous avons utilisé les modules suivants.

- Digital input (6ES7 321-1BL00-0AA0)
- Digital input (6ES7 321-1BH02-0AA0)
- Digital output (6ES7 322-1BL00-0AA0)
- Analogique input (6ES7 331-7NF00-0AB0)
- Analogique output (6ES7 332-5HF00-0AB0)



Figure 3.19 : Station ET 200M

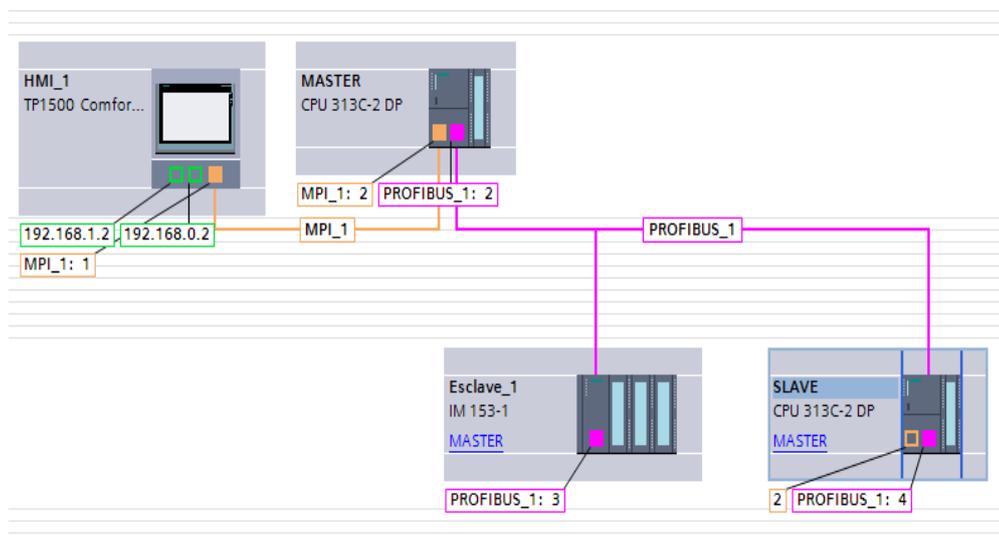
### c. Support de communication

Nous avons utilisé les supports de communications suivants :

- **Les câbles Profibus** : nous l'avons utilisé pour la communication entre les trois stations.
- **PC Adapter MPI**: nous l'avons utilisé pour charger le programme et commander les API et ensuite pour le contrôle par la station IHM (Figure 3.20).



(a)



(b)

Figure 3.19 : (a) Réseaux API, (b) Configuration du Réseau.

#### d. Moteur asynchrone

Nous avons utilisé un moteur asynchrone (Figure 3.20) commandé par un API et varier sa vitesse à l'aide d'un variateur de vitesse en fonction de nous programme de doseur gypse

Le choix du moteur est basé sur les avantages suivants :

- Maintenance facile
- Moins chère
- Disponibilité dans le marché et dans la cimenterie
- Fiabilité et robustesse



Figure 3.20 : Moteur asynchrone



Figure 3.21 : Plaque signalétique

### e. Variateur de vitesse

Nous avons utilisé un variateur de vitesse ABB ACS 600 (Figure 3.22) pour lire la consigne et affecter la commande de la vitesse moteur.



Figure 3.22 : Variateur de vitesse ABB utilisé

### f. Câblage du variateur de vitesse

Premièrement il faut câbler la partie puissance puis toutes les entrées/sorties de commande et de consigne avec l'API. Dans notre câblage nous avons utilisé le schéma de raccordement trouvé dans le manuelle de variateur ABB ACS 600 (Figure 3.23).

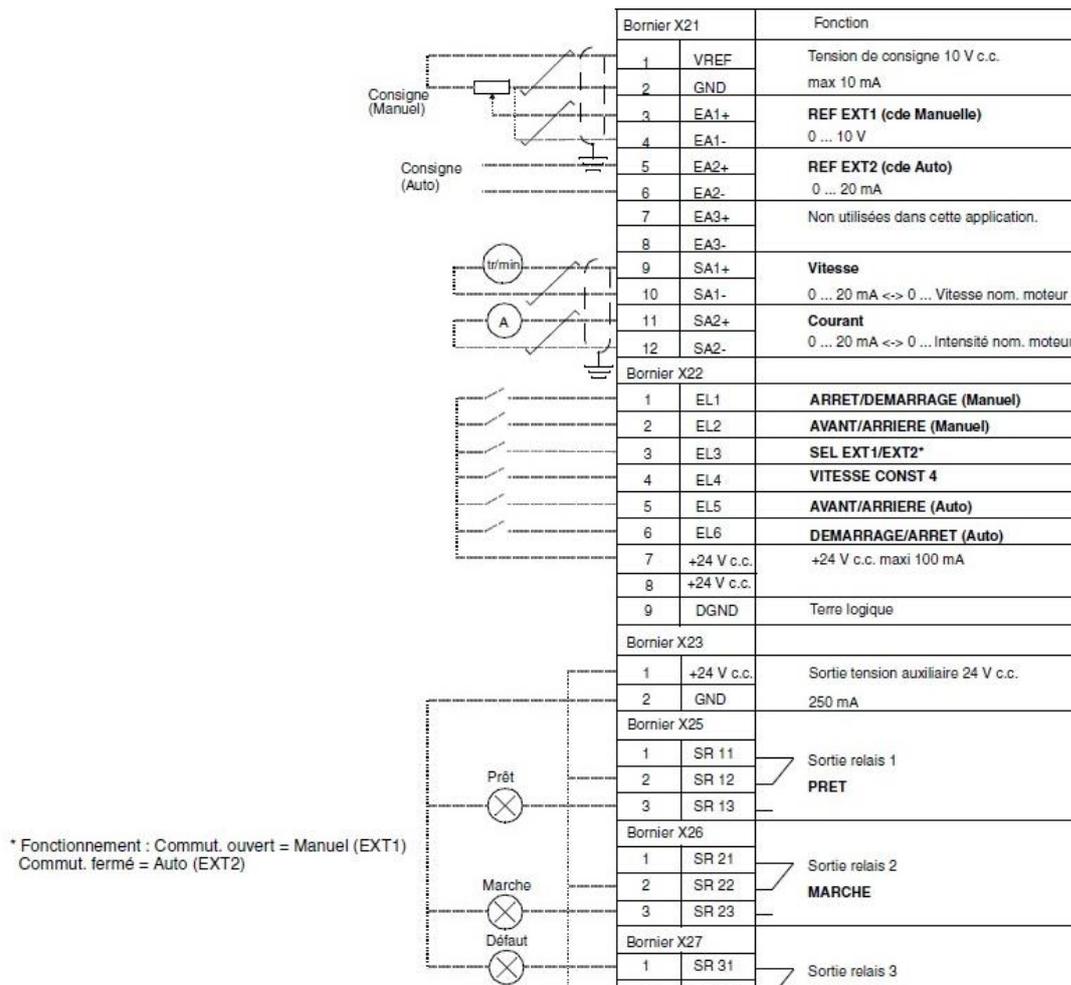


Figure 3.23 : Schéma Variateur de vitesse



Figure 3.24 : Câblage Variateur de vitesse

Avant d'utiliser ce variateur nous avons besoin de passer par deux étapes essentielles.

### g. Paramétrage du variateur par le logiciel DriveWindow :

- Nous commençons par le groupe de paramètres 99 (donnees init)

Dans ce groupe nous devons entrer les caractéristiques de la plaque signalétique du moteur, nous choisissons le type de macro-programme, le mode de commande, et en fin la langue comme montre la Figure 3.25.

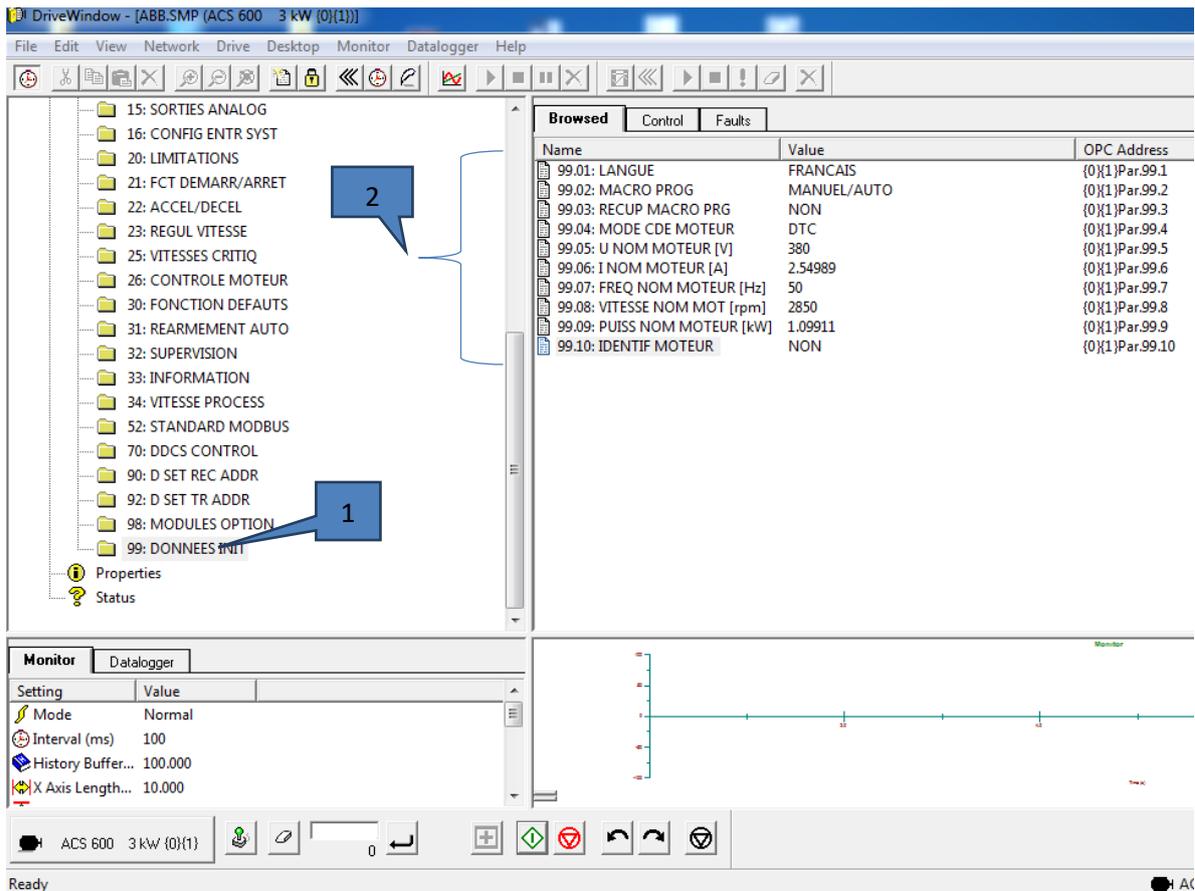


Figure 3.25 : Première étape de configuration du variateur

- Dans le groupe 15 nous allons faire le choix de la sortie analogique paramètres sortie analogique dans notre cas nous avons choisis la vitesse du moteur. Nous devons aussi choisir le type de sortie analogique dans notre cas 4-20 mA (Figure 3.26).

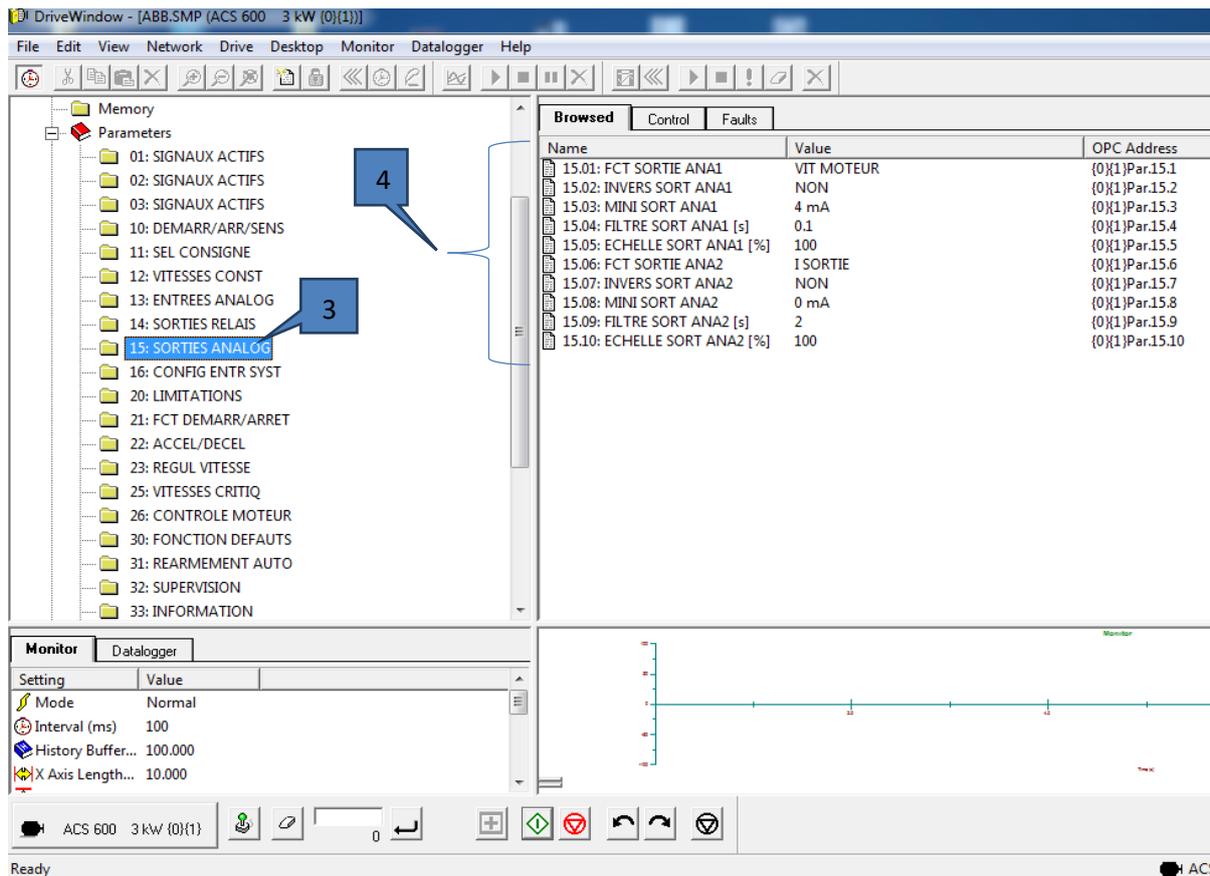


Figure 3.26 : Etapes suivantes pour la configuration du variateur

- Dans le groupe 11 nous allons sélectionner les references et le parametre de basculement entre les deux modes EXT1 ET EXT2 dans SEL EXT1/EXT2 dans notre cas ce parametre est ENT LOG3, (Figure 3.27).

