

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

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

جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

option Électronique

Spécialité Signaux en Ingénierie des Systèmes et Informatique Industriel

présenté par

BOUMEHIRA Sofiane

&

TAMOURT Ghiles

# Migration et développement du contrôle commande d'un gratteur cimenterie de S5 vers S7

Proposé et dirigé par : BENNILA Noureddine & ABBADE Cherif

Année Universitaire 2015-2016

## Remerciements

---

La réalisation de ce travail n'était possible que grâce à DIEU et à la contribution de plusieurs personnes que nous remercions infiniment.

Nous ne remercierons jamais assez notre enseignant Mr BENNILA.N Pour son suivi, sa disponibilité et ses conseils constructifs.

Nous tenons à le remercier sincèrement de nous avoir accordé sa confiance et d'accepter d'être notre promoteur.

Nous remercions tous les membres du jury qui ont bien voulu évaluer ce travail que nous espérons être à la hauteur de leurs attentes.

Nous tenons à remercier notre encadreur, Mr ABBED Cherif, ingénieur système de la SCMI, et surtout Mme Lahcine Samira qui nous a aidé et guidé tout au long de la réalisation de ce travail, ainsi que l'électrotechnicien monsieur Hocine qui nous a apporté de précieuses informations concernant notre projet.

Nos remerciements vont également au personnel de la SCMI, spécialement Mr AISSAT Amine du service formation et à toute personne qui de quelque manière que ce soit a contribué à l'aboutissement de notre projet.

Sans oublier tous les membres des deux familles Tamourt et Boumehira pour tous leur soutien, leur patience, leur aide morale et encouragements

---

ملخص:

نحن نوضح مذكرة تخرج و ملخصا لتربص دام أربعة أشهر في مؤسسة م.إ.م (1) ، من أجل التحصل على شهادة "مستر في الإلكترونيك " تخصص : الإشارات في هندسة النظم و حوسبة صناعية ، و في عملنا هذا سنضع بين أيديكم تقديم عام للمؤسسة و شرح لكيفية صناعة الإسمنت، ثم نقدم مبدأ تشغيل المكشطة، لأنه هذا الجزء هو الذي ستركز عليه عملنا.

في النهاية فصلنا كيفية تحسين و تطوير هذا الجزء عن طريق برنامج ستاب 7 من خلال لغة الكتلة المنطقية و المراقبة عن طريق وين.سي.سي فليكسيبل.

كلمات المفاتيح: (1) مؤسسة الإسمنت لمتيجة.

---

**Résumé :**

Nous présentons un mémoire de fin d'étude et un résumé d'un stage pratique de quatre mois, au sein de la S.C.M.I (1), pour l'obtention du diplôme « master en électronique » option signaux en ingénierie des Systèmes et informatique industriel. Dans ce travail on a présenté la cimenterie ainsi que le processus de fabrication de ciment, ensuite on a présenté le principe de fonctionnement de gratteur car cette partie est la base de notre travail.

Enfin nous avons détaillé comment effectuer l'amélioration de cette partie avec le logiciel STEP 7 à travers le langage logique et la supervision avec le Wincc flexible.

**Mots clés :** (1) La société des ciments de la Mitidja.

---

**Abstract :**

We present a Memorandum of graduation and a summary of practical training which lasted for four months, within the Mitidja Cement company, to obtain "masters degree in electronics" option: signals in engineering systems and industrial computing. In this work we introduced the principle of scraper operation because this part on which our work will be based.

Finally we detailed how to improve this part with the software STEP 7 through the logic language and the supervision with Wincc flexible.

**Keywords :**

---

## Listes des acronymes et abréviations

S.C.M.I : La société des ciments de la Mitidja.

TIA : Totally Integrated Automation.

MPI : l'interface Multipoint.

CPU : Unité centrale de l'automate (Central Processing Unit).

TOR : tout ou rien.

DP : périphérique décentralisée (Decentralised Peripheral).

E/S : Entrées/Sorties.

IHM : interface Homme Machine.

RT: RUNTIME.

CS: configuration software.

WF : wincc flexible.

PPO : Objet Paramètres Données process.

API : automate programmable industriel.

LED : Light Emitting Diode.

PG: console de programmation.

## Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chap1 : Généralité sur la société S.C.M.I</b> .....	2
1.1 Introduction .....	2
1.2 Présentation de la société S.C.M.I .....	3
1.2.1 Réalisation .....	3
1.2.2 Présentation générale .....	3
1.3 Le processus de fabrication de ciment .....	3
1.4 Description de la ligne de production .....	4
1.4.1 La zone 1 carrière .....	5
a. Extraction de la matière première .....	6
b. Concassage et transport .....	6
1.4.2 La zone 2 crue (Broyage et séchage) .....	7
1.4.3 Zone 3 formations du clinker « cuisson » .....	10
a. Préchauffeur ou cyclones .....	11
b. Four rotatif .....	11
c. Refroidissement .....	11
1.4.4 Zone 4 « ciment » .....	12
a. Le remplissage des trémies (clinker gypse, tuf) .....	13
b. Broyeur ciment .....	14
1.4.5 Zone 5 « expédition » .....	15
a. Expédition en sac .....	15
b. Expédition en vrac .....	15
1.5 Conclusion.....	16
<b>Chapitre 2 Description du grateur et analyse fonctionnelle</b> .....	17
2.1 Introduction .....	17
2.2 Principe de fonctionnement du grateur semi portique .....	17
2.2.1 Le système de levage .....	18
2.2.2 Système de translation .....	19

2.2.3	Système de grattage .....	20
a.	Réducteur de vitesse .....	21
b.	Accouplement hydraulique .....	21
2.2.4	Enrouleur de câble .....	21
2.2.5	Système de graissage .....	22
2.3	Procédure de démarrage du gratteur .....	22
2.3.1	Positionnement du gratteur .....	23
2.3.2	Positionnement de la flèche de grattage .....	23
2.3.3	Démarrage de séquence de grattage .....	23
2.4	Instrumentation .....	23
2.4.1	Les actionneurs .....	23
a.	Moteurs asynchrone .....	24
b.	Pompe .....	24
2.4.2	Variateur de vitesse .....	25
a.	Fonction des variateurs de vitesse .....	26
b.	Variateur de vitesse Simovert Micromaster .....	27
2.5	Problématique .....	27
2.6	Proposition des solutions à la problématique .....	28
2.6.1	Les capteurs .....	28
a.	Codeur rotatif .....	29
b.	Inclinomètre .....	30
c.	Les contacts fins de cours .....	31
2.7	L'analyse fonctionnelle du Gratteur semi-portique .....	32
2.7.1	Description des Modes d'opération gratteur .....	32
a.	Mode local .....	32
b.	Mode manuel .....	32
c.	Mode auto pupitre .....	32
2.7.2	Description du fonctionnement du Gratteur semi-portique .....	33

a. Levage rapide de la flèche .....	33
b. Levage lent de la flèche.....	33
c. Entraînement de la Chaîne de grattage .....	34
d. Pompe de graissage de la chaîne.....	35
e. Translation rapide .....	36
f. Translation lente .....	36
g. Enrouleur de câble puissance .....	37
2.8 Conclusion.....	37
<b>Chapitre 3 configurations matérielles &amp; Programmation par step7 .....</b>	<b>38</b>
3.1 Introduction .....	38
3.2 Migration du SIMATIC S5 vers S7 : .....	38
3.2.1 Avantage de la migration .....	39
3.2.2 Choix du matériel .....	40
a. Système d'automatisation SIMATIC S7-300 .....	40
b. La CPU S7 300 .....	40
c. Alimentation.....	41
d. Les modules d'entrées ou de sorties (Modules E/S) .....	42
3.3 Programmation par STEP7 .....	42
3.3.1 Structure du programme.....	43
3.3.2 Création d'un projet sur step7 .....	44
3.3.3 Configuration & paramétrage du matériel .....	44
a. communication par profibus DP .....	46
3.3.4 Principe & étapes de conception d'une structure de programme .....	50
a. Création du programme .....	51
b. Structure du programme .....	51
3.3.5 Table de mnémonique .....	55
3.4 Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM .....	55
3.4.1 Définition de S7-PLCSIM .....	55
3.4.2 Les étapes de simulation d'un projet .....	56
3.4.3 Visualisation d'état du programme .....	58

3.5 Conclusion.....	59
<b>Chapitre 4 : simulations et supervision par le wincc flexible .....</b>	<b>60</b>
4.1 Introduction .....	60
4.2 Interface homme-machine .....	60
4.3 Généralités sur la supervision .....	62
4.4 Avantages de la supervision .....	62
4.5 Le logiciel Wincc flexible .....	62
4.6 Insertion du projet et Configuration de la liaison entre l'IHM et l'API .....	64
4.6.1. Insertion du projet .....	64
4.6.2. Configuration de la liaison .....	65
4.6.3. Configuration de l'interface .....	66
a. Les variables .....	66
b. Les Alarmes.....	67
c. les vues .....	68
4.6.4. Simulation du projet .....	71
4.7 Conclusion .....	72
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>73</b>

## Liste des figures

### Chapitre 1

Figure 1.1 : Vue sur la cimenterie .....	2
Figure 1.2 : processus de fabrication de ciment .....	4
Figure 1.3 : la ligne de production .....	5
Figure 1.4 : La zone 1 carrière .....	5
Figure 1.5 : Extraction de la matière première .....	6
Figure 1.6 : concassage et transport des matières .....	7
Figure 1.7 : La zone 2 crue .....	7
Figure 1.8 : halls de pré homogénéisation .....	8
Figure 1.9 : dosage de différents constituants de ciments .....	8
Figure 1.10 : silos d'homogénéisation .....	9
Figure 1.11 : Atelier Cuisson .....	10
Figure 1.12 : ligne de cuisson .....	10
Figure 1.13 : Zone ciment .....	12
Figure 1.14 : Silos de Stockage de Clinker et Gypse .....	13
Figure 1.15 : Les matières qui composent le ciment .....	14
Figure 1.16 : Atelier Broyage Ciment .....	14
Figure 1.17 : Zone d'expédition .....	15
Figure 1.18 : Expédition en sac .....	16
Figure 1.19 : Expédition en vrac .....	16

### Chapitre 2

Figure 2.1 : Gratteur semi portique. ....	17
Figure 2.2 : Système de levage et descente de la flèche. ....	18
Figure 2.3 : Les composants du système de levage. ....	19
Figure 2.4 : Système de translation de gratteur. ....	19
Figure 2.5 : Système d'entraînement de la chaîne. ....	20
Figure 2.6 : constituants du système entraînement de la chaîne. ....	20
Figure 2.7 : Enrouleur de câble. ....	21
Figure 2.8 : La pompe de graissage. ....	22

Figure 2.9 : Procédure de démarrage du gratteur. ....	22
Figure 2.10 : Moteur asynchrone .....	24
Figure 2.11 : variateurs de vitesse MICROMASTER 440 .....	26
Figure 2.12 : Codeur rotatif .....	29
Figure 2.13 : inclinomètre BEIsensors .....	30
Figure 2.14 : contact fins de cours .....	31

### **Chapitre 3**

Figure 3.1 : systèmes d'automatisations SIMATIC S5 et S7 .....	38
Figure 3.2 : CPU 315-2PN/DP. ....	40
Figure 3.3 : Modules analogique et logique .....	42
Figure 3.4 : Les différentes approches à suivre pour crée un projet. ....	43
Figure 3.5 : Fenêtre de contenu d'un projet .....	44
Figure 3.6 : Ouverture de l'outil de configuration matériel. ....	45
Figure 3.7 : Fenêtre de configuration matérielle .....	46
Figure 3.8 : réseau mono maitre profibus DP configuré par Netpro .....	47
Figure 3.9 : Objet paramètres / données process (types PPO). ....	48
Figure 3.10 Configuration du variateur de vitesses Micromaster4. ....	49
Figure 3.11 : La configuration du codeur BEIsensors. ....	50
Figure 3.12 : Fenêtre choix des blocs d'organisationnelles .....	51
Figure 3.13 Structure du programme .....	51
Figure 3.14 : Ouverture du contenu du bloc FB1. ....	54
Figure 3.15 Le programme interne du bloc FB. ....	54
Figure 3.16 : Table de mnémonique .....	55
Figure 3.17 : Fenêtre des variables d'entrées. ....	56
Figure 3.18 : Fenêtre des variables de sortie. ....	56
Figure 3.19 : Fenêtre des mémentos. ....	57
Figure 3.20 : Fenêtre des temporisations. ....	57
Figure 3.21 : Exemple de simulation avec S7-PLCSIM .....	58
Figure 3.22 : Test avec la fonction de visualisation .....	58

## Chapitre 4

Figure 4.1 : Un IHM tactile MP377 (SIMATIC Panels). .....	61
Figure 4.2 : communication entre l'IHM et l'automate s7-300.....	64
Figure 4.3 : Création du projet.....	65
Figure 4.4 : Configuration de la liaison. ....	66
Figure 4.5 : Les variables.....	67
Figure 4.6 : Alarmes. ....	67
Figure 4.7 : Bibliothèque dynamique.....	68
Figure 4.8 : Zone visualisation du système dans la Vue Gratteur. ....	69
Figure 4.9 : Sélection du mode .....	69
Figure 4.10 : Commande moteur translation. ....	69
Figure 4.11 : Commande moteur de la chaine .....	70
Figure 4.12 : Commande moteur Levage. ....	70
Figure 4.13 : Message alarme dans la vue gratteur. ....	70
Figure 4.14 : Historique d'alarmes dans la vue alarmes. ....	71
Figure 4.15 : Une partie de la Simulation de la vu gratteur. ....	71