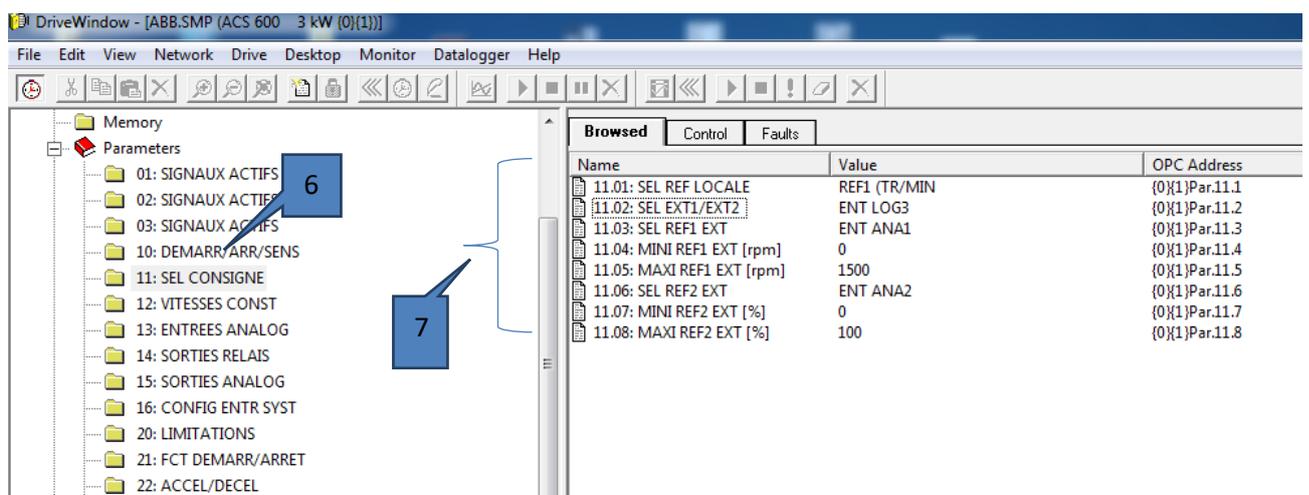


Figure 3.27 : Dernières étapes de configuration du variateur

Une fois toutes ces étapes sont réalisées, nous passons à l'identification du moteur qui va nous permettre de calculer les paramètres du régulateur.

#### **h. Identification des paramètres moteurs**

Pour commander un moteur par un variateur il est toujours nécessaire d'identifier les paramètres de ce dernier. Pour ce faire, suivez simplement les étapes suivantes.

- Par le logiciel DriveWindow ABB nous allons sur le groupe 99.
- Nous allons choisir le type d'identification (Partielle ou complete)
- Nous allons mettre la micro-console sur le mode <Local>.
- Et puis nous allons lancer le moteur et débiter l'identification.
- Le variateur en premier temps magnétise le moteur sans le demarrer puis le moteur demarrer avec différent vitesse et à la fin d'identification un message sera affiché.
- De cette façon, le moteur sera prêt à être utilisé.

### 3.6. Résultats obtenus

Dans cette partie, nous avons mettre tous les résultats pratiques obtenus. Nous avons obtenu des résultats très satisfaisants.

#### 3.6.1. Résultat pour doseur gypse

D'après les études et les tests nous avons choisir les paramètres suivant pour notre régulateur PID (Figure 3.28).



Figure 3.28 : Fenêtre régulation

En utilisant ces paramètres, nous avons obtenus un résultat très satisfaisant et une courbe avec un meilleur dépassement possible, avec un meilleur temps de réponse, et une très bonne stabilité dans le régime permanent (Figures 3.29, 3.30, et 3.31).

- Pour la consigne X1 (150 t/h)

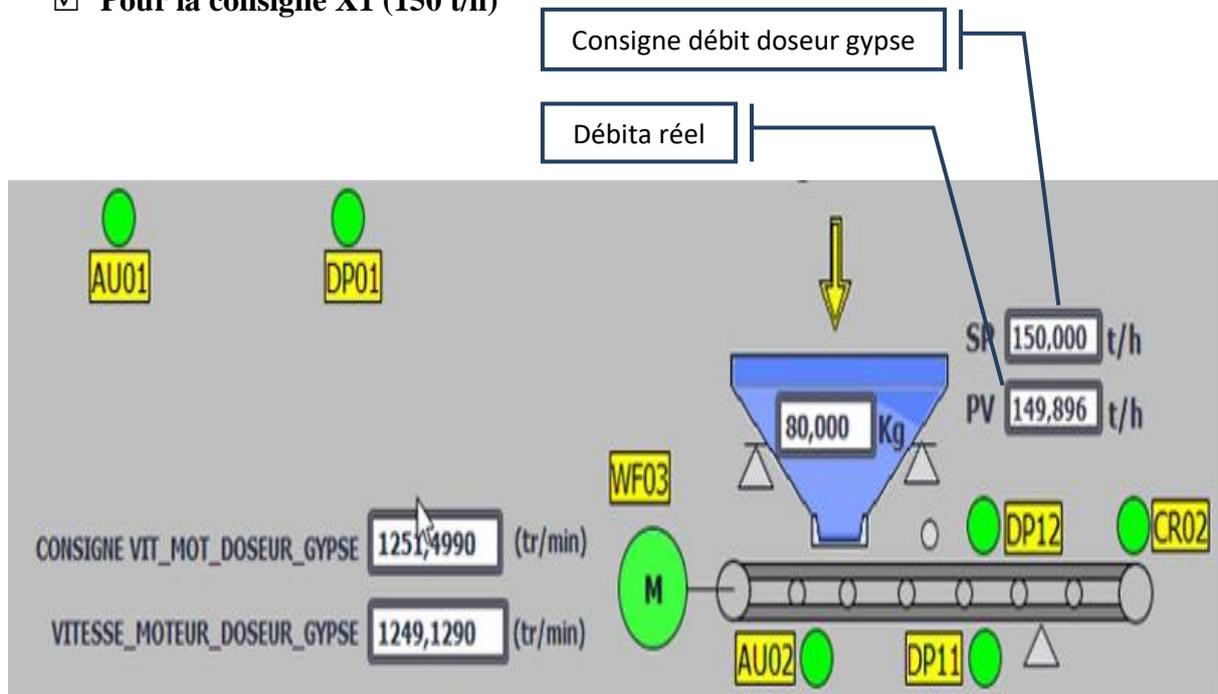


Figure 3.29 : Test 1 de retour de débit

☑ Pour la consigne X2 (120 t/h). (Figure 3.30).

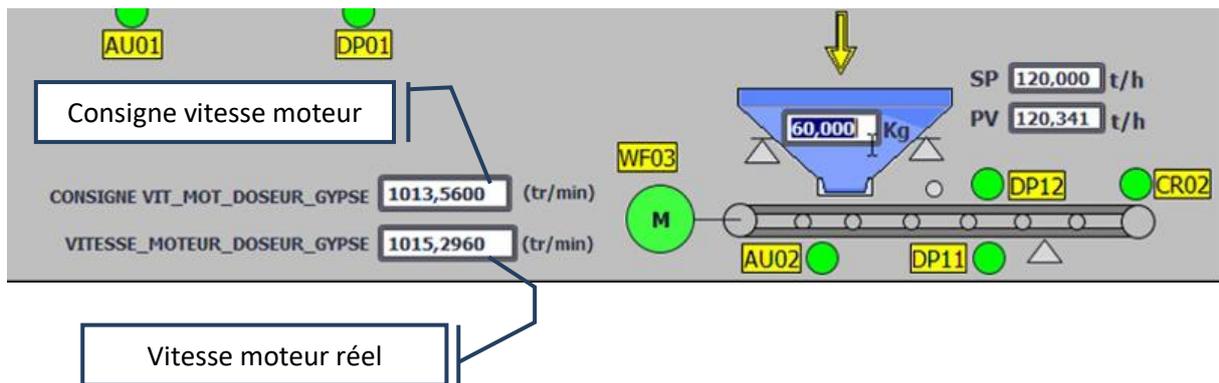


Figure 3.30 : Test 2 de retour de débit

Les courbes de consigne débit et débit mesuré étalonne (Figure 3.31).

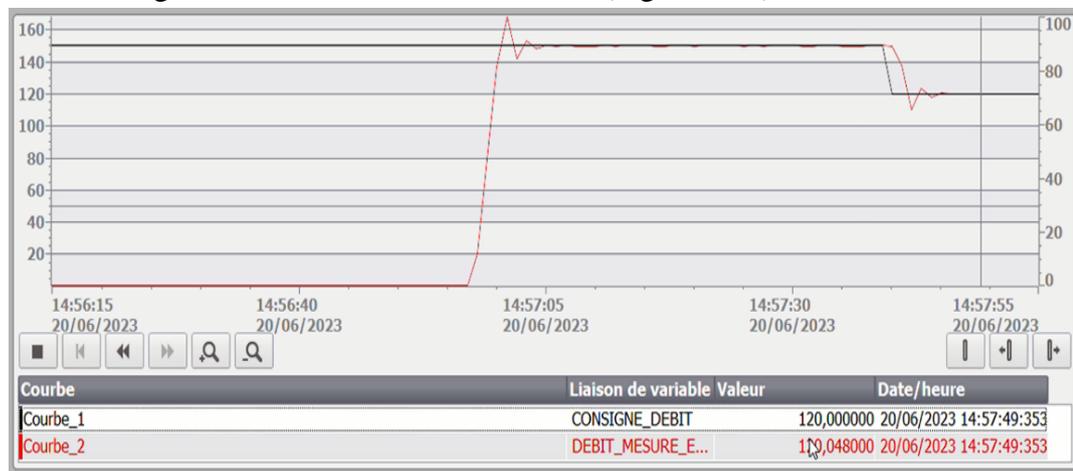


Figure 3.31 : Courbe de régulation

Alors le doseur répond précisément et rapidement aux consignes envoyées par l’opérateur et comme nous avons un poids stable donc la vitesse de moteur sera variée directement par rapport le consigne donner.

Mais malgré la régulation en trouve deux critère indésirable

Régime transitoire : en trouve une depassement de 20%

Régime permanent : en trouve un petite bruit de mesure a cause des appareille de mesure

### 3.6.2. Remise à zéro

Après la sélection du mode individuel et le lancement du doseur à vide on obtient un poids à vide dans le peson ce poids peut influencer sur la précision de pesage alors en click sur le bouton remise à zéro pour négliger ce poids et obtenir le poids de la matière seulement et pas de tapis (Figure 3.32).

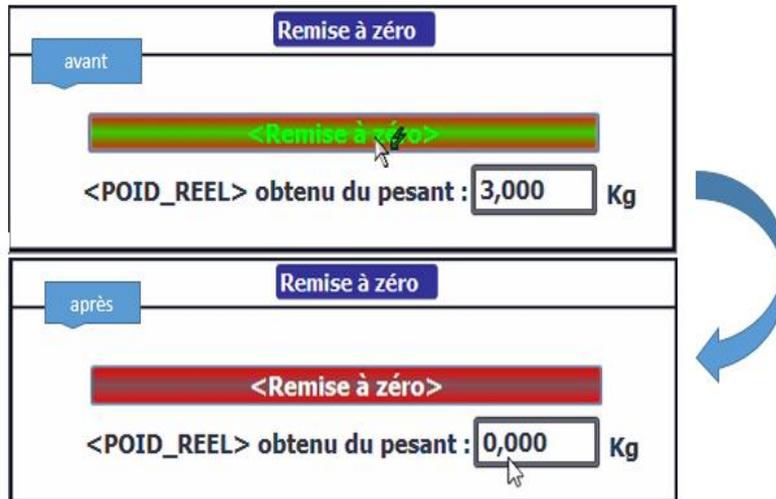


Figure 3.32 : Remise à zéro

### 3.6.3. Étalonnage

Après le suivie de toutes les étapes de l'étalonnage et en entre le temps de l'étalonnage en spécifier la valeur nominale de consigne de débit et après qu'en obtient le poids réel par le pont de bascule en entre le poids réel et en click sur calcule paramètre correction Un nouveau paramètre de correction sera affiché et pour prendre cette valeur en compte en click sur validez correction échelle (Figure 3.33).