## Liste des tableaux

### Chapitre 2

Tableau 2.1 : Caractéristique techniques des moteurs placés dans le gratteur semi-portique .....	25
Tableau 2.2 : Caractéristique techniques du MICROMASTER 440 .....	27
Tableau 2.3 : caractéristiques du codeur absolu BEIsensors .....	30
Tableau 2.4 : caractéristique techniques du modèle 360 de BEIsensors. ....	31

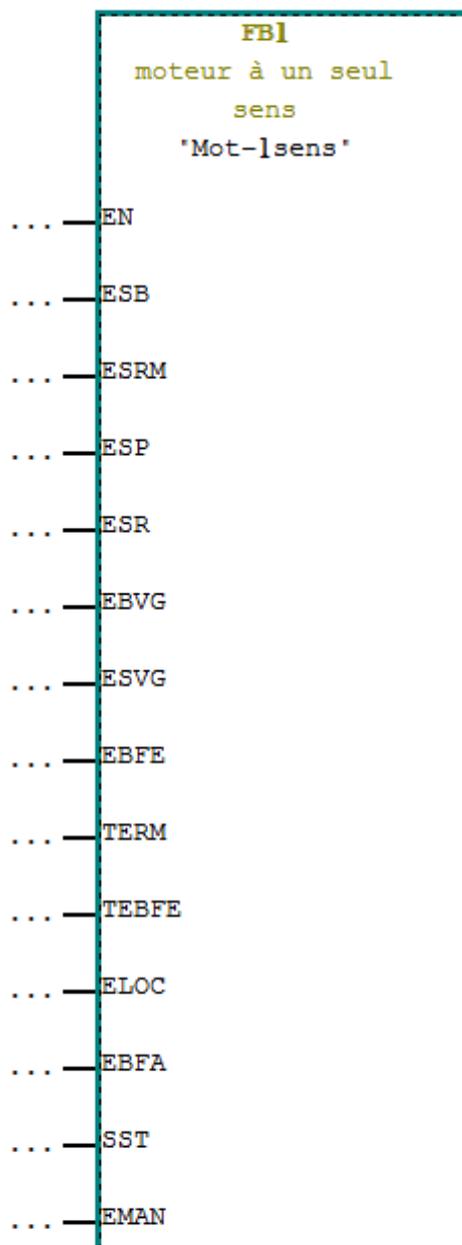
### Chapitre 3

Tableau 3.1 : caractéristiques techniques de la CPU315-2PN/DP .....	41
Tableau 3.2 : modules d'alimentation de la gamme S7 .....	41
Tableau 3.3 : comparaison entre les deux types de blocs de données .....	53

# Annexes

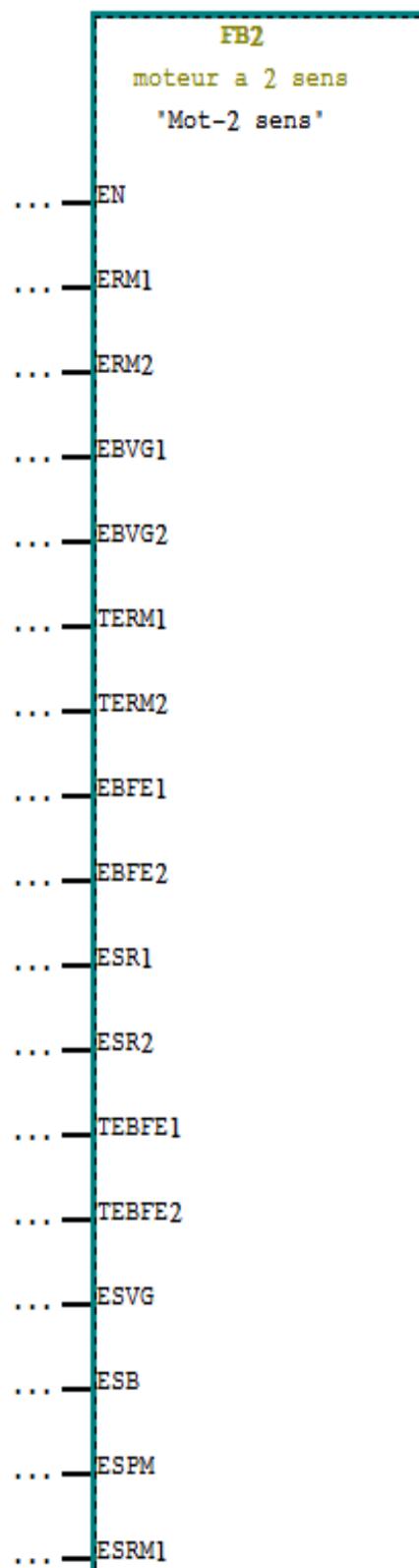
## Bloc moteur à un seul sens de rotation :

Connecteur	Fonctionnement
ERM	Retour de marche physique
ESB	Disponibilité électrique
EBVG	Conditions de marche
ESVG	Verrouillage de sécurité mode auto/loc
ELOC	Activation mode local
EBFE	Commande marche auto
EBFA	Commande d'arrêt auto
EMAN	Activation mode manuel
EAUT	Activation mode auto
ESRM	Bouton marche manuel
ESPM	Bouton arrêt manuel
ESR	Bouton marche local
ESP	Bouton marche local
SST	Défaut général
EBE	Commande ON_ de contacteur
EVS	Retour de marche soft



### Bloc moteur à 2 sens de rotation :

Connecteur	Fonctionnement
ERM1	Retour de marche physique sens 1
ERM2	Retour de marche physique sens 2
ESB	Disponibilité électrique
EBVG1	Conditions de marche sens 1
EBVG2	Conditions de marche sens 2
ESVG	Verrouillage de sécurité mode auto/loc
ELOC	Activation mode local
EBFE1	Commande marche auto sens 1
EBFE2	Commande marche auto sens 2
EBFA	Commande d'arrêt auto
EMAN	Activation mode manuel
EAUT	Activation mode auto
ESRM1	Bouton marche manuel sens 1
ESRM2	Bouton marche manuel sens 2
ESPM	Bouton arrêt manuel
ESR1	Bouton marche local sens 1
ESR2	Bouton marche local sens 2
ESP	Bouton marche local
SST	Défaut général
EBE	Commande ON_ de contacteur
EVS	Retour de marche soft



# Bibliographie

---

- [1] Présentation de l'usine du site internet : <http://www.scmidz.com>.
- [2] Documentation technique de la cimenterie SCMI.
- [3] Académie Caen, moteur asynchrone.
- [4] Variateur de vitesse, [www.energieplus-lesite.be/variableurdevitesse](http://www.energieplus-lesite.be/variableurdevitesse).
- [5] Documents électroniques Siemens du site internet, [www.support.automation.siemens.com](http://www.support.automation.siemens.com)
- [6] Manuel, BEIsensors Absolute Rotary Encoder, version DPC1B.
- [7] Manuel, BEIsensors Inclinomètre modèle 360.
- [8] Guide des automatismes version 5.0.2.b.
- [9] .N-KANDI : automates programmable industrielle, langage de programmation, document de formation IAP, boumerdes.
- [10] .N-KANDI : automate programmable industrielle, configuration matériel, document de formation IAP boumerdes.
- [11] [www.agilicom.fr/tutoriel-profile-bus-dp.html](http://www.agilicom.fr/tutoriel-profile-bus-dp.html)

# Dédicace

*Merci au dieu tout puissant qui nous a donné beaucoup de courage,*

*De volonté pour réaliser ce modeste travail riche en apprentissage.*

*Nous dédions ce mémoire aux être les plus chères qui sont nos parents*

*Mère, père, sœurs, frères et les autres qui nous ont aidés moralement*

*En nous soutenant et en nous encourageant avec patience,*

*Tout au long de notre cursus universitaire.*

*Nous pensons à vous avec une grande reconnaissance.*

*Sans oublier nos amis.*

Ghiles&Sofiane

## Conclusion générale

---

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de la cimenterie de Meftah (S.C.M.I) a été bénéfique et d'une grande richesse de nos connaissances théoriques et pratiques. De plus il nous a permis de nous familiariser avec le milieu professionnel.

Notre but consiste à faire une migration de la commande du gratteur semi portique vers la gamme S7-300 et d'élaborer une interface de supervision pour le bon fonctionnement du procédé.

Nous avons établi deux grandes parties essentielles à la réalisation de notre objectif.

En premier lieu nous avons fait l'étude de l'état actuel du gratteur semi portique ainsi comprendre son fonctionnement et identifier son instrumentation.

En deuxième lieu nous avons élaboré le programme d'automatisation de la nouvelle station S7-300 et sa supervision par un pupitre de commande locale.

L'automatisation proposée apportera à coût sûr un plus de gain sur la productivité et de faciliter le travail sur ces éléments par rapport à l'ancien système. En outre le milieu cimentier est rude (environnement poussiéreux, vibration ...etc.). Ceci dit, l'équipement de la commande existante est classique. Il est indispensable que cet atelier (zone cru) marche sans interruption et qu'il accomplisse sa tâche. L'apport de l'API proposé sera d'un très grand intérêt, car il palliera les différents inconvénients existants.

Ce travail nous a permis de mettre en pratique l'ensemble des connaissances acquises durant notre cursus académique et l'utilisation des outils professionnels du

domaine de l'automatisme. En outre, il nous a initié au métier d'automaticien et nous a donné une confiance professionnelle pour envisager sereinement d'entamer notre carrière d'avenir.

# Chapitre 1 Généralité sur la société S.C.M.I

---

## 1.1 Introduction :

La Société des Ciments de la Mitidja S.C.M.I (figure 1.1) est une filiale du Groupe Industriel des Ciments de l'Algérie (G.I.C.A.). En partenariat avec Lafarge depuis juin 2008, Elle fait parti des premières cimenteries installées en Algérie, cette dernière est basée sur une technologie développée surtout en automatisme.



**Figure 1.1.** Vue sur la cimenterie.

La société S.C.M.I enregistre une production importante de ciment. Pour le premier semestre 2011, celle-ci a atteint 500 000 tonnes et 1067 000 tonnes de ciment durant l'année 2014.

## 1.2 Présentation de la société S.C.M.I :

### 1.2.1 Réalisation :

La S.C.M.I. A été réalisé dans le cadre du plan quadriennal 1970-1973. Il a été individualisé par décision n°71-20DI du 10 mars 1971. La formule de réalisation retenue était celle du lot par lot et a couté 680 000 000 DA au lieu de 336 600 000 DA prévus. La supervision a été assurée par le bureau-conseil canadien SURVEYER NENNINGER et CHENEVERT (**S.N.C**). [1]

#### ➤ Principaux Constructeurs :

- Kawasaki Heavy Industries. Ltd (K.H.I.)
- Fives-CAIL Babcock (F.C.B.)

#### ➤ Date de mise en service :

- 31 janvier 1975 : démarrage de l'atelier cru.
- 06 mai 1975 : allumage du four.
- 01 septembre 1975 : production de ciment.
- Commercialisation du ciment : 06 novembre 1975.

### 1.2.2 Présentation générale :

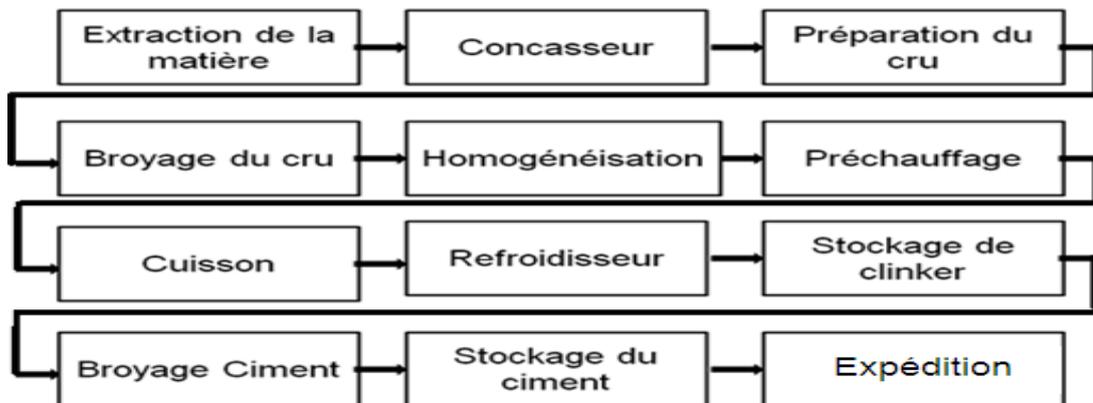
- ❖ **Activités:** production et commercialisation des ciments ordinaires, spéciaux et tous autres matériaux de construction.
- ❖ **Capital Social:** 1 400 000 000 DA, détenu à 65% par le Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (G.I.C.A.) et à 35% par le Groupe LAFARGE Financière.
- ❖ **Effectif :** 507 employés.

## 1.3 Le processus de fabrication de ciment :

Dans ce chapitre nous allons détailler les différentes étapes de fabrication du ciment de la société S.C.M.I (figure 1.2).

Le ciment est un produit industriel fabriqué par broyage, mélange du clinker, du gypse et d'ajouts. Le clinker qui est le principal constituant des ciments est un produit

semi fini obtenu par la cuisson d'un mélange des matières premières à haute température (1450 °C).



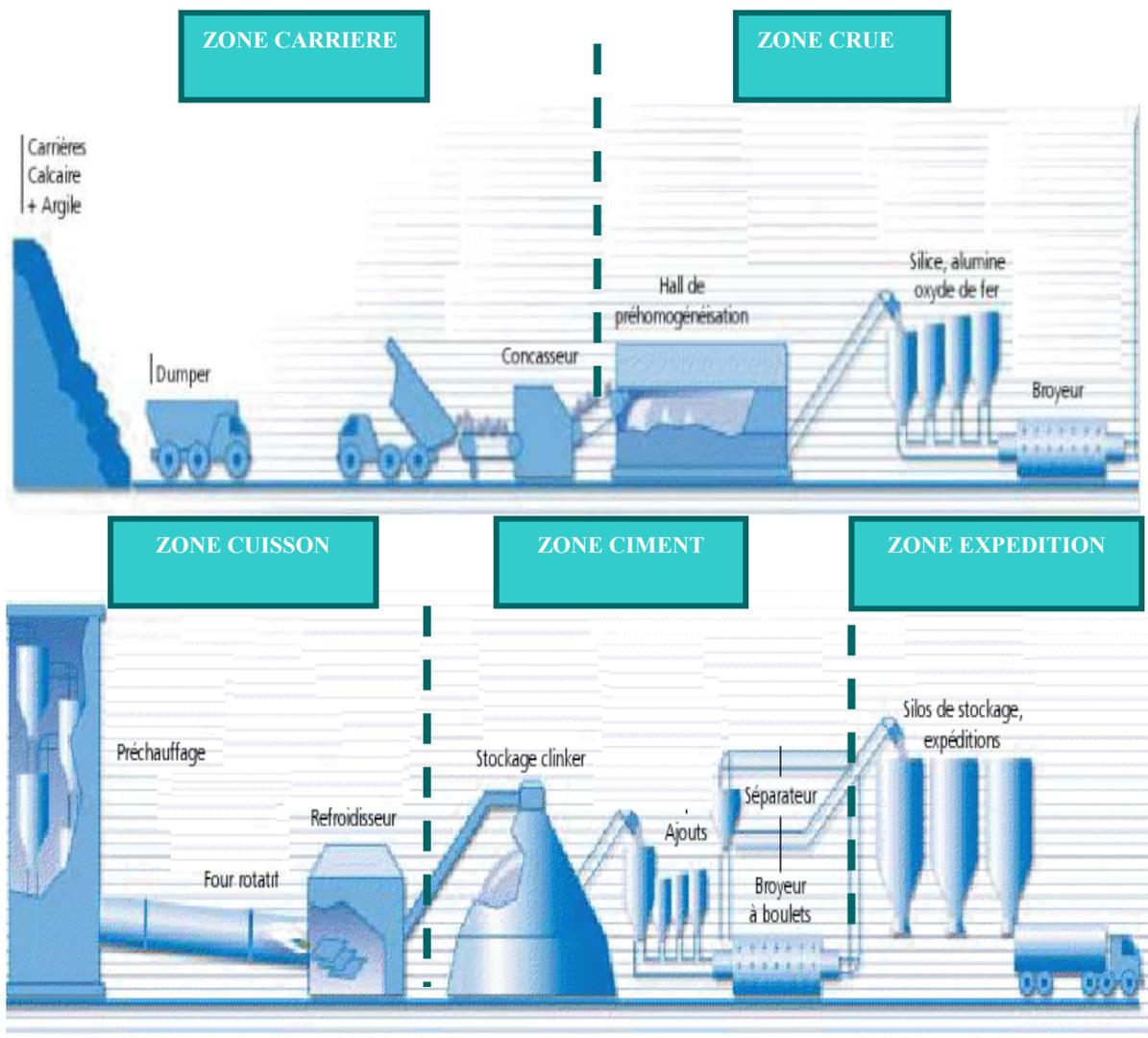
**Figure 1.2.** Processus de fabrication de ciment.

Ce mélange des matières premières est broyé finement avant la cuisson pour obtenir une farine qui contient certains composants (éléments chimiques) dont les propriétés bien définies. [2]

#### **1.4 Description de la ligne de production :**

Dans la fabrication du ciment il existe deux voies de production, la voie humide et la voie sèche. Dans la cimenterie de MEFTAH seule la voie sèche est utilisée, Cette dernière est divisée en cinq zones (figure 1.3), comme suit :

- Zone I : Carrière de calcaire.
- Zone II : Crue.
- Zone III : Cuisson.
- Zone IV : Ciment.
- Zone V : Expédition.



**Figure 1.3.** la ligne de production.

### 1.4.1 La zone 1 carrière :



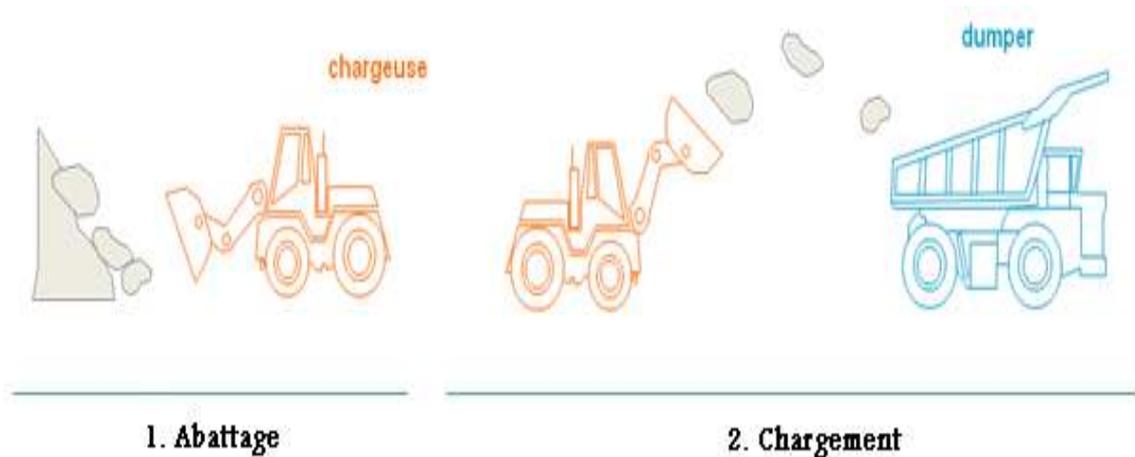
**Figure 1.4.** La zone 1 carrière.

Dans cette zone (figure 1.4), on trouve :

**a Extraction de la matière première :**

Les matières premières sont extraites de la carrière généralement à ciel ouvert (figure 1.5) :

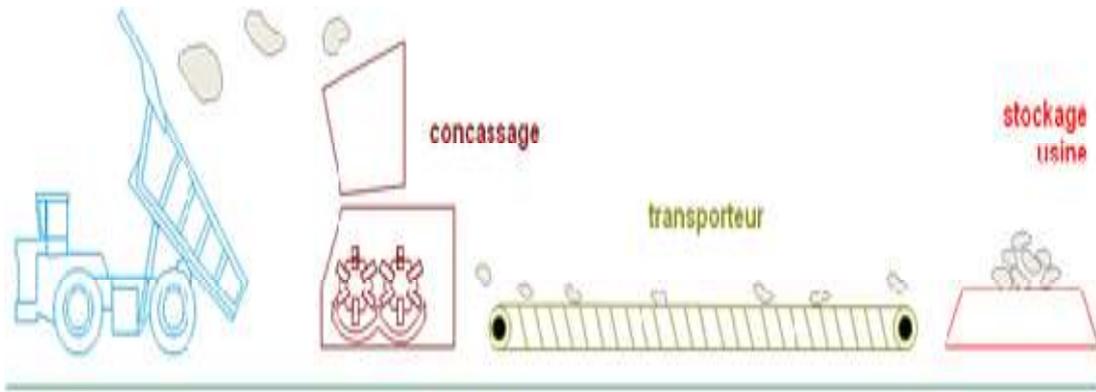
- Le calcaire est extrait par abattage en grande quantité au moyen d'explosifs, la carrière de calcaire se situe à 1 km de l'usine.
- L'argile est extraite à l'aide des pelles mécanique, elle est mélangée d'argile brune et d'argile rouge, la carrière d'argile se situe à 4km de l'usine.



**Figure 1.5.** Extraction de la matière première.

**b Concassage et transport :**

Le calcaire est envoyé vers l'atelier de concassage (figure 1.6). Les deux concasseurs FCB 450 T/h et KHD 1000 T/h réduisent les matériaux à une taille maximum de 80 mm. La roche est ensuite échantillonnée en continu pour déterminer la quantité des différents ajouts nécessaires (oxyde de fer, alumine, silice) et atteindre ainsi la composition chimique idéale. Le calcaire et l'argile sont ensuite transportés par les tapis T0, T1, T2 et T3 vers deux halls différents de pré-homogénéisation où la matière est stockée en couches horizontales superposées puis reprise verticalement.



**Figure 1.6.** Concassage et transport des matières.

### 1.4.2 La zone 2 crue (Broyage et séchage) :



**Figure 1.7.** La zone 2 crue.

En général, deux constituants sont utilisés pour la préparation du cru (figure 1.7) : le calcaire et l'argile. Après le concassage de ces deux constituants de base on obtient une granulométrie de « 0 à 25mm ». Une prise d'échantillon sera réalisée pour effectuer les analyses afin de déterminer la composition. Les deux composants sont acheminés vers l'usine par des transporteurs couverts, puis les matières premières sont stockées dans deux halls de pré homogénéisation (figure 1.8).



**Figure 1.8.** Halls de pré homogénéisation.

- **Hall calcaire :** Le gratter portique (à palettes) sert à gratter le calcaire, il se déplace en translation de tas en tas et jetant la matière sur un tapis afin de la transporter à trémie calcaire.
- **Hall ajouts:** On trouve deux grappeurs semi portiques (à palettes) qui servent à gratter les ajouts (argile, fer et sable). Il déverse les produits sur deux bande transporteuses différentes (tapis) jusqu'aux trémies il en existe 4 tas, le dosage de ces différents constituants de ciments est comme suit :

Calcaire 80%, argile 17%, sable 2%, minerais de fer 1% (figure 1.9).



**Figure 1.9.** Dosage de différents constituants de ciments.

Les ajouts sont acheminés par le transporteur T13 au broyeur à marteau.

- **Le broyeur à marteau :** Il sert à concasser la matière.
- **L'aspiration :** Aspiration de la matière et les gaz chauds par le ventilateur de tirage d'une puissance de 1200 KW.

- **Séparateur statique** : Le séparateur statique sépare la granulométrie (grosse particules et fines particules).
  - Les grosses particules passent vers les broyeurs à boulets.
  - Les fines particules partent vers le stockage (silos d'homogénéisation).
  
- **Le broyeur à boulets** : Tous les rejets du séparateur vont passer pour être broyés dans les deux compartiments du broyeur. Le premier ayant des boulets de grands diamètres & le second de diamètres inférieurs.
- **Élévateur à godets** : Il transporte le produit vers le séparateur dynamique. Le produit tombe sur un plateau qui tourne à vitesse continue. Les grosses particules tombent sur l'aérogليسeur (rejet) et retournent au broyeur pour être broyé de nouveau. Les petites particules vont vers les silos de stockage.
- **L'homogénéisation** : Le produit sera mélangé dans les silos H1, H2 pour être prêt au stockage (figure 1.10). La farine crue expédiée par l'air lift est dégagée dans la boîte de récupération. La capacité de stockage de chaque silo est de 10 000T. Chaque silos est équipé de deux sorties latérales pouvant assurer la totalité du débit farines vers le four. Il est donc possible de fonctionner avec un ou deux silos.



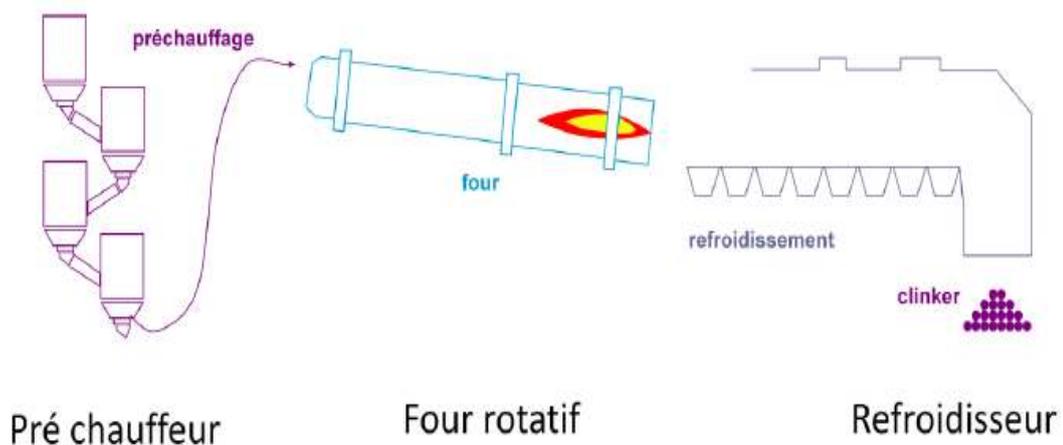
**Figure 1.10.** Silos d'homogénéisation.