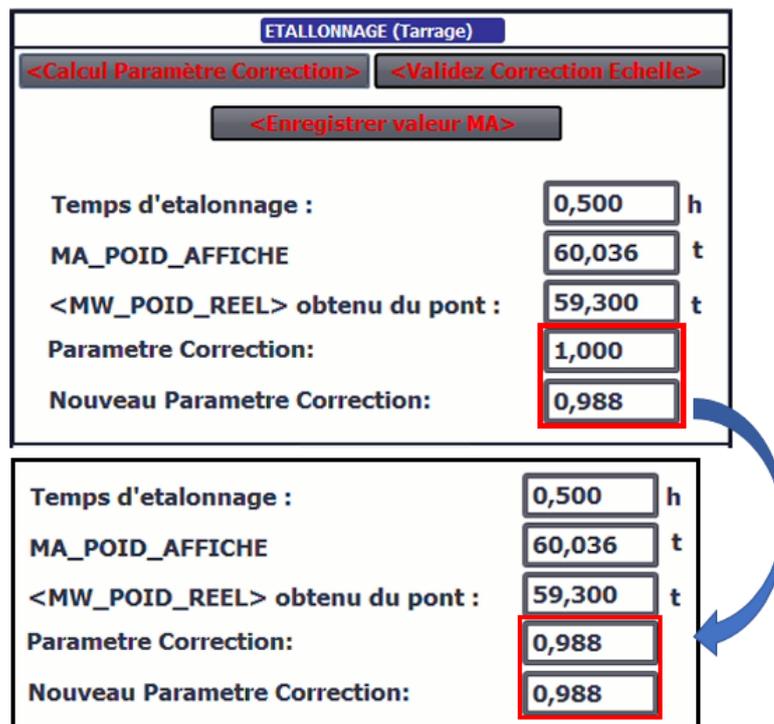


Figure 3.33 : Fenêtre étalonnage

### 3.6.4. Trémie doseur gypse

Dans la trémie doseur en met des conditions de poids pour le marche et l'arrêt de doseur gypse pour assurer la qualité de produit.

$$50 \leq \text{Poids trémie} \leq 170$$

La roue fraise marche normalement et le doseur aussi marche sans défaut

$$\text{poids trémie} < 50$$

L'extracteur et le moteur de translation marche normalement pour remplir la trémie jusqu'à atteindre 50 kg et s'arrête directement jusqu'à le démarrage des séquences. Mais le doseur s'arrête pour assurer une bonne précision de suivi de recette

$$\text{Poids trémie} > 170$$

Le remplissage de trémie sera arrêté immédiatement mais le doseur reste en marche normalement pour n'arrive pas un bourrage de matière

### 3.6.5. Modes de fonctionnement

Nous avons testé le bon fonctionnement des trois modes de fonctionnement et nous avons assuré que les séquence démarrent et s'arrêtent selon le cahier de charge et les condition précis et dans le mode automatique les séquence marche selon l'ordre donnée dans le cahier de charge. Nous avons peut aussi entrer les proportions des matières facilement selon la recette de l'laboratoire et contrôler la disponibilité des matières premiers

### 3.7. Conclusion

En conclusion le remplacement des cartes «VSE 20100 DISOCONT» par un automate S7 313-2DP a parfaitement réussi. Nous avons réussi d'établir toutes les fonctions de la carte VSE20100 dans l'API. Nous avons réussi à avoir une visualisation détaillée du sous atlier alimentation Broyeur, ce qui est une grande amélioration d'un côté et de l'autre côté nous avons assuré la bonne gestion de dosage de gypse ce qui a été confirmé par les résultats pratique qui ont dissipés tout le doute de la fiabilité de notre projet.

Nous avons utilisé le logiciel DriveWindow qui est considéré une autre source de confirmation de la bonne régulation et la bonne application de cette consigne par le variateur.

## Bibliographie :

[1]: le procédé de fabrication de ciment de la SCMI [documentation de l'usine].

[2]: «Les capteurs ultrasonores», Dans baumer passion for sensors,

[https://www.baumer.com/fr/fr/service-assistance/fonctionnement/le-fonctionnement-et-la-technologie-des-detecteurs-a-ultrasons/a/Know-how\\_Function\\_Ultrasonic-sensors](https://www.baumer.com/fr/fr/service-assistance/fonctionnement/le-fonctionnement-et-la-technologie-des-detecteurs-a-ultrasons/a/Know-how_Function_Ultrasonic-sensors)

, (consulté le 01/03/2023).

[3]: «Codeur incrémentale» , omch, le 29 septembre 2021,

<https://www.omch.co/fr/incremental-rotary-encoder/?fbclid=IwAR0WDRYYQSWjHbZtTy-yJH79hqIw4w3EXa2JWo6bOhWCuxoGeUXDQbhrN4U>, (consulté le 15/03/2023).

[4]: «Codeur incrémentale» , Dans tde-instruments,

[https://tde-instruments.de/fr/artikel/drehgeber/opkon-pri-58a/?fbclid=IwAR2FYcMICTXENo2jxv5c\\_IbLl4iQGTudqKnwXihpCfghAVXZJ3Dt\\_3pRt8](https://tde-instruments.de/fr/artikel/drehgeber/opkon-pri-58a/?fbclid=IwAR2FYcMICTXENo2jxv5c_IbLl4iQGTudqKnwXihpCfghAVXZJ3Dt_3pRt8) (consulté le 12/03/2023).

[5]: AIT AMRANE Adlane, ZENATI Noureddine. "Réalisation d'un banc d'essai de la chaîne d'action «variateur de vitesse» commandé par un API et supervisé par un écran tactile." (2016).

[6]: Le DISOCONT [documentation de SCHENK].

[7]: les deux types d'étalonnages et Les expressions mathématiques [documentation de SCHENK].

[8]: Les boucles de Régulation [documentation de SCHENK].

[9]: « Les automates programmables et Le fonctionnement», Dans industry.siemens,

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/849/1117849/att\\_23818/v1/424ish\\_f](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/849/1117849/att_23818/v1/424ish_f)

, (consulté le 3/04/2023)

**[10]:** « TIA Portal», Dans industry.siemens,  
<https://www.siemens.com/fr/fr/produits/automatisation-entrainements/logiciel->

[industriel/automation-software/tia-](#)

[portal.html?fbclid=IwAR2HamI3WbkB3Rzkz7p\\_qyM5xUB27VCq-](#)

[GUAgtfSxXYmpmxjHO9cnMilyr4](#) , (consulté le 3/04/2023)

**[11]:** « Station de périphérie décentralisée ET 200M », Dans industry.siemens,  
[https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1142798/et200M\\_operating\\_instructions](https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/1142798/et200M_operating_instructions)

[fr-FR\\_fr-FR.pdf](#), (consulté le 3/04/2023)

---

## Annexe

### A. Programmation avec TIA Portal

#### A.1. Configuration du matériel

Dans notre projet nous avons utilisé une configuration complexe qui contient 3 stations communiquées entre eux à travers un réseau Profibus DP. Ces trois stations sont :

- UN S7 313C-2DP configuré comme le maître de réseau
- Un deuxième 313C-2DP configuré comme un esclave
- Un périphérique décentralisé ET 200M (esclave)

Le maître est utilisé pour gérer les séquences de marche de l'alimentation broyeur BKII alors que le deuxième automate est utilisé à la place de la carte « SCHENCK » pour gérer l'opération de régulation de débit et l'étalonnage

Le ET 200M utilisé pour récolter les informations provenant des capteurs et les envoyer vers le maître et transférer les ordres de marche et consignes vers les actionneurs tout ça en utilisant le protocole de communication Profibus DP.

#### A.2. Modes de fonctionnement

Il existe trois modes de fonctionnement

##### a. Le mode local

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où le système est contrôlé localement par un opérateur. Les paramètres peuvent être ajustés en temps réel pour répondre aux besoins spécifiques de la production.

##### b. Le mode automatique

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où le système est entièrement automatisé et contrôlé par ordinateur. Les paramètres sont définis à l'avance et le système fonctionne de manière autonome sans intervention humaine.

##### c. Le mode individuel

Dans les moteurs d'usine est un mode de fonctionnement où chaque machine ou équipement peut être contrôlé individuellement pour répondre aux besoins spécifiques de la

production. Ce mode permet une flexibilité accrue dans la production et peut être utilisé pour des productions sur mesure ou des commandes spéciales

### A.3. Programmation

Comme nous avons dit auparavant nous avons utilisé deux station la première station est la saturation maitre et la deuxième est celle de l'esclave. Cela veut dire qu'on a un programme pour chacune des station et qui sont communiquées par Profibus.

#### A.3.1. Le programme de master

Nous avons utilisé logiciel TIA PORTAL V16 pour la programmation On est créé des différents blocks en langage Ladder est on est identifiées les blocks dans notre programme.

##### a. Block moteur 1sens

Nous avons créé un block pour les moteurs 1 Sens de rotation et Vitesse constant pour chaque moteur (Figure A.1). Ce block contient l'ordre de Marche et arrêt de ce moteur et aussi la disponibilité et l'ordre de marche tapis

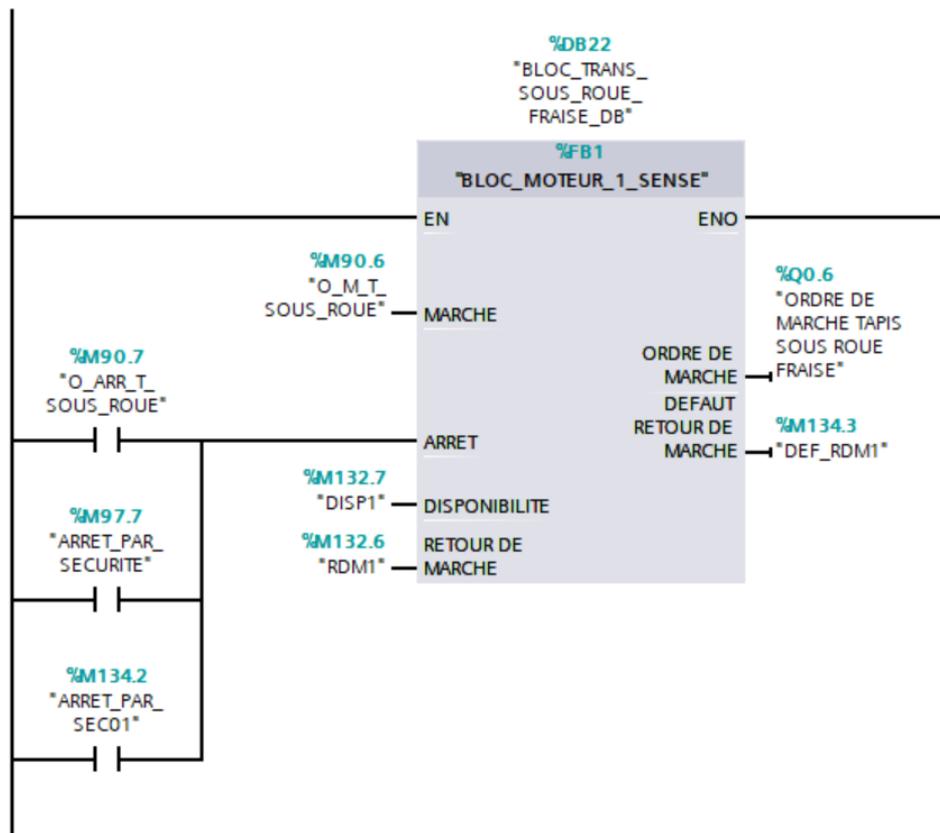


Figure A.1 : Block moteur 1 sens

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.2)

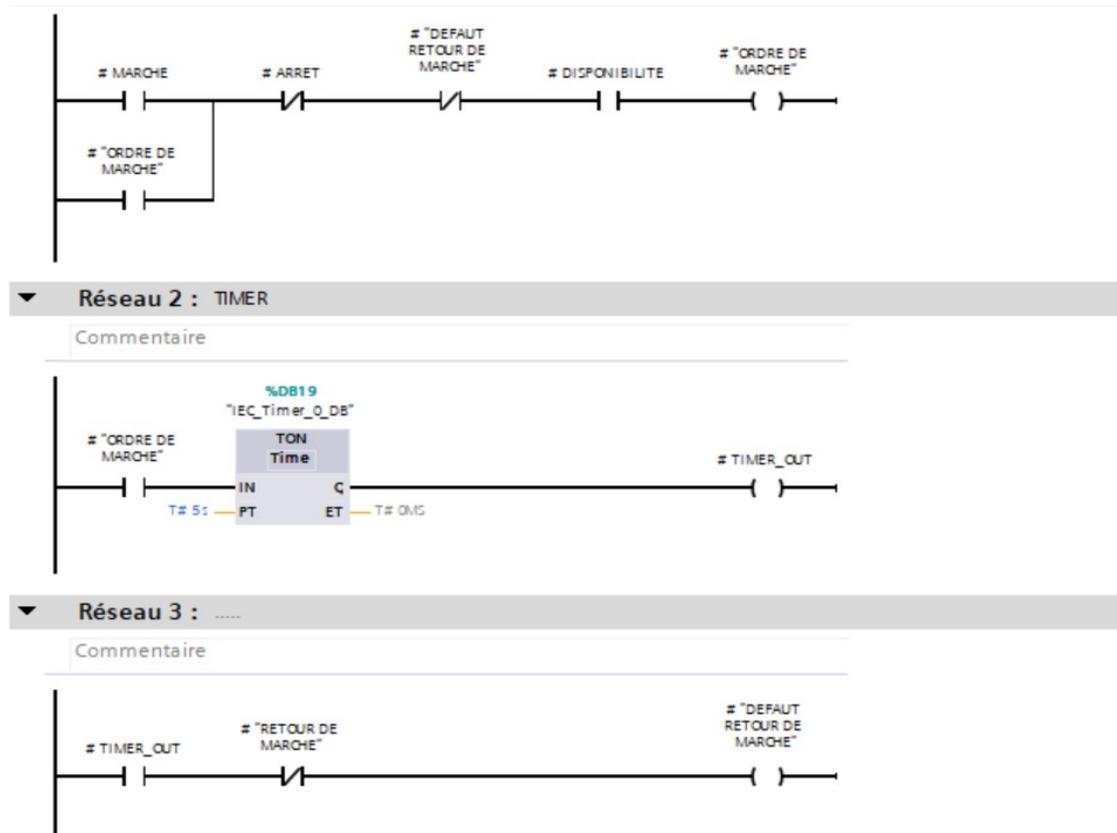


Figure A.2 : Contenu du bloc moteur 1 sens

### ❖ Moteur 1 Sens de rotation a Vitesse variable

Nous avons utilisé les mêmes blocs moteur 1 sens (Figure A.3) avec une variation de la sortie en fonction de l'entre à l'aide de bloc « Scale » (Figure A.4).