### 1.4.3 Zone 3 formations du clinker « cuisson » :



**Figure 1.11.** Atelier Cuisson.

Chacun comporte tout en haut le ding l'air, en fait se sont les deux dépoussiéreurs cru et cuisson, et trois cyclones et une boîte à fumée (figure 1.11). Cette tour a été conçu dans le but de diminuer le taux d'humidité et de la pré décarbonatation de la farine car la matière après avoir été récupéré dans le ding l'air, elle descend vers les trois cyclones où un chauffage à contre-courant se produit, car la matière descend pendant que les vents chauds montent, ceci implique que la température du dernier cyclone en allant de haut en bas est le plus chaud, ainsi la matière au pied du four est déshydratée, pré-décarbonatée et préchauffée prête à la cuisson.



**Figure 1.12.** Ligne de cuisson.

La ligne de cuisson est constituée (figure 1.12) :

- D'un pré chauffeur.
- D'un four rotatif.
- D'un refroidisseur.

**a Préchauffeur ou cyclones :**

La matière crue est introduite dans une tour de préchauffage à 800 °C avant de rejoindre le four rotatif vertical ou elle est portée à une température de 1450 °C. La combustion provoque une réaction chimique appelée « décarbonatation » qui libère le CO<sub>2</sub> contenu dans le calcaire.

Le préchauffage se fait dans une série de cyclones, disposés verticalement sur plusieurs étages, appelée « préchauffeur ». La matière froide, introduite dans la partie supérieure, se réchauffe au contact des gaz. D'étage en étage, elle arrive partiellement décarbonatée, jusqu'à l'étage inférieur, à la température d'environ 800 °C.

**b Four rotatif :**

Le four rotatif est un cylindre en acéride 90m de long et de 5.6m de diamètre reposant sur des stations de roulement, il est protégé intérieurement par la brique réfractaire. Le cylindre tournant de 1,5 à 3 tours/minute et légèrement incliné (incliné selon un angle de 1 à 4 degrés par rapport à l'horizontale).

Durant la cuisson, le four rotatif est animé d'un mouvement de rotation, la disposition en pente du four permet le mouvement de la matière première qui est injectée de l'autre extrémité par rapport à la flamme de chauffe. Durant ce déplacement, la matière se transforme par cuisson tout en avançant de son état initial jusqu'à ce qu'elle devienne clinker à la température de 1450 °C.

**c Refroidissement :**

Le clinker à sa sortie du four est encore chaud (800°C), pour le manutentionner dans les bonnes conditions, il est nécessaire de le refroidir jusqu'à une température permettant sa manipulation.

Un refroidisseur à grille permet d'assurer la trempe des nodules incandescents et de les ramener à une température d'environ 100 degrés. Il est équipé d'une batterie de ventilateurs fournissant l'air de refroidissement.

**Remarque :**

- La cuisson se produit dans le four, ce dernier est constitués de quatre zones ; la zone de décarbonations (900°C), la zone de transition, la zone de cuisson (1450°C) et la zone de refroidissement (1200°C).
- à la sortie du four, il ya le refroidisseur à grilles ; trois grilles exactement et chaque grille est constituée de deux chambre, une fixe et l'autre mobile, les grilles sont inclinées à trois degrés et sont animées d'un mouvement de va et vient à l'aide d'un vérin à double effet (hydraulique)
- à la sortie du refroidisseur, on trouve le concasseur à rouleaux, le rouleau transporteur et trois autres concasseurs. Le clinker concassé est déversé dans des chaînes traînantes vers les silos de stockage clinker.

**1.4.4 Zone 4 « ciment » :**

Cet atelier est composé de deux lignes électriques avec un débit de production de 90T/H pour chacune (figure 1.13).



**Figure 1.13.** Zone ciment.

**a Le remplissage des trémies (clinker gypse, tuf) :**

- **Remplissage par la trémie de réception :**

Le gypse et le tuf sont transportés vers la trémie de réception par des camions. Le gypse sera transporté sur le tapis T 19 qui déverse sur T 20. A l'aide d'un élévateur gypse, ce dernier sera stocké dans le silo de stockage gypse d'une capacité de 5000 T (silo spécial gypse). Les ajouts et gypse seront transportés du T 20 vers le tapis AMOUND et vers l'élévateur à godet qui alimente la chaîne TKF2 pour remplir la trémie tuf plus gypse.

- **Remplissage par T 16 :**

Le remplissage se fait soit directement de la zone cuisson à partir des chaînes transporteuses qui versent la matière (clinker) dans une goulotte, qui à son tour le verse sur le T16. Ce remplissage peut aussi se faire par des silos de stockages (figure 1.14). En effet, chaque silo à trois bouches, deux bouches manuelles et une motorisée.

A travers ces silos la matière est versée sur T16 qui l'achemine vers l'élévateur à godets et est envoyé vers la chaîne TKF1 pour remplir les trémies (clinker, gypse).



**Figure 1.14.** Silos de Stockage de Clinker et Gypse.

**b Broyeur ciment :**

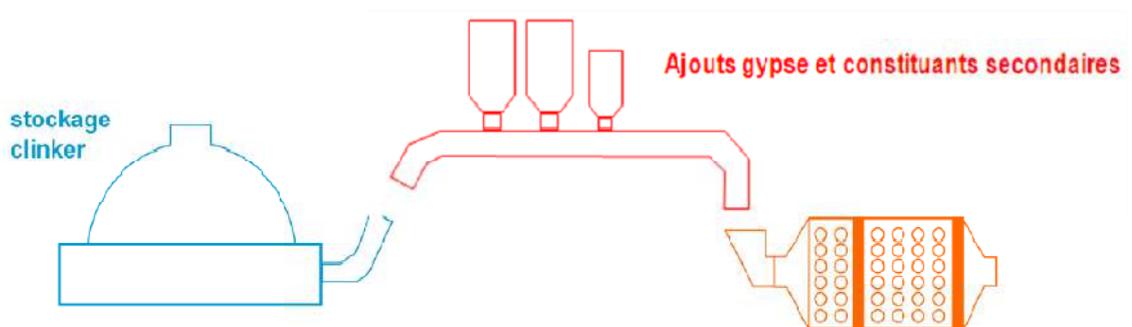
Après le dosage des matières (figure 1.15) :

- ❖ Clinker 80%
- ❖ Ajouts 15%
- ❖ Gypse 5%



**Figure 1.15.** Les matières qui composent le ciment.

Elle est transportée par un tapis vers le broyeur ciment « BK1 »- « BK2 » pour le broyage (figure 1.16). 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 ré-broyage. Le produit fini (ciment) sera acheminé par Aéroglisseur principale vers les silos de stockage à l'aide d'élévateur à godets sur l'air lift.



**Figure 1.16.** Atelier Broyage Ciment.

#### 1.4.5 Zone 5 « expédition » :



**Figure 1.17.** Zone d'expédition.

Le ciment est stocké dans huit silos avec une capacité de 5000 T pour chacun (figure 1.17), l'expédition se fait en sac ou en vrac.

- 65% sac
- 35% vrac

##### **a Expédition en sac :**

Elle se fait par quatre ensacheuses avec un débit de 90 T/h, chacune possède huit becs pour le remplissage des sacs. Les sacs de 50 kg sont chargés sur des camions à bennes (figure 1.18).

##### **b Expédition en vrac :**

Le remplissage se fait par un flexible (oscilloscope) branché au fond d'une trémie et qui est dirigé par l'opérateur pour le mettre à l'intérieur de la bouche de cocotte des camions pour les remplir (figure 1.19). [1]



**Figure 1.18.** Expédition en sac.



**Figure 1.19.** Expédition en vrac.

## 1.5 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait la présentation de la cimenterie de Meftah (S.C.M.I), ensuite on est passé aux différentes étapes nécessaires à la production du ciment.

Dans le second chapitre nous nous intéressant à la zone crue plus exactement à l'atelier ajouts ou se situe le grateur semi portique sur lequel se base notre étude.

# Chapitre 2 Description du gratteur et analyse fonctionnelle

---

## 2.1 Introduction :

La production en continu du ciment dans la société S.C.M.I à fait que les matières premières stockées en grande quantité dans des halls de stockage. L'utilisation de gratteur est indispensable pour l'acheminement des matières dans la chaîne de production. Dans ce deuxième chapitre nous allons faire l'étude du fonctionnement du gratteur semi portique sud du hall de stockage des ajouts de la cimenterie.

## 2.2 Principe de fonctionnement du gratteur semi portique:



*Figure 2.1.* Gratteur semi portique.

Le gratteur se déplace dans les deux sens (gauche ou droite), de plus pendant son mouvement de va et vient, la matière (argile, fer ou sable) est évacuée par les palettes de la chaîne de grattage vers la bande avale qui transporte cette dernière à la trémie de stockage. Le grattage ce fait selon le besoin de la matière. Le gratteur se déplace sur une voie d'une longueur de 210m. Au cours de son déplacement, l'enrouleur roule ou déroule le câble de puissance pour éviter la coupure.

Le gratteur semi portique (figure 2.1) est composé des systèmes suivants [2] :

### 2.2.1 Le système de levage :



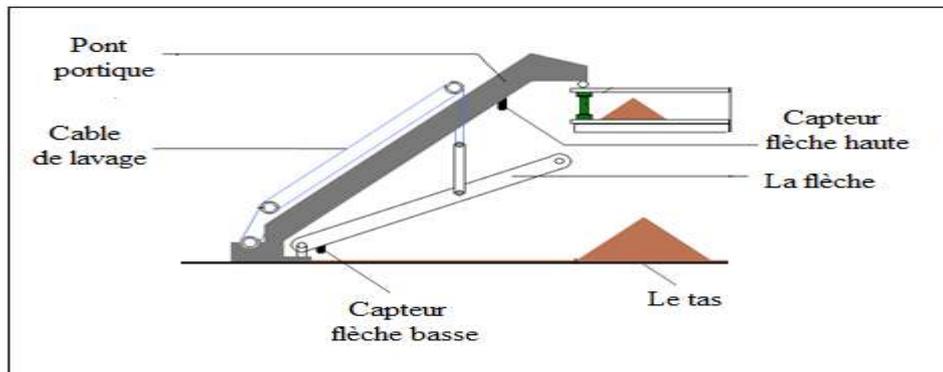
**Figure 2.2.** Système de levage et descente de la flèche.

Ce système (figure 2.2) est composé d'un pont semi-portique qui permet de levage de chaîne par un câble de levage. Le levage montée et descente utilise deux moteurs à deux sens de rotations qui font entrainer le treuil à câble. Le premier est utilisé pour la vitesse rapide lors du positionnement et l'autre pour la vitesse lente lors du grattage. la chaîne peut être inclinée de  $-40^{\circ}$  à  $+50^{\circ}$ .

Ce système est composé de (figure 2.3) :

- un treuil à câble et deux poulies.
- un pont semi-portique.
- Réducteur de vitesse rapide à deux sens de rotations.
- Réducteur à vitesse lente de deux sens de rotations.

- ✓ La vitesse rapide de levage pour la montée est sélectionnée lorsque l'opérateur a besoin de changer le tas.
- ✓ La vitesse lente est sélectionnée pour faire l'opération de grattage

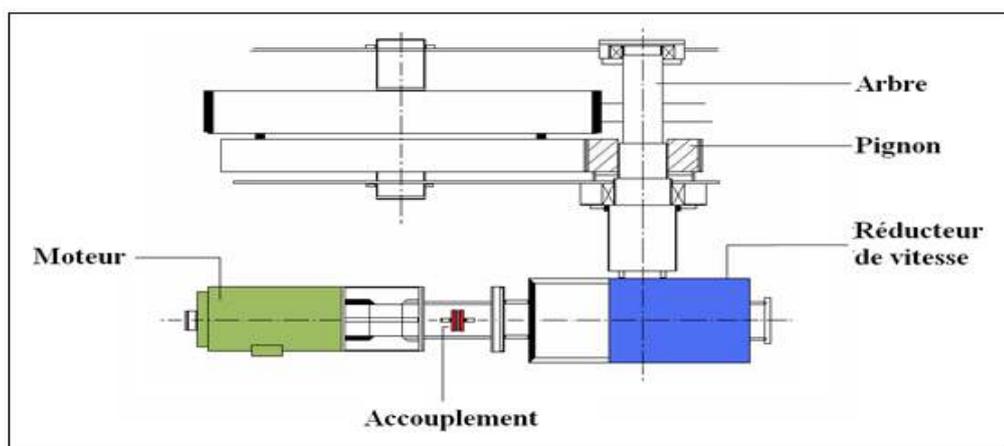


**Figure 2.3.** Les composants du système de levage.

### 2.2.2 Système de translation :

La translation droite et gauche utilise deux moteurs asynchrones, une principale et l'autre auxiliaire à 2 vitesses et à 2 sens de rotation. La translation se fait sur la longueur du hall du stockage qui est de 210m (figure 2.3).

- La vitesse rapide 10.8m/min est utilisée pour le positionnement et changement du tas.
- La vitesse lente 1.7m/min est utilisée pour l'opération du grattage.



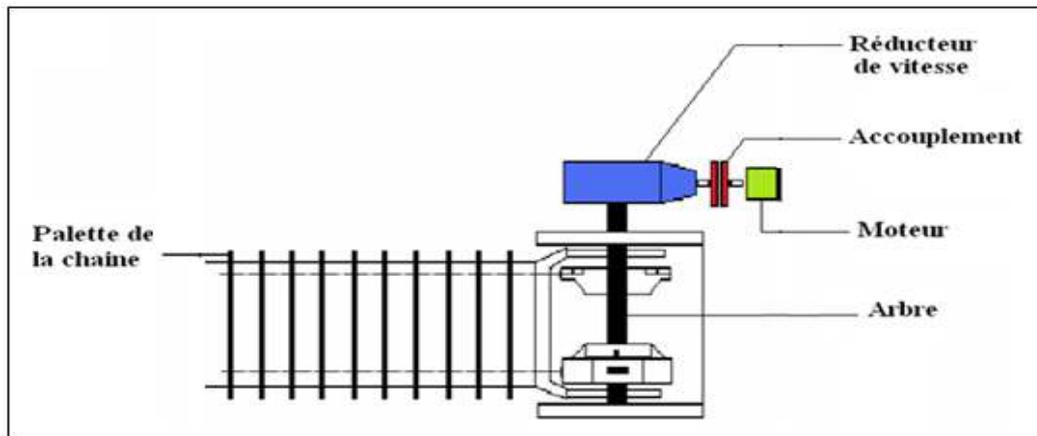
**Figure 2.4.** Système de translation de gratteur.

### 2.2.3 Système de grattage :



**Figure 2.5.** Système d'entraînement de la chaîne.

Le système de grattage comprend une chaîne (figure 2.5) de longueur de 12.5m. Elle est constituée de 100 palettes qui seront enfoncées dans la matière à fin de la déverser dans le tapis d'évacuation. L'entraînement de cette chaîne se fait par un moteur asynchrone à un seul sens de rotation.



**Figure 2.6.** constituants du Système entraînement de la chaîne.

Elle est constituée par (figure 2.6) :

- Un moteur asynchrone.
- 100 palettes.

- Un accouplement hydraulique.
- Réducteur de vitesse.
- Arbre.

**a Réducteur de vitesse :**

Le réducteur de vitesse est un organe mécanique qui permet de transmettre le mouvement de rotation de l'arbre du moteur jusqu'à l'arbre de sortie. La réduction de la vitesse est assurée par la différence des diamètres des roues dentées.

**b Accouplement hydraulique :**

Les accouplements sont des dispositifs qui assurent la liaison entre l'arbre du moteur et l'arbre d'une machine, ce qui permet de transmettre la puissance du moteur à la machine concernée.

## 2.2.4 Enrouleur de câble :

Ce système (figure 2.7) est constitué d'un moteur à un seul sens de rotation & une roue qui permet de rouler et de dérouler la câble de puissance (alimentation des moteurs) lors de la translation du gratteur, pour qu'il n'y est pas de coupure de câble.



**Figure 2.7.** Enrouleur de câble.

### 2.2.5 Système de graissage :

Ce système (figure 2.8) utilise une pompe pour le graissage et la lubrification des différents instruments de gratteur. Ce système a pour but de diminuer les frottements entre 2 surfaces de contact ce qui a pour résultat une diminution de chaleur, une économie d'énergie d'entraînement et une augmentation de la durée de vie des équipements.



Figure 2.8. La pompe de graissage.

### 2.3 Procédure de démarrage du gratteur :

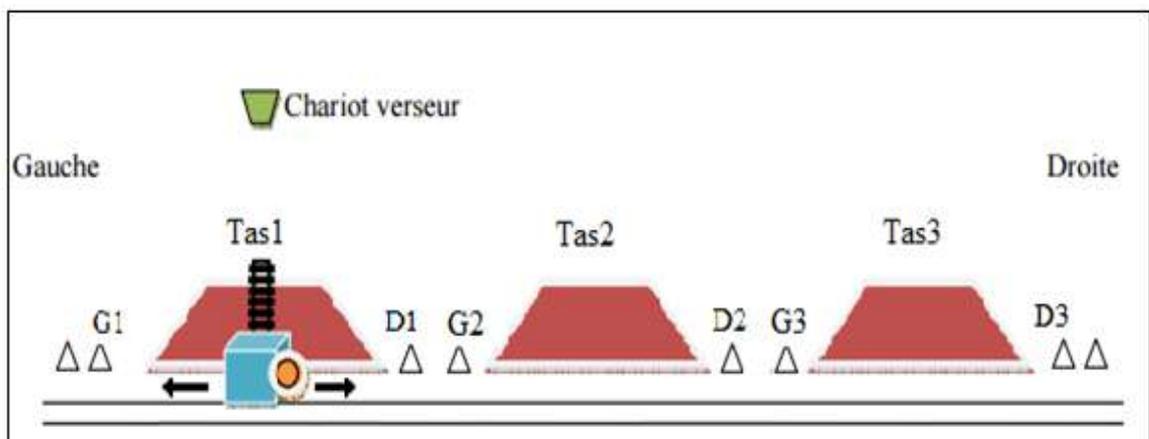


Figure 2.9. Procédure de démarrage du gratteur.

### **2.3.1 Positionnement du gratteur :**

L'opérateur du gratteur lève la flèche jusqu'à atteindre le capteur de position flèche en haut.

Si la flèche est en position haute, l'opérateur positionne le gratteur sur le tas voulu (tas 1 ou tas 2 ou tas 3) par l'utilisation de mode de translation de positionnement (figure 2.9).

### **2.3.2 Positionnement de la flèche de grattage :**

L'opérateur du gratteur baisse la flèche jusqu'à atteindre le début de tas. Cela peut se faire à l'aide d'un tâtonnement de l'angle d'inclinaison de la flèche. Si la flèche commence à s'enfoncer dans le tas, la descente est arrêtée par la sécurité « mou-de-câble ».

### **2.3.3 Démarrage de séquence de grattage :**

L'opérateur vérifie que la bande avale « 213BC07 » à bien démarré. (Par communication ou par retour de marche T7).

## **2.4 Instrumentation :**

L'identification des capteurs et actionneurs de notre système nécessitent d'abord une meilleure maîtrise et connaissance du mode de fonctionnement du matériels qui assurent le fonctionnement du système et des capteurs (capteur fin de course, contrôleur de vitesse, capacitif, magnétique... etc.) et des actionneurs (moteurs, ... etc.) cela pour faciliter l'attribution et l'identification des entrées/sorties.

### **2.4.1 Les actionneurs :**

Les composants permettant de mettre en mouvement les organes de machine sont appelés actionneurs. Ce sont essentiellement des moteurs et des vérins. Ils produisent de l'énergie mécanique à partir de l'énergie électrique, hydraulique ou pneumatique, mais sont presque toujours contrôlés par des signaux de commande électrique.

### **a Moteur asynchrone :**

Le moteur électrique asynchrone (figure 2.10) a pour rôle de transformer l'énergie électrique apportée par le courant alternatif en énergie mécanique de rotation. Trois bobines fixées sur un circuit mécanique appelé stator, sont alimentées par un réseau de tension triphasé. Ces trois tensions étant déphasées chacune de  $120^\circ$ , elles produisent à travers des bobinages statoriques un champ magnétique tournant s'exerçant sur un cylindre sur un cylindre appelé rotor. Le rotor se met alors à tourner dans le même sens que le champ tournant mais à une vitesse légèrement plus faible d'où le terme asynchrone. [3]



**Figure 2.10.** Moteur asynchrone.

### **b Pompe de graissage :**

Il y a plusieurs types de pompe et leur fonctionnement repose sur le même principe, lorsque la pompe est mise en marche par l'intermédiaire de sa source motrice, les pièces mobiles internes se déplacent et attirent l'air qui se trouve dans la canalisation du côté de l'admission de la pompe.

Ce mouvement de la pièce interne crée un vide partiel. La pression atmosphérique agit alors sur la surface du liquide contenu dans le réservoir en poussant ce fluide vers l'admission de la pompe. Le fluide est ensuite entraîné par les pièces mobiles et finalement refoulé vers le système hydraulique à actionner. (Le tableau 2.3) montre les caractéristiques technique des moteurs utilisé dans les divers emplacements du gratteur semi-portique.

Le tableau 2.1 montre les caractéristiques techniques des moteurs (à fréquence de 50 Hz) placés dans le gratteur semi-portique.

Moteur	Type de Moteur	Tension(V)	Courant (A)	Vitesse (tr/min)	Puissance (kW)	Cos $\phi$	couplage	Indice de protection
Levage rapide	asynchrone	220/380	32.5	1420	8	0.77	Triangle/ étoile	55
Levage lent	asynchrone	220/380	4.6	1400	2.65	0.75	Triangle/ étoile	55
Translation principale	asynchrone	380	7.6/9	485/292 0	1/3.7	0.37/ 0.88	Triangle/ étoile	65
Translation auxiliaire	asynchrone	380	7.6/9	485/292 0	1/3.7	0.37/ 0.88	Triangle/ étoile	65
Enrouleur câble	asynchrone	230/400	5.5	1445	1.5	0.82	Triangle/ étoile	55
Moteur chaine	asynchrone	380	72	1470	37	0.85	Triangle	55
Moteur pompe	asynchrone	400	1.1	1470	0.25	0.76	Triangle	55

**Tableau 2.1.** Caractéristique techniques des moteurs placés dans le gratteur semi-portique.

#### 2.4.2 Variateur de vitesse :

Le variateur de vitesse appelé aussi variateur de fréquence est composé essentiellement (figure2.11) d'un :

- Redresseur qui connecté à une alimentation triphasé (le réseau), génère une tension continue à ondulation résiduelle (le signal n'est pas parfaitement continu). Le redresseur peut être de type commandé ou pas.

- Circuit intermédiaire agissant principalement sur le “ lissage ” de la tension de sortie du redresseur (améliore la composante continue). Le circuit intermédiaire peut aussi servir de dissipateur d’énergie lorsque le moteur devient générateur.
- Onduleur qui engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variable.
- Electronique de commande pilotant (transmission et réception des signaux) le redresseur, le circuit intermédiaire et l’onduleur.



**Figure 2.11.** Variateurs de vitesse MICROMASTER 440.

**a Fonction des variateurs de vitesse :**

Parmi la multitude de possibilités de fonctions qu’offrent les variateurs de vitesse actuels, on peut citer : [4]

- L’accélération contrôlée.
- La décélération contrôlée.
- La variation et la régulation de vitesse.
- L’inversion du sens de marche.
- Le freinage d’arrêt.

Les variateurs de vitesse utilisés sont des variateurs Simovert Micromaster.

### **b Variateur de vitesse Simovert Micromaster :**

Les MICROMASTERS sont une gamme de variateurs de fréquence qui permettent de commander la vitesse des moteurs asynchrone triphasés.

Le MICROMASTER (figure 2.11) est doté d'un module optionnel PROFIBUS qui sert à relier des variateurs de la gamme SIMOVERT MICROMASTER 4 aux systèmes d'automatisation de niveau supérieur par le biais du bus de terrain PROFIBUS-DP (tableau 2.2). [5]

Tension de fonctionnement :	AC 380 à 480 V $\pm$ 10%
Gamme de puissance :	0.37 KW-200 KW
Fréquence d'entrée :	47 à 63 Hz
Fréquence de sortie :	0 Hz à 650 Hz

**Tableau 2.2.** Caractéristique techniques du MICROMASTER 440.

#### **Remarque :**

Le système de translation et le système de grattage sont dotés de deux variateurs de vitesse qui servent à Contrôler le débit de la matière (Argile, sable, fer) qui déverse dans la bande transporteuse.

## **2.5 Problématique :**

La commande du gratteur semi-portique est actuellement faite par un automate S5 et cela présente les inconvénients suivants :

- Arrêt de la commercialisation de la gamme SIMATIC S5 et des pièces de rechange ce qui augmente le coût de la maintenance.
- La commande de la totalité des équipements de l'entreprise se faite par des stations SIMATIC S7, avec des superviseurs sou une interface graphique de commande et contrôle à base du Logiciel de supervision wincc flexible.

- Nécessité de la normalisation d'utilisation de la gamme SIMATIC S7 dans tous les systèmes de la cimenterie pour une meilleure adaptation du personnel ce qui rend le Gratteur isoler avec ce type d'API.
- La standardisation de la tension de commande de la cimenterie à 24v alors que le s5 utilise une tension de 60v.
- Absence des capteurs et de communication entre l'automate s5 du gratteur et les autres systèmes,
- intervention Lente en cas de panne vu que le système est purement électrique les ingénieurs sont obligé de consulté tous les circuits électrique pour préciser l'emplacement du problème.