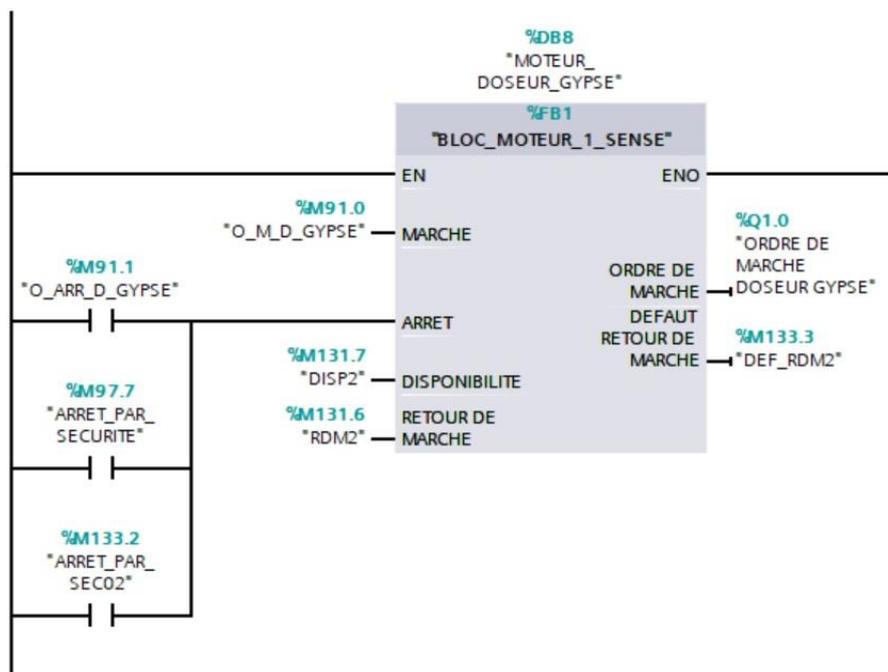


Figure A.3 : Block moteur 1 Sens à vitesse variable

❖ **Block Scale :**

En est utiliser la fonction « Scale » pour transférer les entrées analogiques à un signal numérique

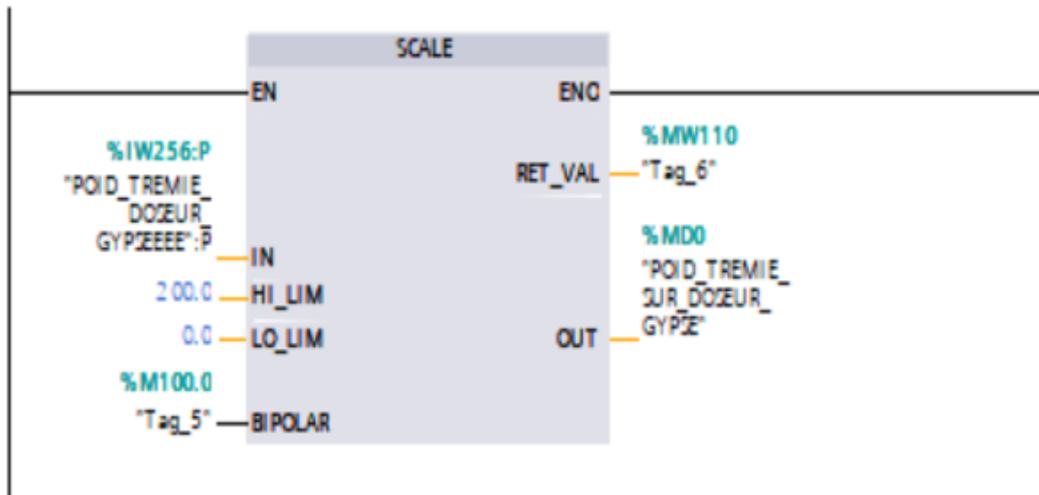


Figure A.4 : Block scale

Les entrées et sorties de Block « Scale » sont les suivantes :

- "in" : c'est l'entrée du signal à convertir.
- "hi\_lim" : c'est la limite supérieure de la plage de valeurs du signal d'entrée.
- "lo\_lim" : c'est la limite inférieure de la plage de valeurs du signal d'entrée.
- "bipolar" : cette entrée permet de spécifier si le signal d'entrée est bipolaire ou unipolaire
- "out" : c'est la sortie du bloc, qui fournit le signal converti
- "ret\_val" : cette sortie fournit une valeur booléenne qui indique si la conversion a réussi ou non.

❖ **Block moteur 2 sens de rotation**

Nous avons créé un block pour les moteur 2 Sens de rotation (Figure A.5) pour chaque moteur. Ce block contient l'ordre de Marche sens 1 et sens 2 et arrêt de ce moteur et aussi la disponibilité et l'ordre de marche tapis sens 1 et sens 2.

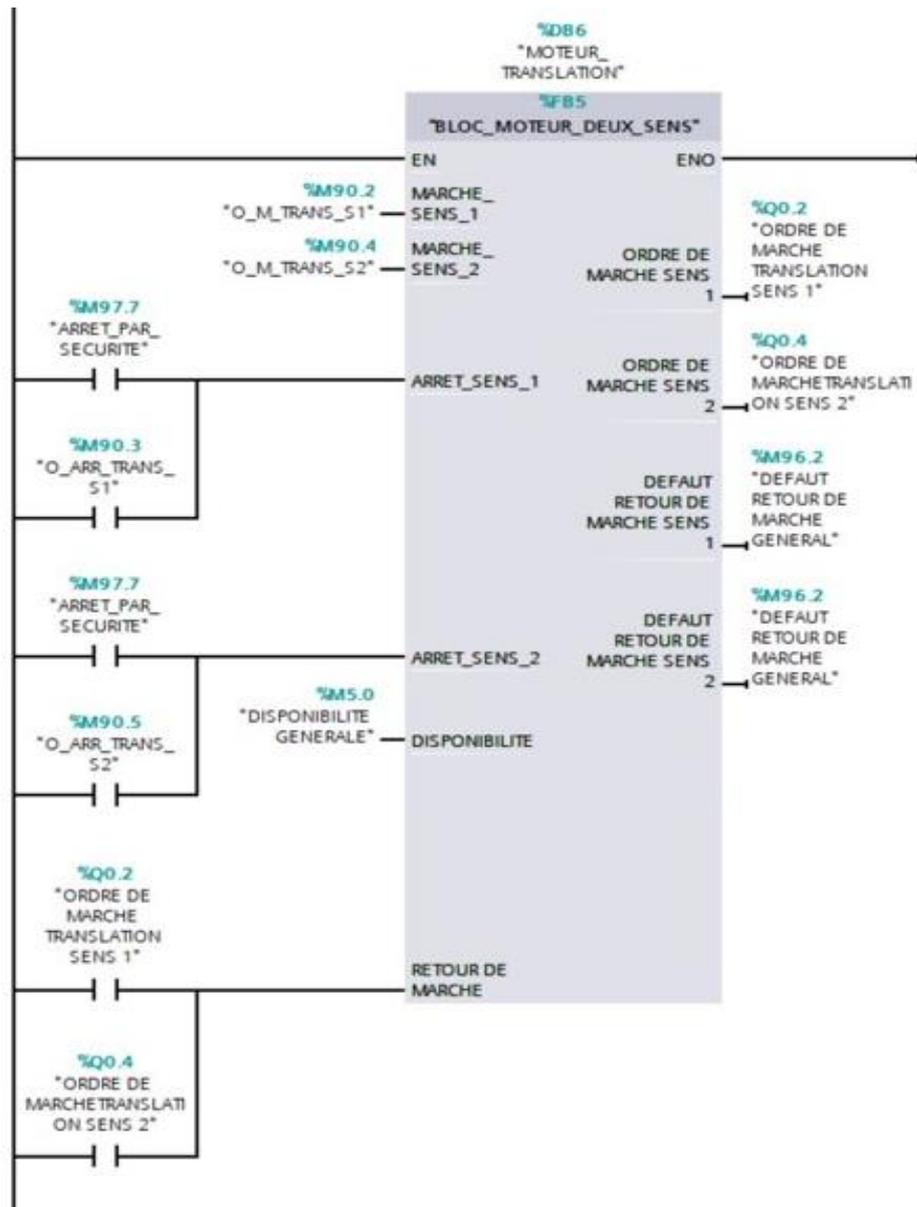


Figure A.5 : Block moteur 2 sens

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.6)

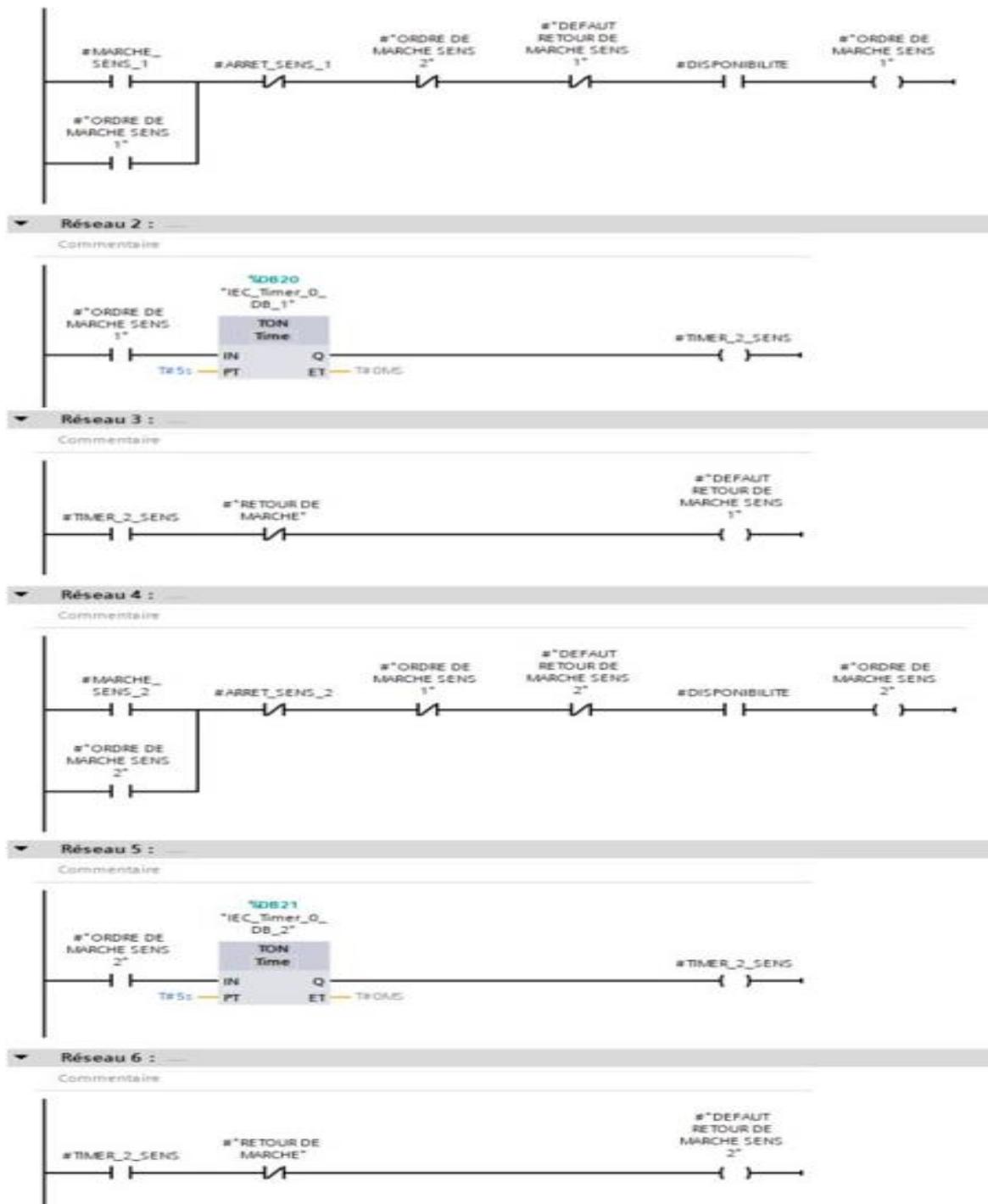


Figure A.6 : Contenu du block moteur 2 sens

### ❖ Blocks de sécurité

Nous avons créé un bloc de sécurité général (Figure A.7) pour moteur ce block contient toutes les conditions des arrêts d'urgences comme les déportements de bande et les arrêts d'urgence a tirette ...etc.

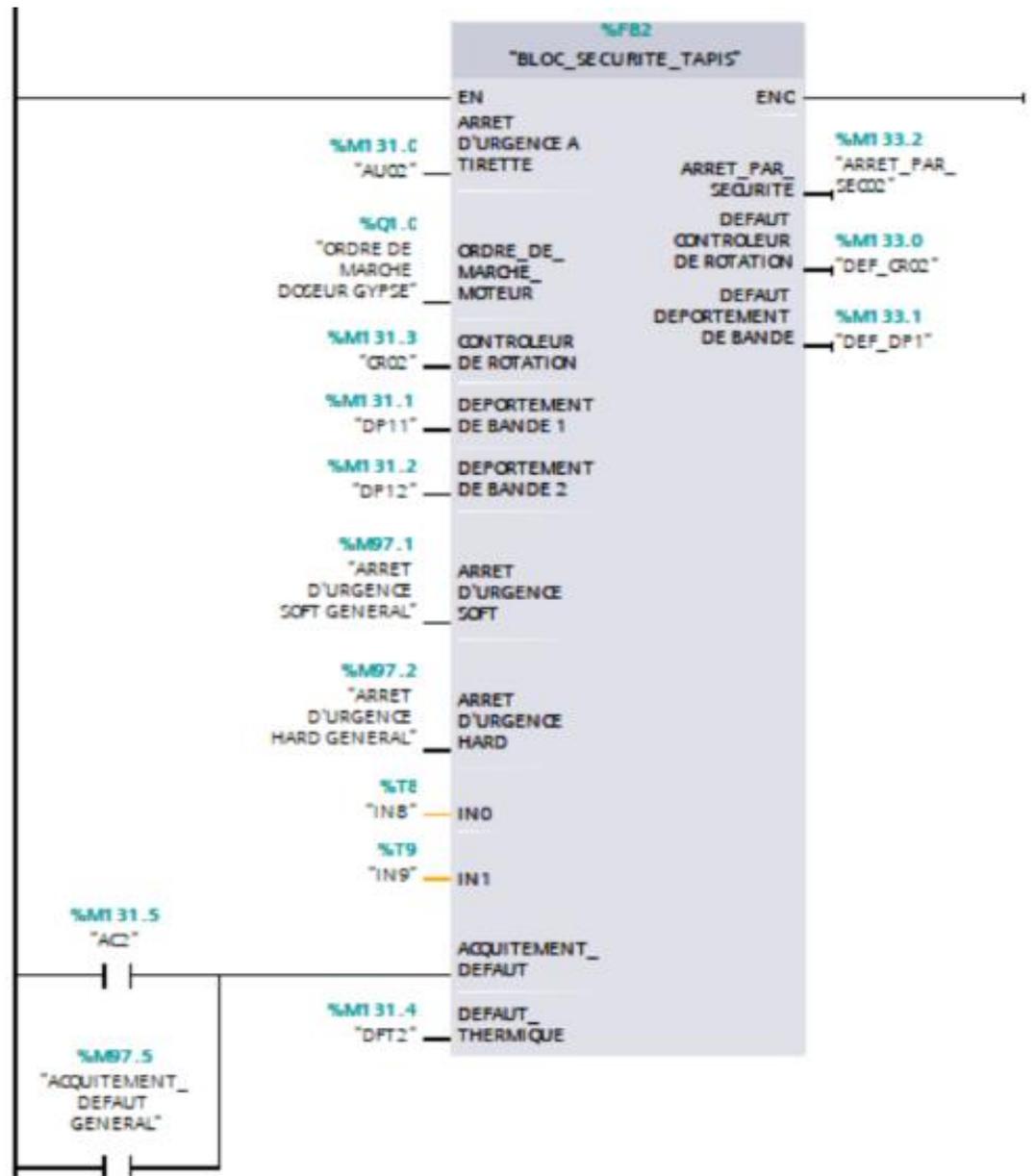


Figure A.7 : Block sécurité

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.8)

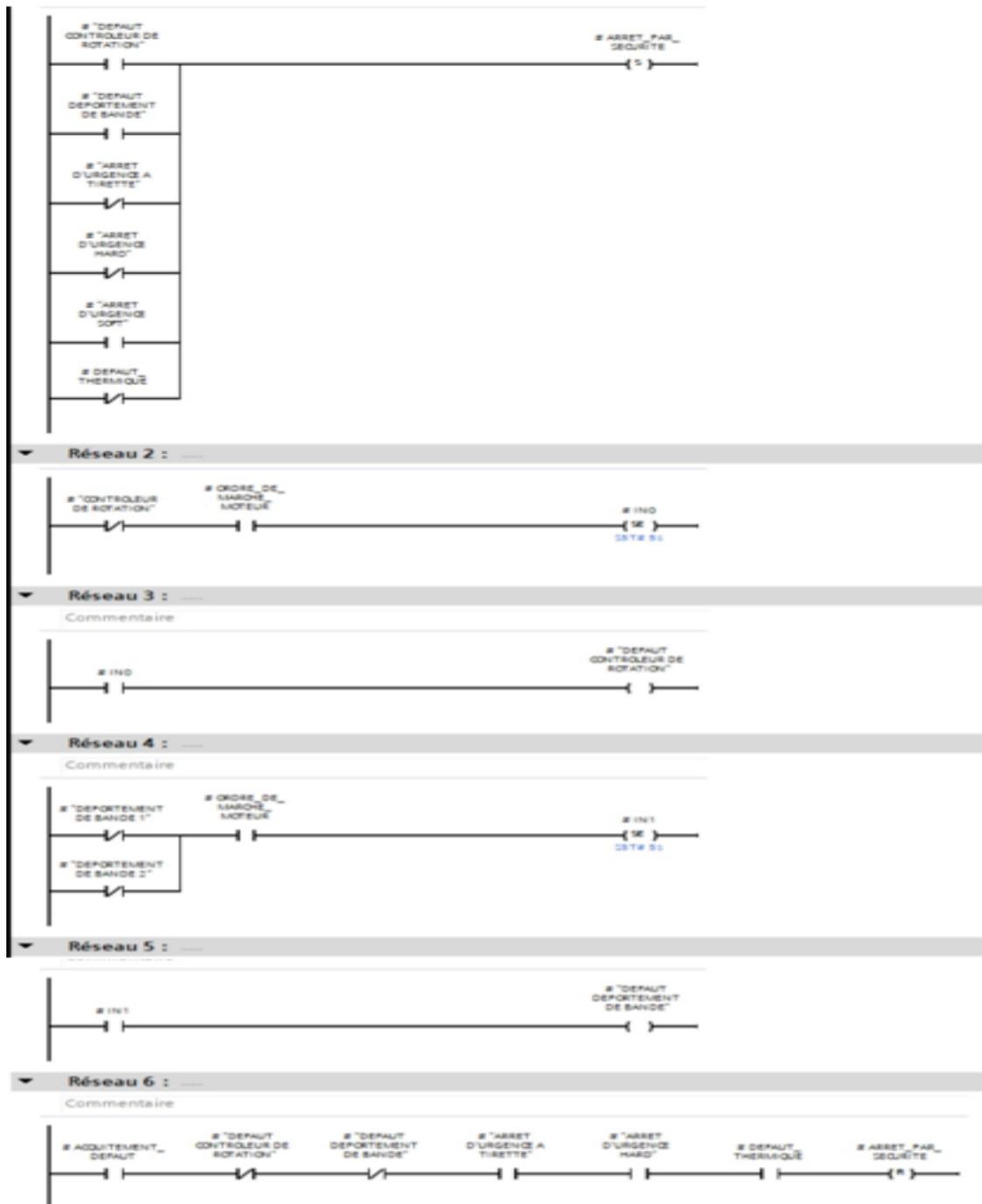


Figure A.8 : Contenu de block sécurité

### ❖ Blocks changement de mode

Comme nous l'avons dit auparavant on a 3 modes et pour basculer entre ces 3 modes on est créé 2 blocks

#### Mode locale

On a créé un block pour activer le mode local (Figure A.9)

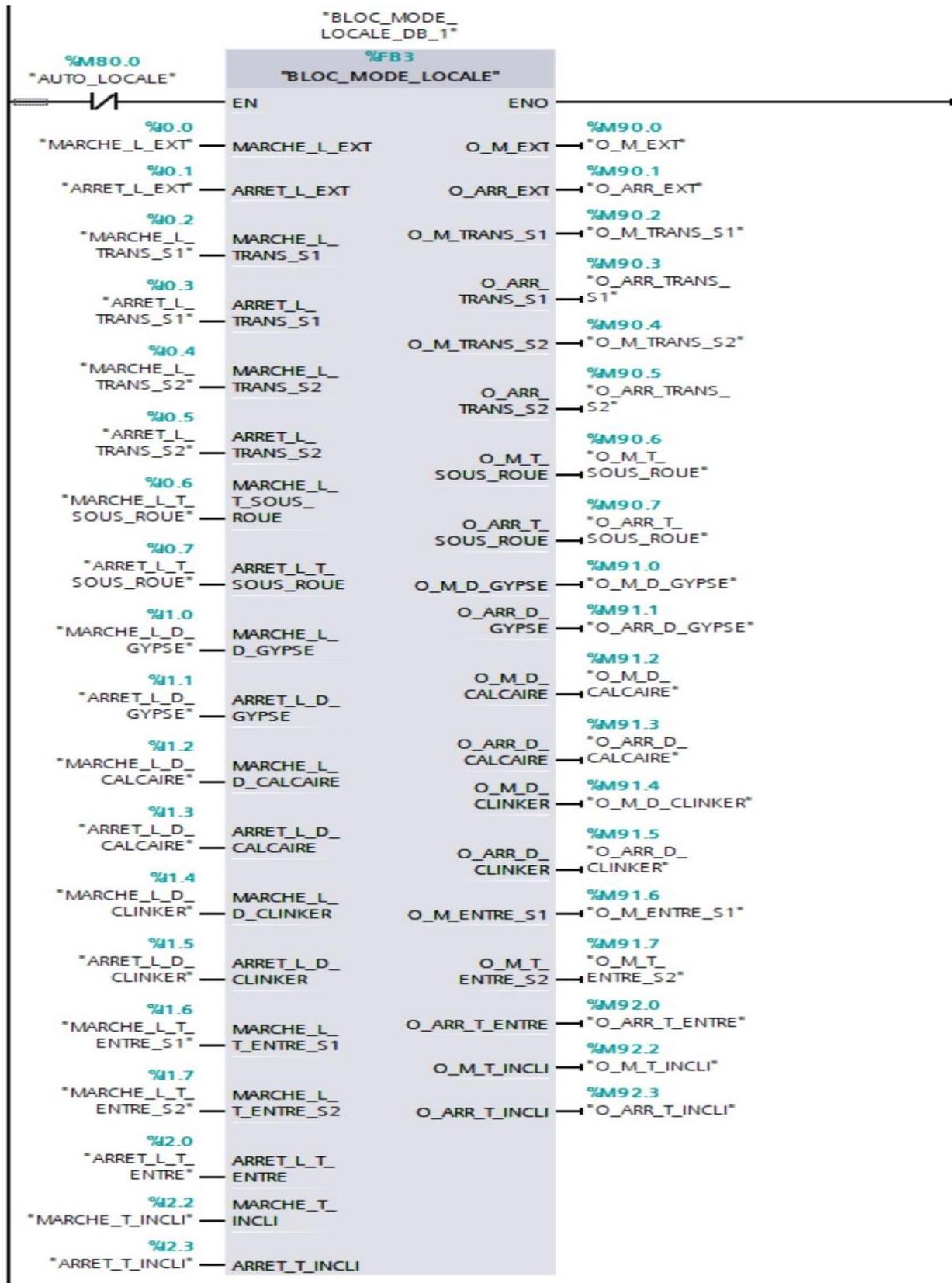


Figure A.9 : Block mode locale

En prendre un exemple de la contient ce block (Figure A.10)

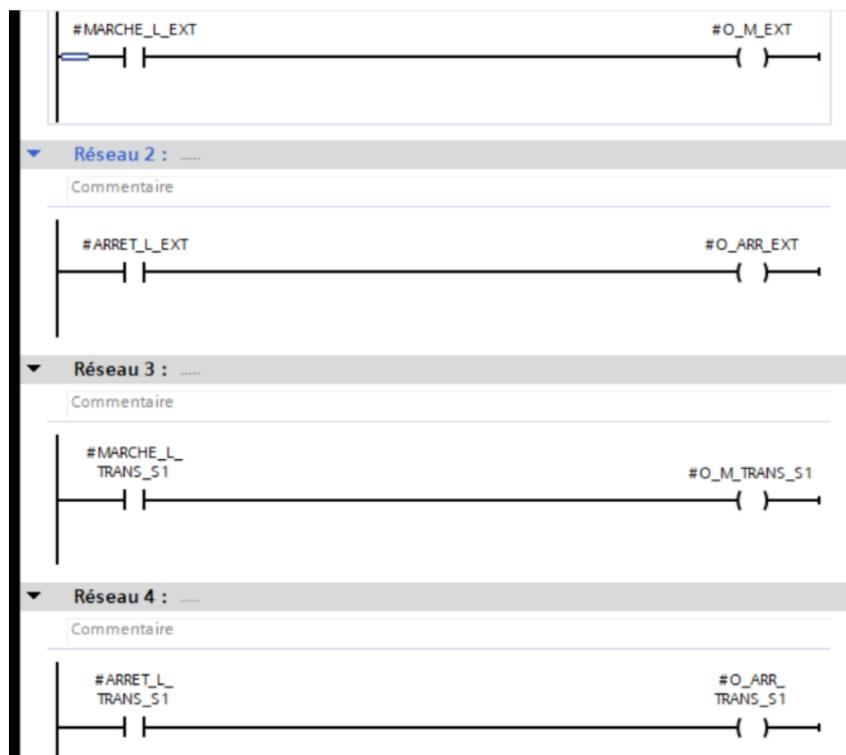
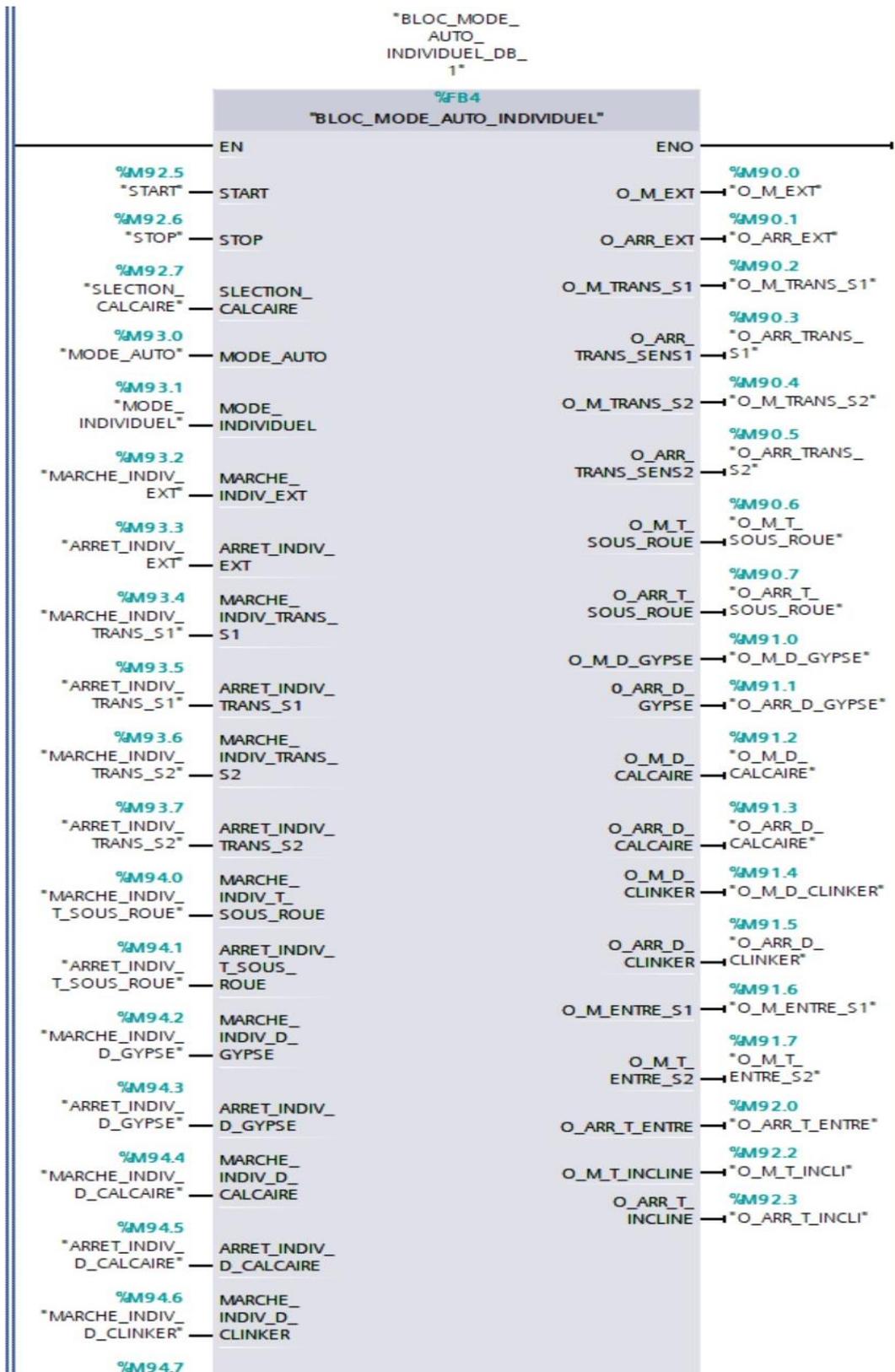