## 2.6 Proposition des solutions à la problématique :

Après avoir étudié les divers problèmes du système voici ce que nous proposons comme solution :

- Migration de l'automate SIMATIC S5 vers SIMATIC S7
- Installation d'un IHM au niveau de la machine pour la supervision du système et détections précise de l'emplacement des problèmes, Visualisation de l'état général du système.
- Comme il y a absence de capteurs voici ce que nous proposons comme instrumentation :

### 2.6.1 Les capteurs :

Disponibles pour utilisation en environnements sévères Ils représentent une grande partie de l'automatisation de l'installation équipant l'usine. Ils sont utilisés pour détecter les événements qui se produisent dans le procédé, aussi ils émettent des signaux après le traitement de l'information vers la partie commande pour commander les actionneurs.

**a Codeur rotatif :**



**Figure 2.12.** Codeur rotatif.

Le codeur rotatif (figure 2.12) est encore appelé capteur de position angulaire ou capteur optique de position. Sa sortie représente sous forme numérique la position angulaire de l'axe d'entrée. L'axe du codeur est lié mécaniquement à l'arbre de la machine qui l'entraîne. Cet axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Un faisceau lumineux émis par des diodes électroluminescentes traverse les fentes du disque créant sur les phototransistors récepteurs un signal analogique. Ce signal est amplifié puis converti en un signal carrée qui est ensuite envoyé à un système de traitement.

Il existe deux types de codeur rotatifs :

➤ Le codeur incrémental :

Les pistes extérieures sont décalées d'un quart de période ( $90^\circ$ ) et divisées en N intervalles égaux alternativement opaques et transparents.

En un tour complet, le faisceau est interrompu n fois et délivre donc N signaux consécutifs. Derrière les pistes, deux phototransistors délivrent deux signaux déphasés de  $90^\circ$ .

➤ Le codeur absolu :

Les codeurs absolus sont destinés à des contrôles de déplacement et de positionnement d'un mobile par codage.

Le disque comporte << n >> pistes concentrique divisées en segment égaux.

Chaque piste intérieure est composée d'une moitié opaque et d'une moitié transparente de déterminer dans quel demi-tour on se situe.

La piste suivante est divisée en quatre quarts alternativement opaques et transparents. La lecture de cette piste combinée avec la précédente permet de déterminer dans quel quart de tour on se situe.

Le codeur utilisé est un codeur absolu du constructeur BElsensors [6]. Le tableau 2.3 donne ses principales caractéristiques techniques, il est installé sur le moteur de translation pour déterminer la position de gratteur.

Tension d'alimentation	10-30 V DC (valeurs limitées absolues)
Puissance dissipée	Max 2.5 W
Interface	Conducteur de ligne selon RS485
Résolution	Standard 4096 pas/tour (en option jusqu'à 65 536 pas/tour)
Température de fonctionnement	-40.. + 85°C
Classe de protection	Coté du boîtier : IP 65  Coté de l'arbre : IP 64 (en option avec l'étanchéité d'arbre : IP66)

**Tableau 2.3.** Caractéristiques du codeur absolu BElsensors.

**b Inclinomètre :**



**Figure 2.13.** Inclinomètre BElsensors.

Un inclinomètre (figure 2.13) est un capteur servant à mesurer des angles par rapport à la ligne d'horizon (ou horizontale). Là où le niveau à bulle (ou niveau) permet de détecter précisément où se situe l'horizontale, l'inclinomètre détermine en plus l'angle d'inclinaison par rapport à cette ligne horizontale.

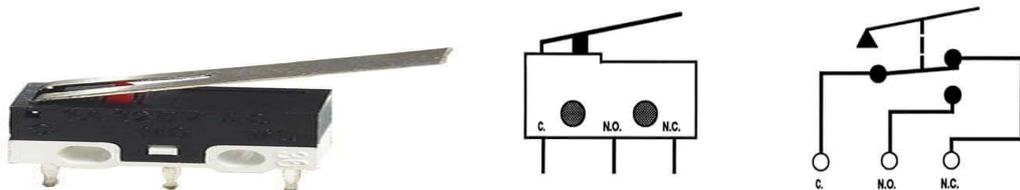
L'inclinomètre utilisé dans notre gratteur c'est le BEIsensors Inclinomètre modèle : 360 [7], est placé sur la chaîne de grattage afin de mesurer son angle d'inclinaison.

Le tableau 2.4 montre les caractéristiques techniques du modèle 360 de BEIsensors.

Etendu de mesure	360 °
Nombre d'axe	1
Résolution	0.01°
Temps de réponse	10ms
Interface	RS232
Courant de sortie	4...20ma, 0°= 4ma
Tension d'alimentation	10-30V DC
Courant	Max : 100mA a 10V DC, max 80mA a 24V DC
Connexion	8 pins male

**Tableau 2.4.** Caractéristique techniques du modèle 360 de BEIsensors.

**c Les contacts fins de cours :**



**Figure 2.14.** Contact fins de cours.

Ces capteurs sont aussi appelés interrupteurs de position (figure 2.14). Ce sont des commutateurs.

Lorsqu'ils sont actionnés, ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs circuits électriques ou pneumatiques.

De nombreuses versions existent en fonction de l'usage prévu pour leur utilisation (encombrement, nature des mouvements à prendre en compte...)

Le signal de sortie est TOUT ou RIEN. [8]

## 2.7 L'analyse fonctionnelle du Gratteur semi-portique :

### 2.7.1 Description des Modes d'opération gratteur :

#### *a Mode local :*

Ce mode est utilisé pour la maintenance des équipements, Si le mode local est activé, Chaque moteur démarre et s'arrête localement en utilisant la boîte à boutons à côté du moteur.

#### Exemple :

Pour tester la chaîne après une intervention sur le moteur on utilise le mode local.

#### *b Mode manuel :*

Dans ce mode, l'opérateur du gratteur démarre et arrête depuis le pupitre en appuyant sur les commandes marche et arrêt des équipements individuellement.

#### *c Mode auto pupitre :*

Dans ce mode, une fois que le positionnement est fait le gratteur démarre et s'arrête depuis le pupitre en appuyant sur les commandes mise en marche automatique et arrêt automatique pour démarrer l'opération de grattage. Tous les asservissements sont opérationnels (Bande avale, niveau trémie ...).

Remarque :

Le changement du mode d'opération entraîne l'arrêt du gratteur.

## **2.7.2 Description du fonctionnement du Gratteur semi-portique :**

### ***a Levage rapide de la flèche***

Utilisé pour régler la position de la chaîne sur le tas à gratteur.

#### **- Démarre vers la montée en manuel si :**

Le mode manuel est activé.

**Et** La sélection vitesse levage rapide de la flèche est activée.

**Et** La commande montée de la flèche est actionnée.

#### **- Démarre vers la descente en manuel si :**

Le mode manuel est activé.

**Et** La sélection vitesse levage rapide de la flèche est activée.

**Et** La commande descente de la flèche est actionnée.

#### **- S'arrête si:**

Le mode manuel est désactivé.

**Ou** Le fin de course position haute de la flèche est atteint.

**Ou** Le fin de course position bas de la flèche est atteint.

**Ou** Commande arrêt montée/descente Flèche est actionnée.

### ***b Levage lent de la flèche:***

Le moteur de ce système est indépendant à celui du levage rapide.

Utilisé quand le grattage est en cours, il sert à enfoncer les palettes dans le tas

**- Démarre vers la descente en manuel si :**

Le mode manuel est activé

**Et** La sélection vitesse levage lente de la chaine est activée.

**Et** La commande descente de la chaine est actionnée

**- Démarre vers la montée en manuel si :**

Le mode manuel est activé

**Et** La sélection vitesse levage lente de la chaine est activée.

**Et** La commande montée de la chaine est actionnée

**- S'arrête si:**

Le mode manuel est désactivé.

**Et** La commande arrêt montée/descente est actionnée.

**- Démarre vers la descente en automatique si :**

Le mode auto pupitre est activé.

**Et** Un des fins de course fin d'opération gauche ou fin d'opération droite est atteint.

**Et** Grattage en cours (marche complète)

**-S'arrête si**

Le mode auto pupitre est activé.

**Et** Le pas de la descente paramétré est fait.

**Et** La commande arrêt montée/descente automatique est actionnée.

***c Entraînement de la Chaine de grattage :***

Utiliser pour gratter et déversé la matière sur la bande aval transporteuse.

**- Démarre en mode manuel si :**

Le mode manuel est activé.

**Et** La commande Marche de la chaîne est actionnée

**Et** La bande avale est en marche

**Et** Le niveau haut trémie non atteint.

**Et** Le chariot verseur n'est pas à la même place (même tas).

**- Démarre en mode automatique si :**

Le mode auto pupitre est activé.

**Et** La commande mise en marche automatique est actionnée.

**Et** La bande avale est en marche

**Et** Le niveau haut trémie non atteint

**Et** Le chariot verseur n'est pas à la même place (même tas)

**- S'arrête si:**

La bande avale est arrêtée.

**Ou** Le niveau haut trémie est atteint.

**Ou** Le mode manuel est activé **Et** la commande arrêt chaîne est actionnée

**Ou** Le mode auto pupitre est activé **Et** la commande arrêt automatique est actionnée.

**Ou** La pompe de graissage est à l'arrêt pendant un temps donnée (12 heure).

**Ou** La translation lente est arrêtée pendant un temps donnée (10 seconde).

***d Pompe de graissage de la chaîne:***

**- Démarre dans tous les modes si :**

La chaine de grattage est en marche.

**-S'arrête si :**

La chaine de grattage est arrêtée.

**Ou** Fin du graissage Après un temps donné (10 minute).

**e Translation rapide :**

Utilisé pour positionner le gratteur sur le tas voulu

**Démarre (vers sens1 ou sens2) si :**

Le mode manuel est activé.

**Et** La sélection de la translation rapide est actionnée.

**Et** L'enrouleur est en marche.

**Et** La chaine de grattage est en position haute

**Et** La chaine de grattage est arrêtée

**Et** Le choix de la direction est fait.

**S'arrête si :**

Le mode manuel est désactivé

**Ou** La chaine de grattage n'est plus en position haute

**Ou** L'enrouleur est à l'arrêt

**Ou** Commande arrêt translation est actionnée.

**f Translation lente:**

Utilisé quand le grattage est en cours et elle sert à parcourir le tas à gratter dans tous les modes.

**Démarre (vers sens1 ou sens2) si :**

La chaîne de grattage est en marche

Et L'enrouleur en marche

**S'arrête si :**

La chaîne de grattage est arrêtée

**Ou** L'enrouleur est à l'arrêt

**Remarque :**

En automatique l'intervalle de grattage est limité par 2 capteurs de fin de course. Lorsque L'un de ces derniers est atteint la translation lente s'arrête puis ça change vers le sens contraire.

***g Enrouleur de câble puissance:***

Lorsque ce moteur démarre la roue qui porte le câble de puissance se libère d'une façon mécanique Vers sens1 ou sens2 suivant la direction de la translation avec le contrepoids du câble.

Dans tous les modes :

Le moteur est en marche par défaut (pour éviter la coupure du câble de puissance).

## **2.8 Conclusion :**

Suite à notre étude effectuée sur le gratteur semi portique, nous avons pu comprendre son mode de fonctionnement qui est la base de notre travail, ce qui nous a permis de pouvoir continuer et de connaître les solutions qui conviennent pour l'amélioration de ce système, Dans le chapitre suivant on va voir de plus près ce qui est une migration et le côté programmation par le logiciel step7.

# Chapitre 3 configurations matérielles & Programmation par step7

---

## 3.1 Introduction :

Le présent chapitre illustre les étapes suivies et les méthodes pratiquées pour réaliser ce projet, d'abord par la partie la plus importante qui consiste à faire la justification à propos de la migration matérielle, description de la méthode de programmation utilisée aussi décrire les différentes parties de notre programme.

## 3.2 Migration du SIMATIC S5 vers S7 :

L'automate utilisé actuellement sur la station est un S5 115U CPU 944B (figure 3.1). Pour sa migration il suffit d'utiliser un automate s7-300 qui est de milieu de gamme.