Figure A.10 : Exemple du contenu block mode locale

**Mode automatique et individuel**

On est créé un seul block pour basculer entre les deux modes automatique et individuel (Figure A.11)



%M95.0 "MARCHE_INDIV_ T_ENTRE_S1"	MARCHE_ INDIV_T_ ENTRE_S1
%M95.1 "MARCHE_INDIV_ T_ENTRE_S2"	MARCHE_ INDIV_T_ ENTRE_S2
%M95.2 "MARCHE_INDIV_ T_INCLINE"	MARCHE_ INDIV_T_ INCLINE
%M95.3 "ARRET_INDIV_ T_INCLINE"	ARRET_INDIV_ T_INCLINE
%M95.4 "ARRET_INDIV_ T_ENTRE"	ARRET_INDIV_ T_ENTRE
%MD70 "POID_TREMIE_ SUR_DOSEUR_ GYPSE"	POID_TREMIE_ DOSEUR_ GYPSE
%M130.0 "FC_SENS1"	FC_SENS1
%M130.1 "FC_SENS2"	FC_SENS2
%M130.2 "SC_SENS1"	SC_SENS1
%M130.3 "SC_SENS2"	SC_SENS2
%M130.4 "SC_ MAINTENANCE"	SC_ MAINTENANCE
%M95.5 "MARCHE_ BROYEUR"	MARCHE_ BROYEUR
%I0 "INO"	INO
%I1 "IN1"	IN1
%I26 "Tag_36"	IN5
%I27 "Tag_37"	IN6
%I2 "IN2"	IN2
%Q0.0 "ORDRE DE MARCHE EXTRACTEUR"	R_M_EXT_1
%Q0.2 "ORDRE DE MARCHE TRANSLATION SENS 1"	R_M_TRANS_S1
%Q0.4 "ORDRE DE MARCHE TRANSLATI ON SENS 2"	R_M_TRANS_S2
%Q0.6 "ORDRE DE	

MARCHE TRANSLATION SENS 2*	R_M_TRANS_S2
<b>%Q0.6</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS SOUS ROUE FRAISE*	R_M_T_SOUS_ROUE
<b>%Q1.0</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR GYPSE*	R_M_D_GYPSE
<b>%Q1.1</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR CALCAIRE*	R_M_D_CALCAIRE
<b>%Q1.2</b>	
*ORDRE DE MARCHE DOSEUR CLINKER*	R_M_D_CLINKER
<b>%Q1.4</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS ENTRE BROYEUR SENS 1*	R_M_T_ENTRE_S1
<b>%Q1.5</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS ENTRE BROYEUR SENS 2*	R_M_T_ENTRE_S2
<b>%Q1.3</b>	
*ORDRE DE MARCHE TAPIS INCLINE*	R_M_T_INCLINE
<b>%M20.0</b>	
*SELECTION_SENS_TRANSLATION*	SELECTION_SENS_TRANSLATION

Figure A.11: Block mode auto individuel

En prendre un exemple du contenu de ce block (**Figure A.12**)

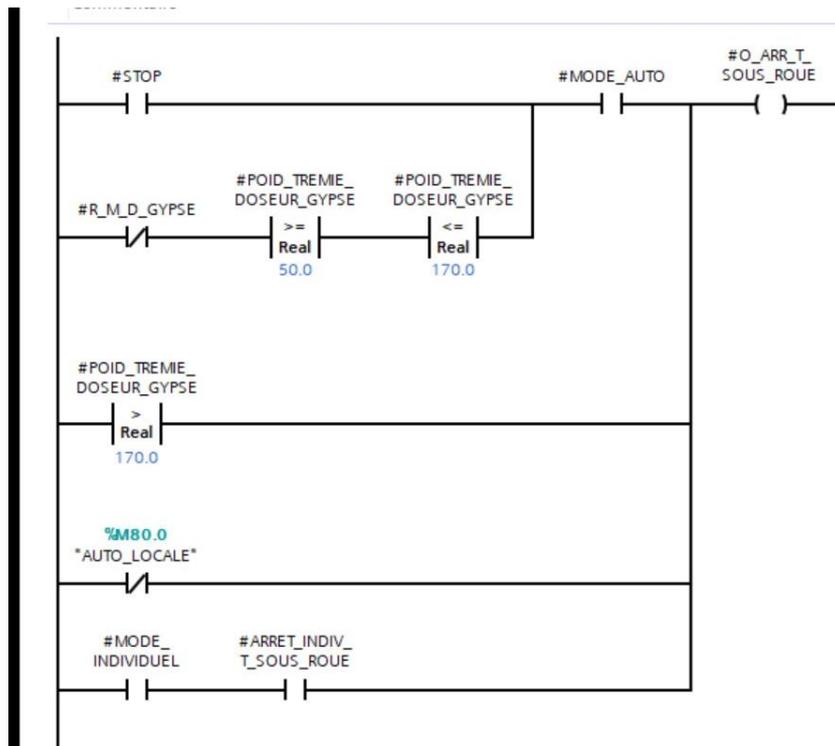


Figure A.12 : Exemple contenu block mode auto individuel

## A.5. Le programme esclave

Dans le programme esclave on a injecter toutes les fonctions de la carte SCHENCK comme la vitesse de la bande et les boucles de régulation débit et aussi lire le débit du Matière ainsi que l'étalonnage.

### A.5.1. La vitesse du bande

#### ❖ La vitesse de moteur doseur gypse

Nous avons crié un programme pour mesurer la vitesse de moteur doseur gypse (vitesse angulaire) à partir de la fréquence encodeur (Figure A.13).

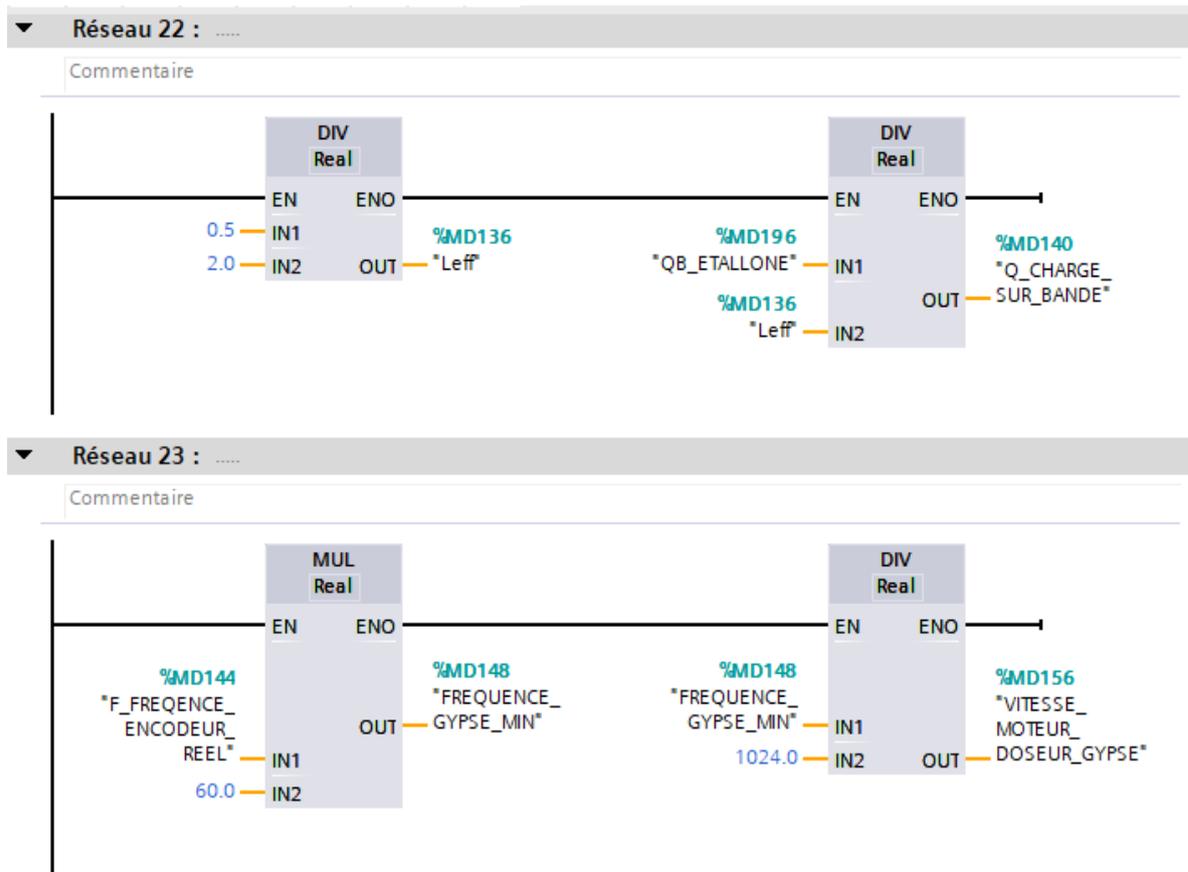


Figure A.13 : Block vitesse angulaire

### ❖ Vitesse bande

Et comme nous avons dit auparavant nous intéresser à la vitesse linéaire

(la vitesse de la bande) c'est pour ça on a utilisé la vitesse moteur doseur gypse pour calculer la vitesse de la bande (**Figure III : 16**).

#### i. Calcul de la vitesse de la bande

**la vitesse :** nous allons utiliser un encodeur lecture de la vitesse du moteur

pour l'utilisation d'un encodeur nous avons besoin d'utiliser un compte rapide que se trouve sur la gamme C des s7300 tel que S7 313C-2DP

ce type d'automate possède des entrées qui sont sensibles aux variations rapides du signal d'entrée ce compte rapide utilise une adresse dans la mémoire

des entrées cette adresse peut contenir le nombre d'impulsion de l'encodeur pour la fréquence de la piste A

la dernière information ( fréquence) peut servir à calculer la vitesse de rotation du moteur en utilisant.

$$V\phi = \frac{(60 f)}{Np}$$

$V\phi$  : Vitesse angulaire en (tr /min)

$f$  : Fréquence de la piste A

$Np$  : Nombre de point de l'encodeur

mais nous on intéressé a la vitesse de la bande et pas à la vitesse du moteur pour le passage de la vitesse angulaire à la vitesse linéaire il suffit de multiplier rayon du tambour du doseur gypse.

$$Vl = \frac{dx}{dt} = RV\phi$$

donc

$$Vl = (60Rf)/Np$$

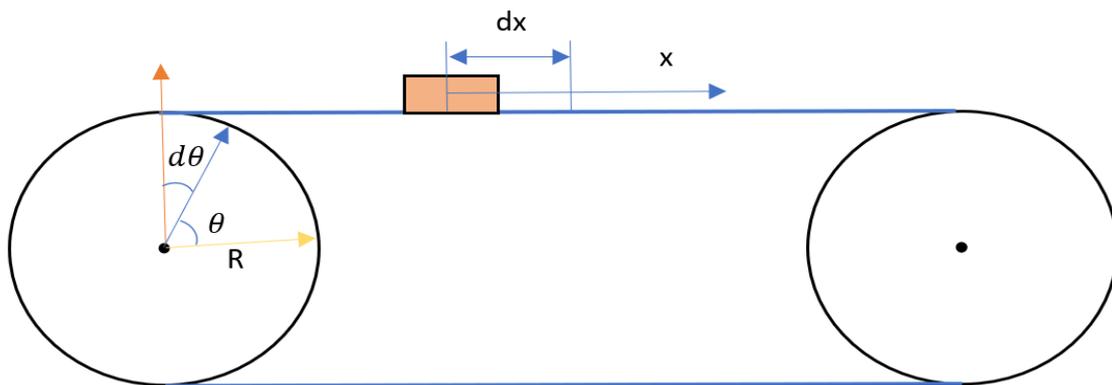


Figure A.14 : Vitesse de la bande

$$dx = R d\theta$$

$$\frac{dx}{dt} = R \frac{d\theta}{dt}$$

$R$  : Rayon de tambour

$\frac{d\theta}{dt}$  : Vitesse angulaire donnée par le tachymètre

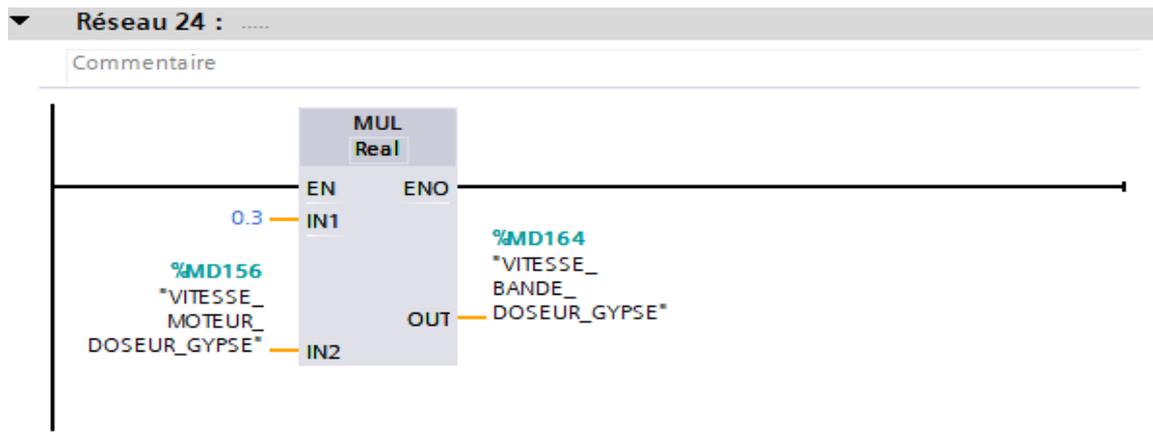


Figure A.15 : Block vitesse liniaire

### A.5.2. Calcul de débit

Pour calculer le débit nous avons besoin de la vitesse de la bande doseur gypse et la charge sur bande pour appliquer l'équation suivantes (Figure A.16).

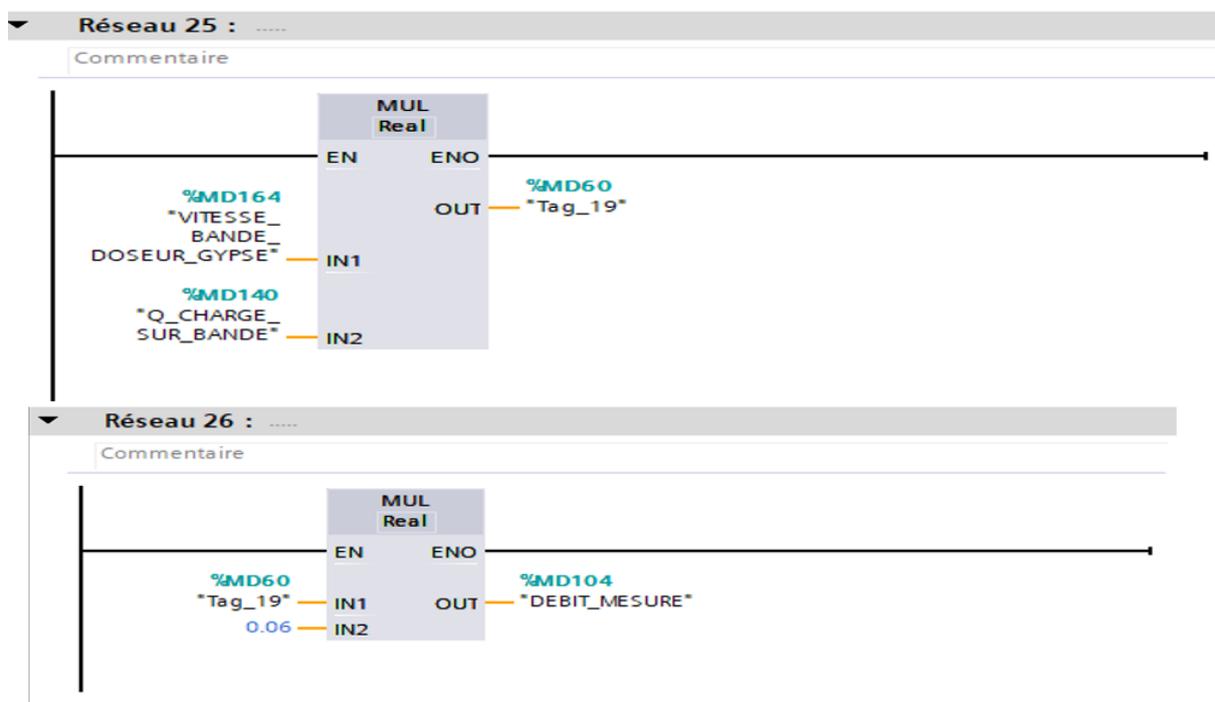


Figure A.16 : Calcul de débit

#### ❖ Transformer en forme analogique

Pour affecter la consigne de la vitesse il faut transférer en forme analogique et donc nous avons utilisé la fonction Unscale (Figure A.17).

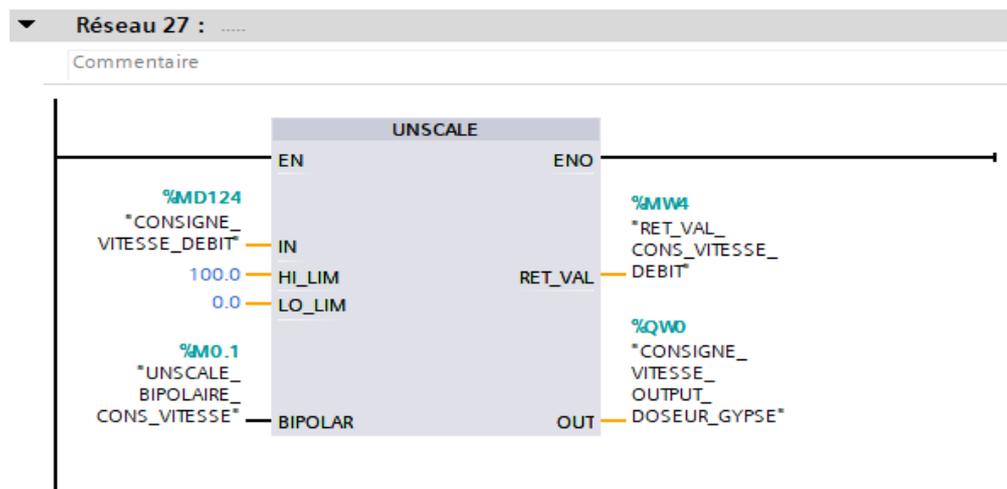


Figure A.17 : Block Unscale

#### A.5.4. L'étalonnage :

Nous avons créé un programme qui fait l'étalonnage par la création des blocks pour ce programme pour appliquer l'équation mentionner dans 2ème chapitre page 19

#### Block étalonnage doseur gypse (Figure A.18)

On est créé un block pour étalonnage doseur gypse et aussi la remise a zéro

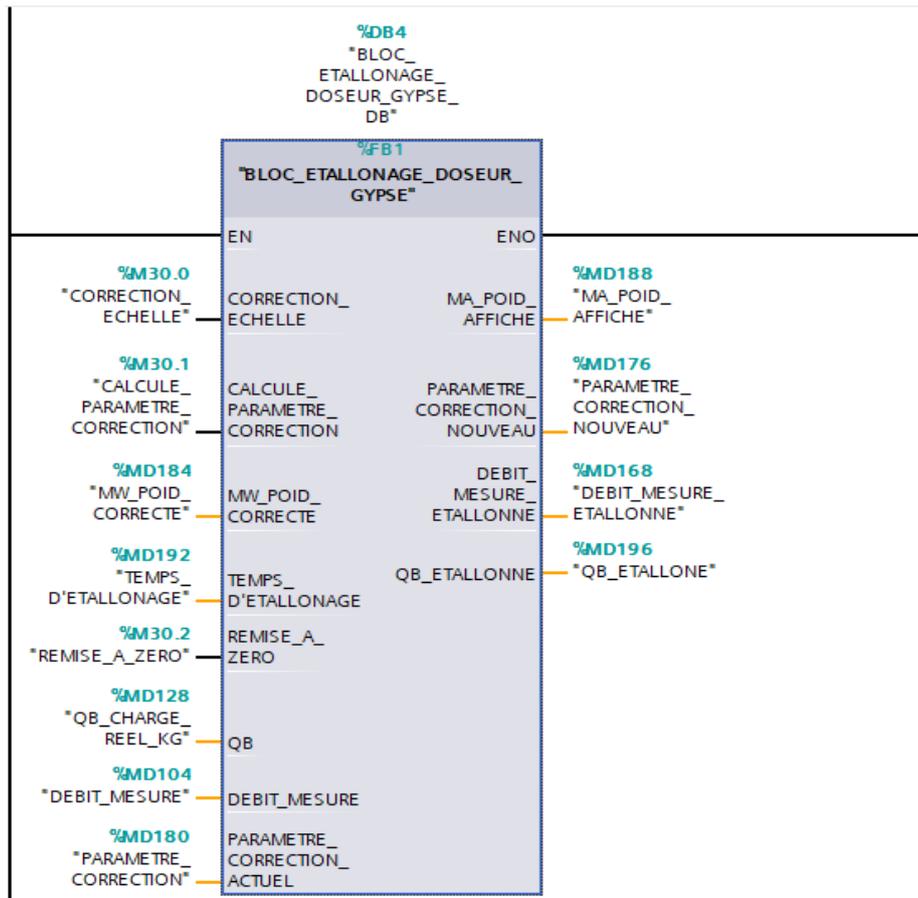
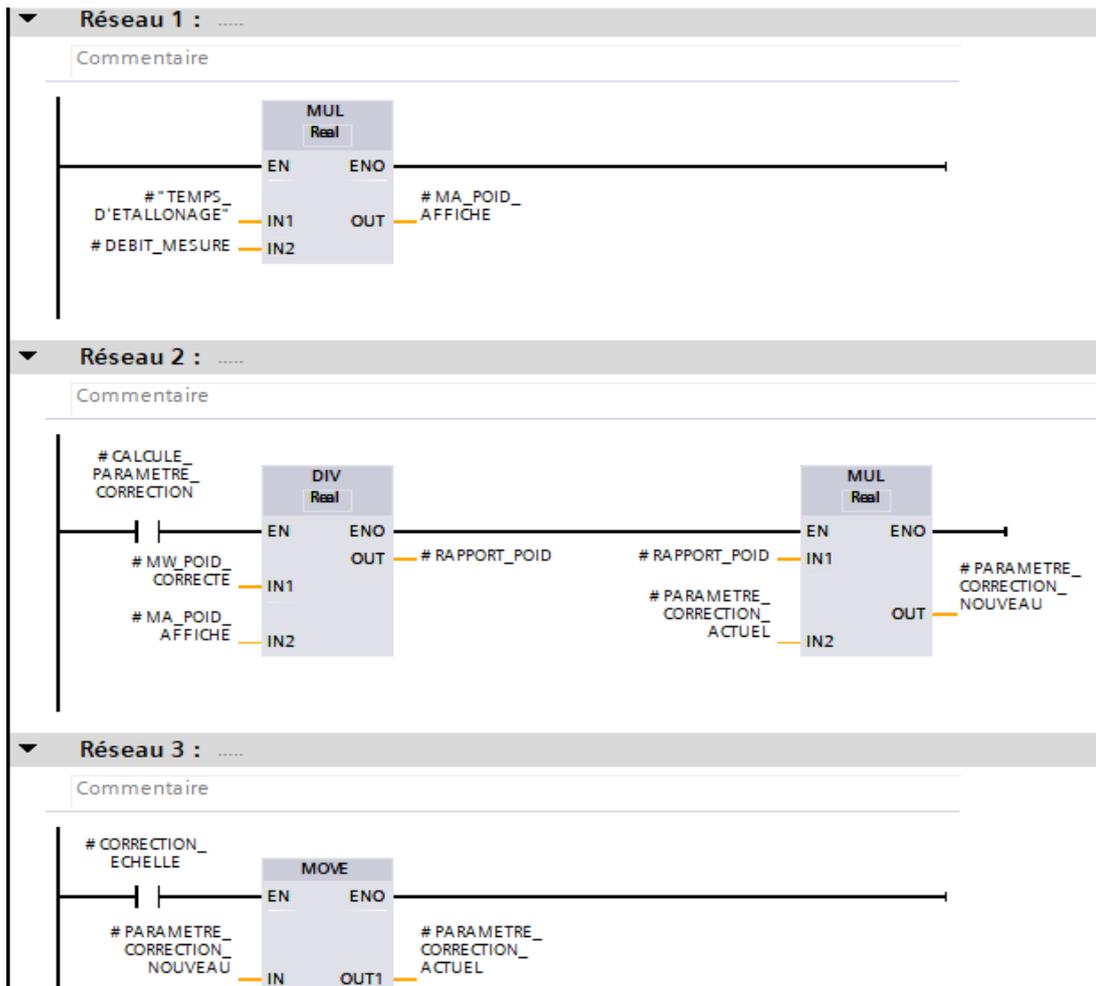


Figure A.18 : Block étalonnage

Ce block contient les réseaux suivants (Figure A.19).



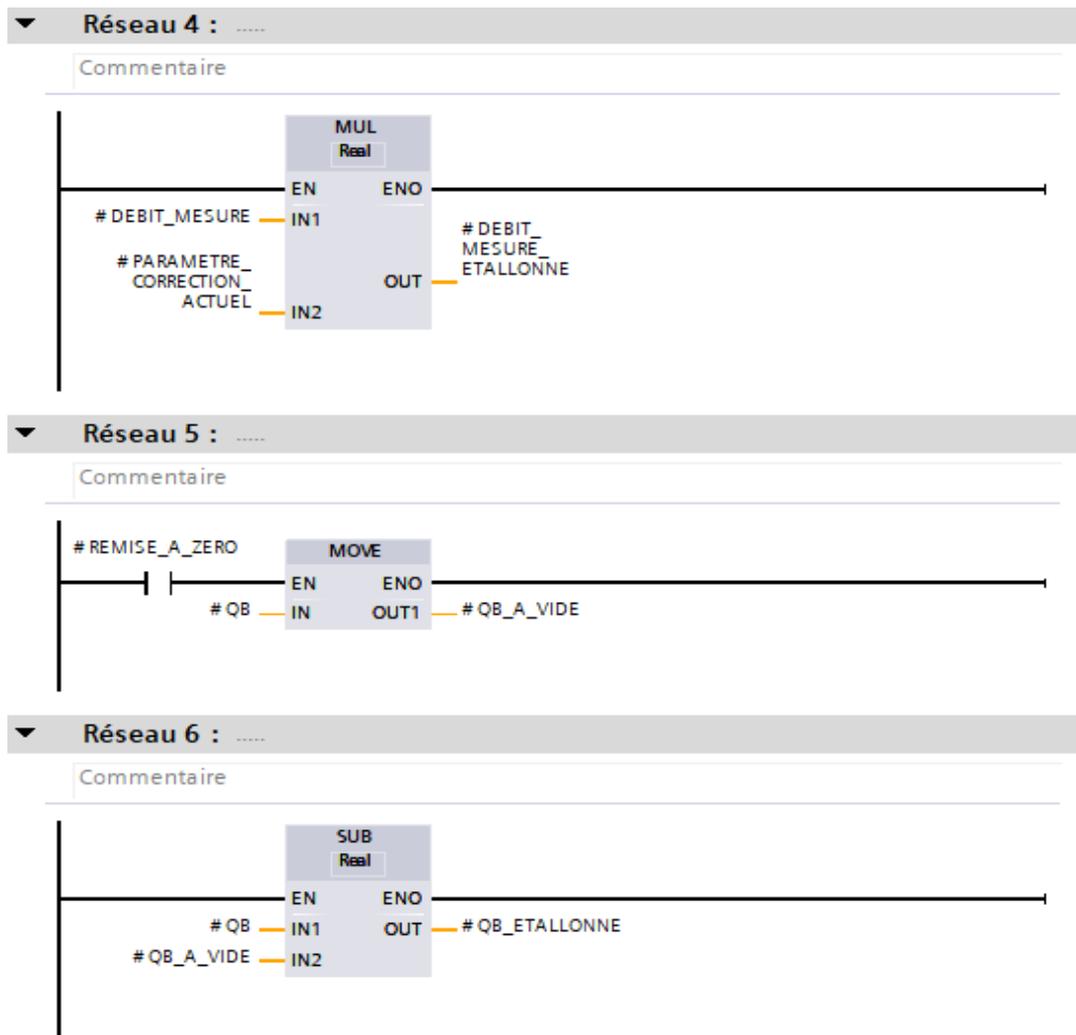


Figure A.19 : Contenu Block étalonnage

### A.5.5. Régulation PID

Pour utiliser la régulation PID dans nous projet nous avons créé un nouveau block (ob35) pour injectons le programme de régulation PID du doseur gypse et le moteur extracteur en prendre le block du doseur gypse comme exemple (Figure A.20).