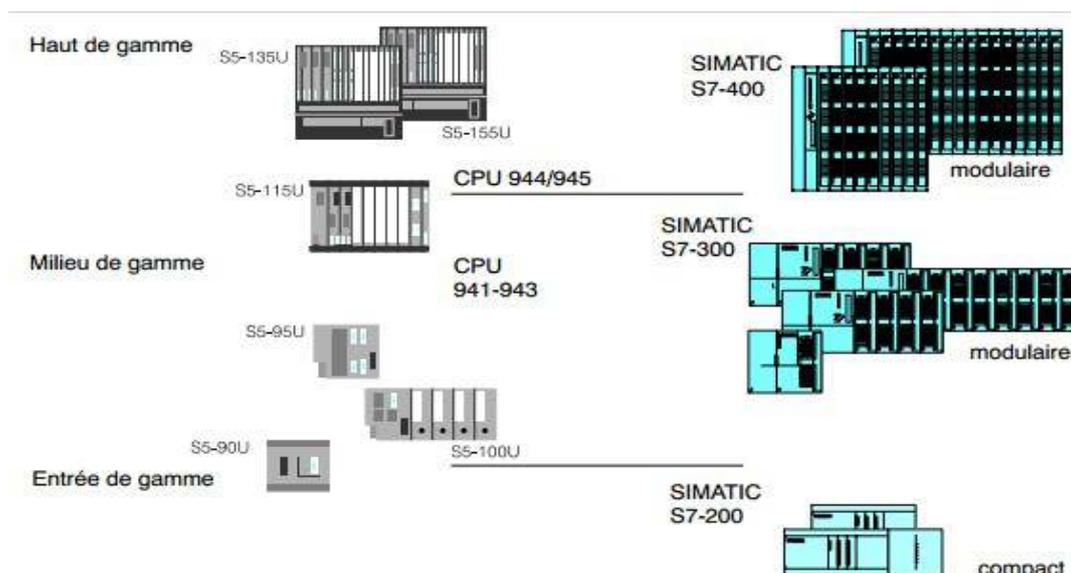


Figure 3.1. Systèmes d'automatisations SIMATIC S5 et S7.

Le nom de SIMATIC était hier encore associé aux automates & plus exactement SIMATIC S5 est devenu synonyme de l'intégration totale celle-ci est un concept visant à réunir l'univers de la fabrication manufacturière et l'univers des procédés. Tous côtés matérielles et logicielles nécessaires à la réalisation d'un projet portant désormais un seul nom : SIMATIC. L'intégration totale est rendue possible par l'homogénéité parfaite des données,

- Au niveau de la base de données : les données ne sont plus saisies qu'une seule fois mais sont disponibles dans toute l'usine, Les erreurs dues à la transposition des données et les incohérences sont éliminées.
- Au niveau de la conception et de la programmation. toutes parties servant à la réalisation du projet sont conçues, configurées, programmées, mises en service, testées et surveillées sous une seule interface utilisateur avec l'outil qui leur est dédié.
- Au niveau de la communication : on peut voir dans la table des liaisons qui communique avec qui, les liaisons pouvant à tout moment et en tout lieu être modifiées. Il est désormais possible de configurer différents réseaux avec un seul outil simple à utiliser. [5]

### **3.2.1 Avantage de la migration :**

Le S7 est un système beaucoup plus ouvert que son prédécesseur. Il permet de migrer vers un avantage de productivité et moins de coûts, et d'élargir les possibilités de connexions, assure aussi :

- Compatibilité avec de nouveaux standards de production.
- Accès à la Totally Integrated Automation (TIA).
- Fonctionnalités étendues pour la visualisation, la technologie, l'archivage des données et le diagnostic.
- Expansion flexible avec modules E/S enfichable, modules fonctionnels et modules de communication.
- Compatibilité avec les innovations futures.

### 3.2.2 Choix du matériel:

#### *a* Système d'automatisation SIMATIC S7-300 :

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS, un automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface Multipoint(MPI), PROFIBUS et Industrial Ethernet.

L'automate S7 est constitué d'une alimentation, d'une CPU et de modules d'entrées ou de sorties (Modules E/S). A ceux-ci peuvent s'ajouter des processeurs de communication et des modules de fonction qui se chargeront de fonctions spéciales, telles que la commande d'un moteur pas à pas par exemple.

#### *b* La CPU 315-2PN/DP:



**Figure 3.2.** CPU 315-2PN/DP.

Elle exécute le programme utilisateur, alimente le bus de fond de panier du S7-300 en 5 V, et communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI. En outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS, elle contient aussi:

- Des LED's de visualisations comme par exemple « SF » pour signaler un défaut logiciel ou matériel.
- Un commutateur de mode de fonctionnement pour basculer entre les quatre modes de fonctionnement : RUN, RUN-P, STOP, MRES.

- Une pile de sauvegarde pour l'horloge temps réel, ou la sauvegarde du programme utilisateur.
- Interface multipoints (MPI), utilisée pour la console de programmation (PG), le pupitre opérateur (OP) ou par la communication au sein d'un réseau MPI. La vitesse de transmission typique est de 187.5 KBauds.
- Carte mémoire, dont le rôle est de sauvegarder le programme utilisateur, le système d'exploitation et les paramètres qui déterminent le comportement de la CPU.

Nous avons choisi la CPU 315-2PN/DP de la gamme s7-300 (figure 3.2) dont les caractéristiques techniques sont représentés dans le tableau 3.1 ci-dessous :

Nombre de temporisateur	256
Nombre de compteurs	256
Nombre E/S numériques	2048
Nombre E/S analogiques	512
Mémento	2048 octets
Mémoire de travail	256 ko
Tension d'alimentation (Nominale)	24 V CC
Interface	MPI ,DP.PN

**Tableau 3.1.** Caractéristiques techniques de la CPU315-2PN/DP.

**c Alimentation :**

Tout réseau 24V industriels peut être utilisé pour alimenter la CPU du s7-300 les modules d'alimentation de la gamme S7 du tableaux 3.2 ci-dessous sont prévus pour être utilisé avec l'automate s7-300.

Désignation	Courant de sortie	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307	2A	DC 24V	AC 120V/230V
PS307	5A	DC 24V	AC 120V/230V
PS307	10A	DC 24V	AC 120V/230V

**Tableau 3.2.** Modules d'alimentation de la gamme S7.

Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en tension de service DC 24 V et assure l'alimentation du S7-300, ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge DC 24 V.

**d Les modules d'entrées ou de sorties (Modules E/S):**



**Figure 3.3.** Modules analogique et logique.

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en adaptant les différents niveaux des signaux de processus au S7-300. Ces modules peuvent être de type analogique ou TOR (figure 3.3).

L'automate programmable S7-300 contrôle et commande une machine ou un processus à l'aide du programme STEP7. C'est pour quoi une présentation de ce logiciel est faite dans ce qui suit. [9]

### **3.3 Programmation par STEP7 :**

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il s'exécute sous un environnement Windows, à partir d'une console de programmation ou d'un PC.

STEP 7 assiste l'utilisateur dans toutes les phases du processus de création des solutions d'automatisation, comme par exemple :

- la création et la gestion de projets,
- la configuration et le paramétrage du matériel ainsi que la communication.
- la gestion des mnémoniques.
- la création de programmes,

- le chargement de programmes dans les CPU des automates cible.
- le test de l'installation automatisé.
- le diagnostic de l'installation détection de perturbations.

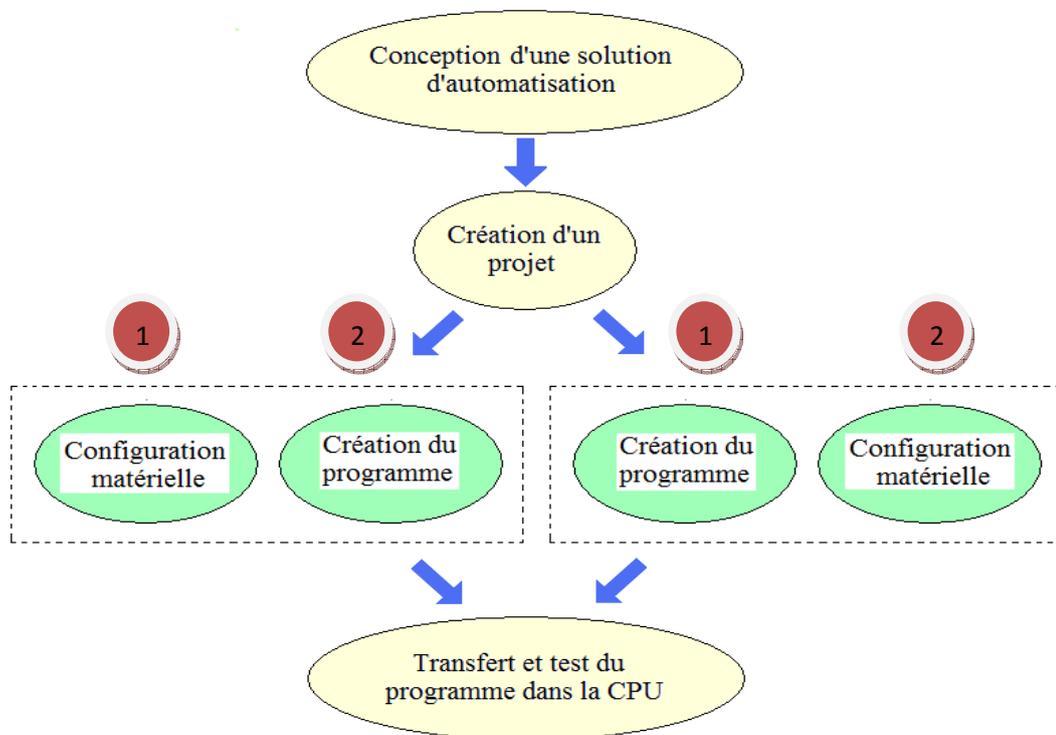
Le logiciel STEP7, contient trois langages de programmation :

-**CONTACT** : dont la synthèse d'instructions s'inspire des schémas à relais.

-**LIST** : dont la syntaxe des instructions ressemble à celle du langage assembleur.

-**LOGIGRAMME** : langage de programmation graphique qui utilise les boites logiques de l'algèbre de Boole.

### 3.3.1 Structure du programme :



**Figure 3.4.** Les différentes approches à suivre pour créer un projet.

Avant de créer un projet, il faut savoir qu'ils existent deux différentes approches. En effet, on est libre dans **STEP-7** de procéder dans l'ordre qui nous convient. Nous pouvons commencer par la configuration matérielle et après développés le programme ou l'inverse (Figure 3.4).

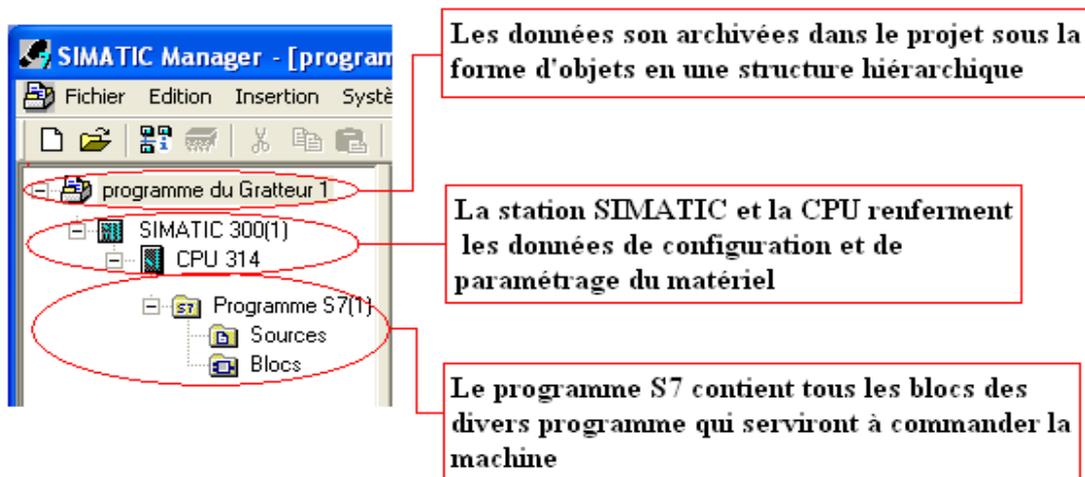
### 3.3.2 Création d'un projet sur step7 :



Un double-clic sur l'icône **SIMATIC Manager** suffit pour lancer le STEP 7

Le lancement de STEP 7 fait ouvrir le gestionnaire de projet SIMATIC Manager. L'assistant de STEP 7 est par défaut toujours actif. Celui-ci a pour but de vous assister dans la création de votre projet STEP 7, pour cela en montre la procédure pour la programmation.

Le contenu d'un projet et représente sur la (Figure 3.5).



*Figure 3.5.* Fenêtre de contenu d'un projet.