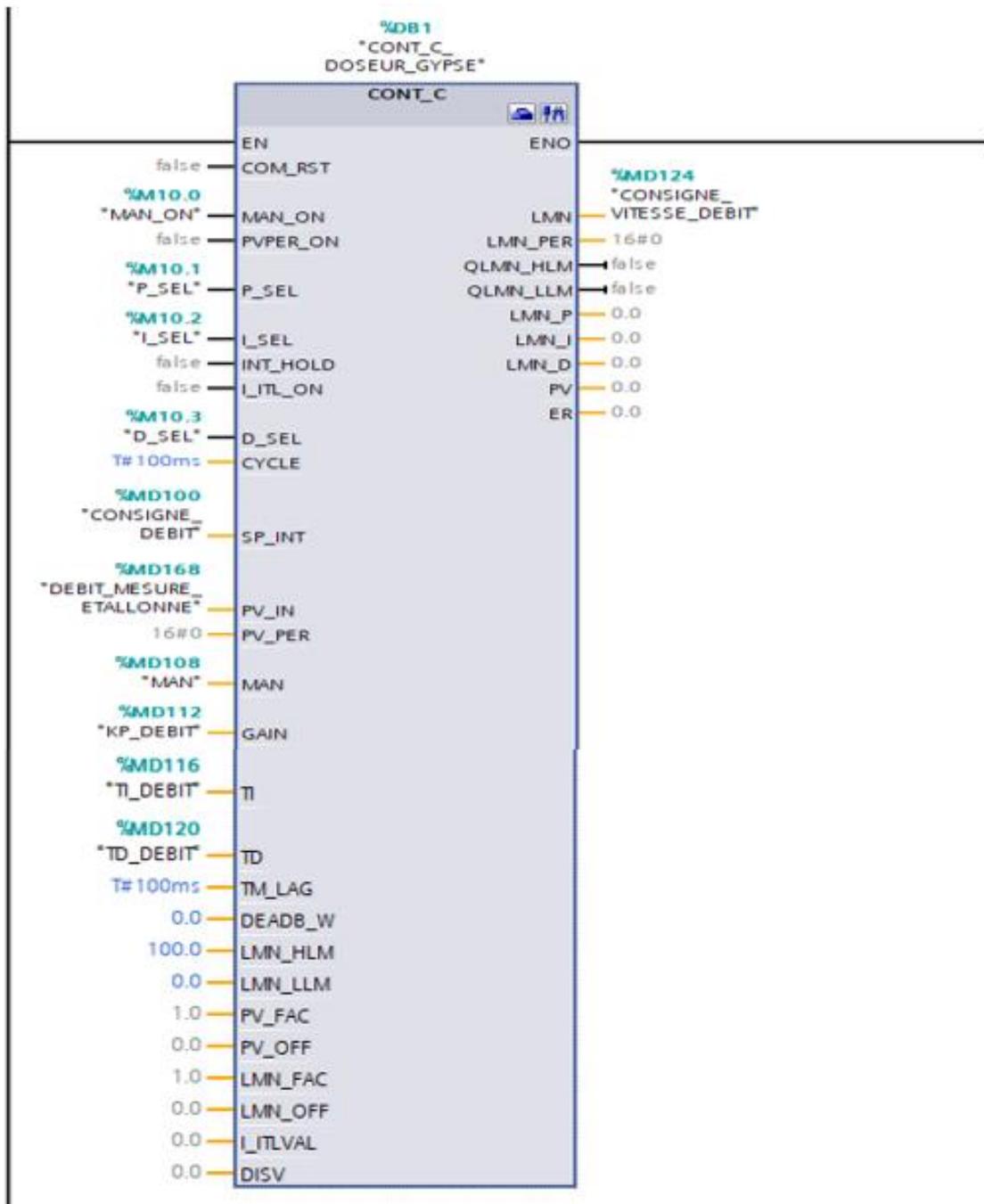


Figure A.20 : Block régulation

## A.6. Communication

Nous allons mettre dans le réseau deux stations S7300, la première station sera configuré comme maitre, et la deuxième station sera configuré comme un esclave, comme montre les Figures A.21, A.22.

The screenshot shows the 'Mode de fonctionnement' configuration window for a master DP station. It features two radio buttons: 'Maître DP' (selected) and 'Esclave DP'. Below these, there are two text input fields: 'Réseau maître DP' containing 'DP-Mastersystem (1)' and 'Maître DP affecté' containing 'Non affectées'. At the bottom, there are two checkboxes: 'Test, mise en service et routage' (unchecked) and 'Surveillance du temps de réponse' (checked).

Figure A.21 : Configuration maître

The screenshot shows the 'Mode de fonctionnement' configuration window for a slave DP station. It features two radio buttons: 'Maître DP' (unchecked) and 'Esclave DP' (selected). Below these, there are two text input fields: 'Réseau maître DP' (empty) and 'Maître DP affecté' containing 'MASTER.Interface DP\_1'. At the bottom, there are two checkboxes: 'Test, mise en service et routage' (unchecked) and 'Surveillance du temps de réponse' (checked).

Figure A.22 : Configuration esclave

Nous avons relié les deux stations par un réseau profibus Nous affectons l'adresse 2 à la station maître et l'adresse 4 à la station esclave (Figure A.23)

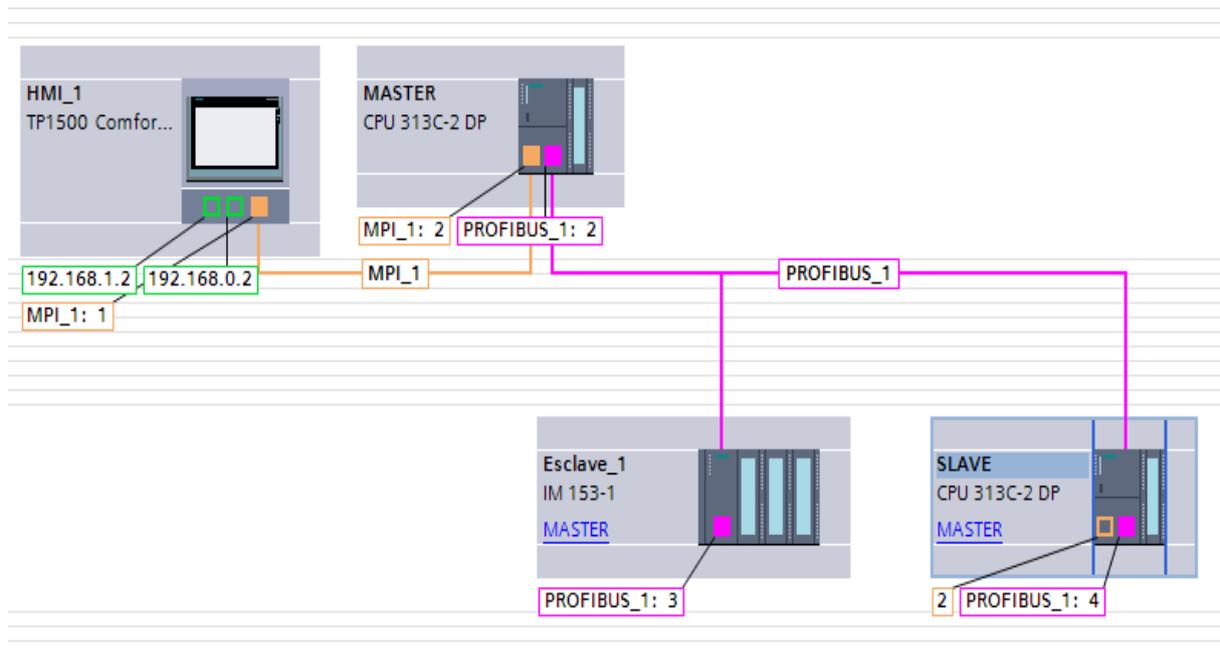


Figure A.23 : Vue de réseau

Puis, nous allons dans “communication esclave” pour créer les zones de transfert. Nous avons créé toutes les zones de transfert dont on a besoin d'utiliser pour transférer les données entre l'esclave et le maître, comme montre (les figures A.23 et A.24), et puis nous allons passer à la programmation. Dans le programme les fonctions move sont utilisées pour transférer les données du maître vers les zones mémoire de l'esclave et vice versa.

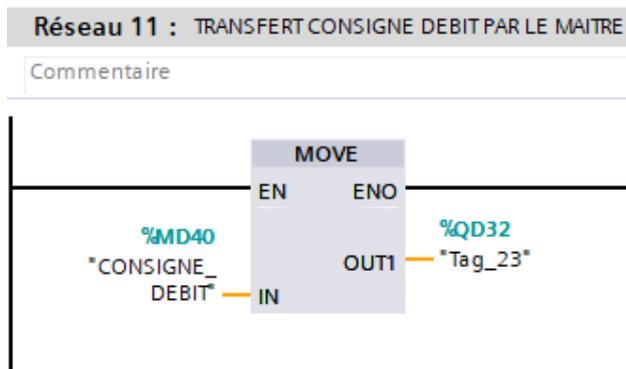


Figure A.23 : OB1 Maître

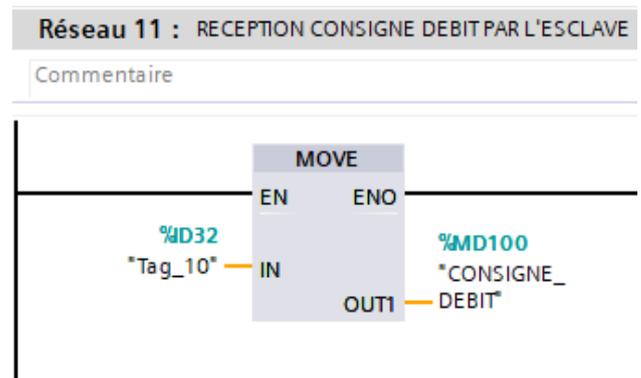


Figure A.24 : OB1 esclave

Puis, nous allons créer des zones de transfert pour les variables communiquées, comme montre la figure suivante.

Communication esclave I								
Zones de transfert								
...	Zone de transfert	Type	Adresse du maître	↔	Adresse de l'esc...	Longueur	Unité	Cohérence
1	ETALLONAGE	MS	Q 5	→	I 4	1	Octet	Unité
2	PARAMETRE PID	MS	Q 8	→	I 8	1	Octet	Unité
3	KP_DEBIT	MS	Q 16...19	→	I 16...19	4	Octet	Unité
4	TI_DEBIT	MS	Q 20...23	→	I 20...23	4	Octet	Unité
5	TD_DEBIT	MS	Q 24...27	→	I 24...27	4	Octet	Unité
6	CONSIGNE_POID TREME	MS	Q 28...31	→	I 28...31	4	Octet	Unité
7	CONSIGNE DEBIT (T \ H)	MS	Q 32...35	→	I 32...35	4	Octet	Unité
8	KP_EXTRACTEUR	MS	Q 41...44	→	I 41...44	4	Octet	Unité
9	TI_EXTRACTEUR	MS	Q 45...48	→	I 45...48	4	Octet	Unité
10	TD_EXTRACTEUR	MS	Q 49...52	→	I 49...52	4	Octet	Unité
11	TEMPS_DETALONAGE	MS	Q 53...56	→	I 53...56	4	Octet	Unité
12	QB_POID_ETALLONNE	MS	I 52...55	←	Q 52...55	4	Octet	Unité
13	MW_POID CORRECTE	MS	Q 71...74	→	I 71...74	4	Octet	Unité
14	MAN_VALUE	MS	Q 75...78	→	I 75...78	4	Octet	Unité
15	PARAMETRE CORRECTION NOUVE...	MS	I 56...59	←	Q 56...59	4	Octet	Unité
16	PARAMETRE CORRECTION	MS	Q 85...88	→	I 85...88	4	Octet	Unité
17	QB_TREMIE_DOSEUR_REEL	MS	Q 64...67	→	I 64...67	4	Octet	Unité
18	DEBIT_ETALLONNE	MS	I 76...79	←	Q 76...79	4	Octet	Unité
19	FREQUENCE_ENCODEUR	MS	Q 79...82	→	I 79...82	4	Octet	Unité
20	MA_POID_AFFICHE	MS	I 80...83	←	Q 80...83	4	Octet	Unité
21	QB_CHARGE_REEL	MS	Q 89...92	→	I 0...3	4	Octet	Unité

Figure A.25 : Variables de la zone transfert