### 3.3.3 Configuration & paramétrage du matériel :

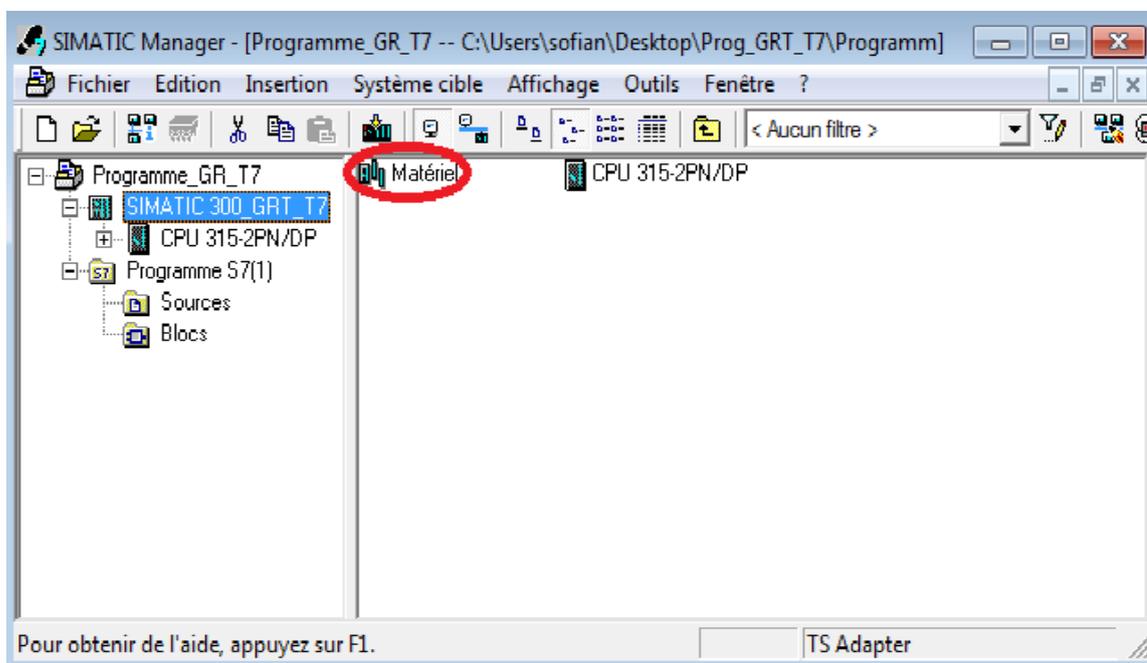
L'application de la configuration matérielle de STEP 7 présente l'avantage que les adresses sont prés-sélectionnées, comme l'illustre la figure 3.5 La configuration matérielle nous permet, non seulement de sélectionner les adresses, mais également de modifier les paramètres et les propriétés des modules.

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

STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration.

Tandis que le "paramétrage", est le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée et pour un réseau. Exemple : une CPU est un module paramétrable. La surveillance du temps de cycle est un paramètre qu'on peut définir, et la définition des paramètres de bus, des maîtres et d'esclaves pour un réseau maître (PROFIBUS) ou d'autres définitions pour l'échange de données entre des composants. Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui, lors de son démarrage, les transmet aux modules. [10]

La mise en œuvre de la configuration matérielle et de la station est réalisée par l'outil Hardware (*Figure 3.6*).



**Figure 3.6.** Ouverture de l'outil de configuration matériel.

- ✓ Un double clic sur « **Matériel** » pour lancez le logiciel de configuration matériel (*Figure 3.7*).

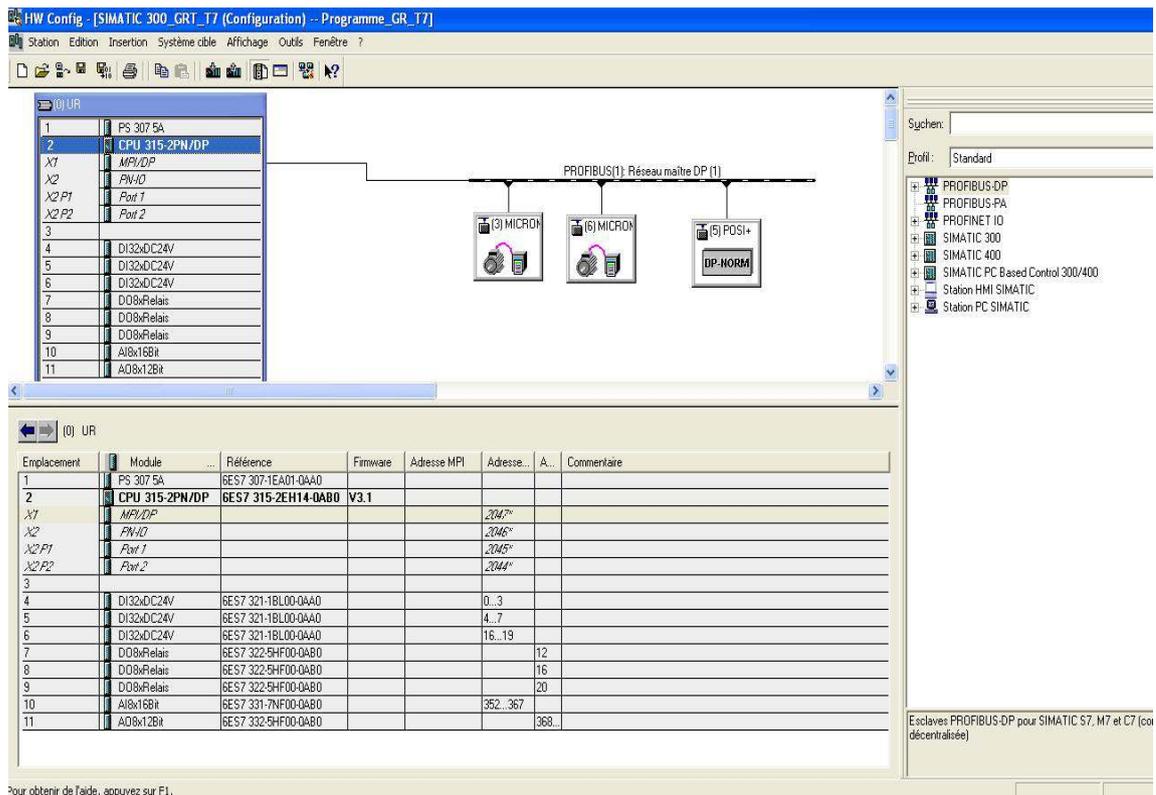


Figure 3.7. Fenêtre de configuration matérielle.

### a communication par profibus DP :

Le Profibus-DP (Decentralised Peripheral ou périphérique décentralisée) est le profil de communication le plus répandu dans l'industrie et le plus prisé pour sa rapidité, ses performances et sa connectique à faible coût. Il est utilisé pour la commande d'actionneurs, ou la vérification de l'état des capteurs, ou bien commandé un autre automate programmable.

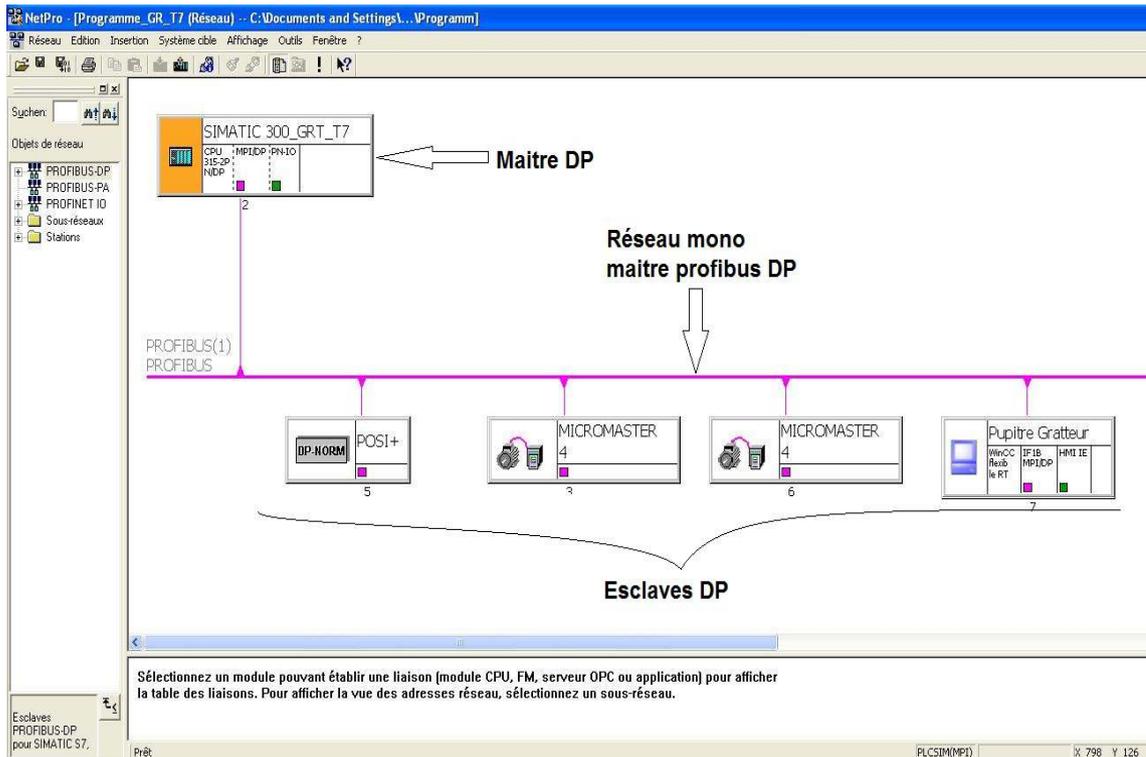
Sa vitesse peut aller Jusqu'à 12 Mbits / s, et il accepte jusqu'à 32 équipements sans répéteur, et 126 équipements avec répéteur. Ceux-ci régénèrent un signal qui permet de cascader les segments, à condition que leur nombre ne dépasser pas 9 répéteurs entre un équipement et le maître.

Ces profils fonctionnent tous suivant le même protocole, deux réseaux DP et PA peuvent être interconnectés à l'aide d'un adaptateur. [11]

Dans cette configuration, l'échange de données entre maître DP et esclave DP Simples, c'est-à-dire modules d'entrées/sorties, le maître interroge l'un après l'autre chaque esclave configuré dans sa liste d'appel et il leur transmet les données de sortie ou

reçoit leurs valeurs d'entrée. Les adresses d'E/S sont attribuées automatiquement par le logiciel de configuration. Cette configuration est aussi appelée système mono maître, puisqu'un seul maître DP est à un sous-réseau PROFIBUS physique avec les esclaves correspondants (figure 3.8).

On clique sur cette icône  Pour ouvrir la configuration réseau par Netpro.



**Figure 3.8.**réseau mono maître profibus DP configuré par Netpro.

- **Communication avec le variateur Micromaster 4 par profibus-DP**

La commande du MICROMASTER 4 s'effectue sur le canal cyclique de PROFIBUS-DP. De plus il est possible d'échanger des paramètres par cette voie. La structure des données utiles pour le canal cyclique est définie dans le profil PPO (Objet Paramètres Données process). La structure des données utiles pour les entraînements, qui permet au maître d'accéder aux entraînements esclaves par un échange de données cyclique. La structure des données utiles dans la transmission cyclique se subdivise en deux parties qui peuvent être transmises dans chaque télégramme:

La zone des données process (PZD), c.-à-d. des mots de commande et des valeurs de consignes et/ou des informations d'état et des valeurs de mesure.

La zone des paramètres (PKW) pour lire / écrire des valeurs de paramètre, par exemple la lecture des défauts ainsi que la lecture des informations concernant les propriétés d'un paramètre comme par exemple la lecture des limites min et max (figure 3.9).

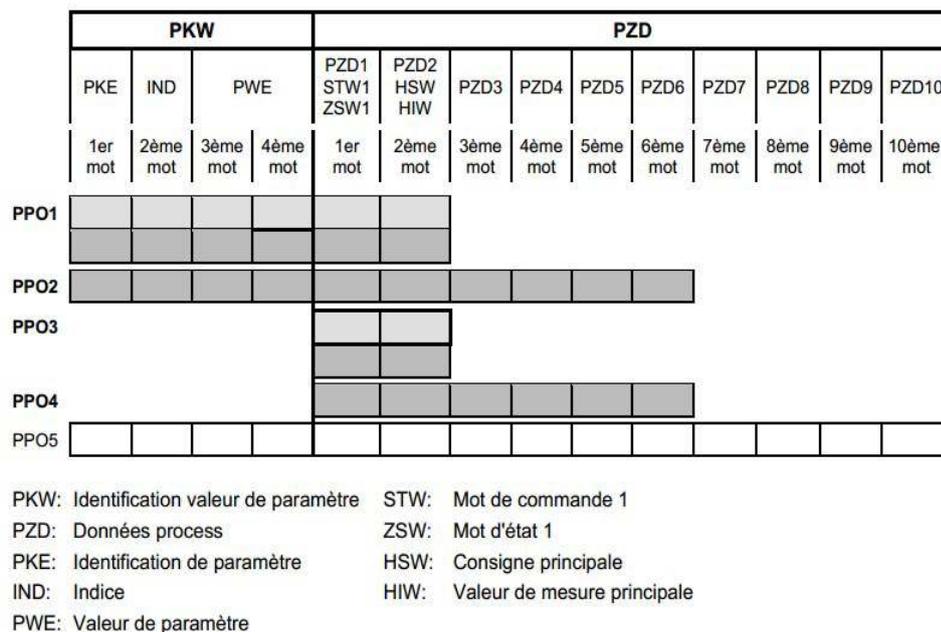
A la mise en service du réseau type bus, on peut, dans le cadre des données de configuration pour le maître, définir le type PPO avec lequel le maître PROFIBUS-DP accède au variateur. Le choix de chaque type PPO est fonction de la tâche affectée au variateur dans le système d'automatisation.

Les données process sont transmises systématiquement. Elles sont traitées dans le variateur avec la priorité maximale et dans les tranches de temps les plus courtes.

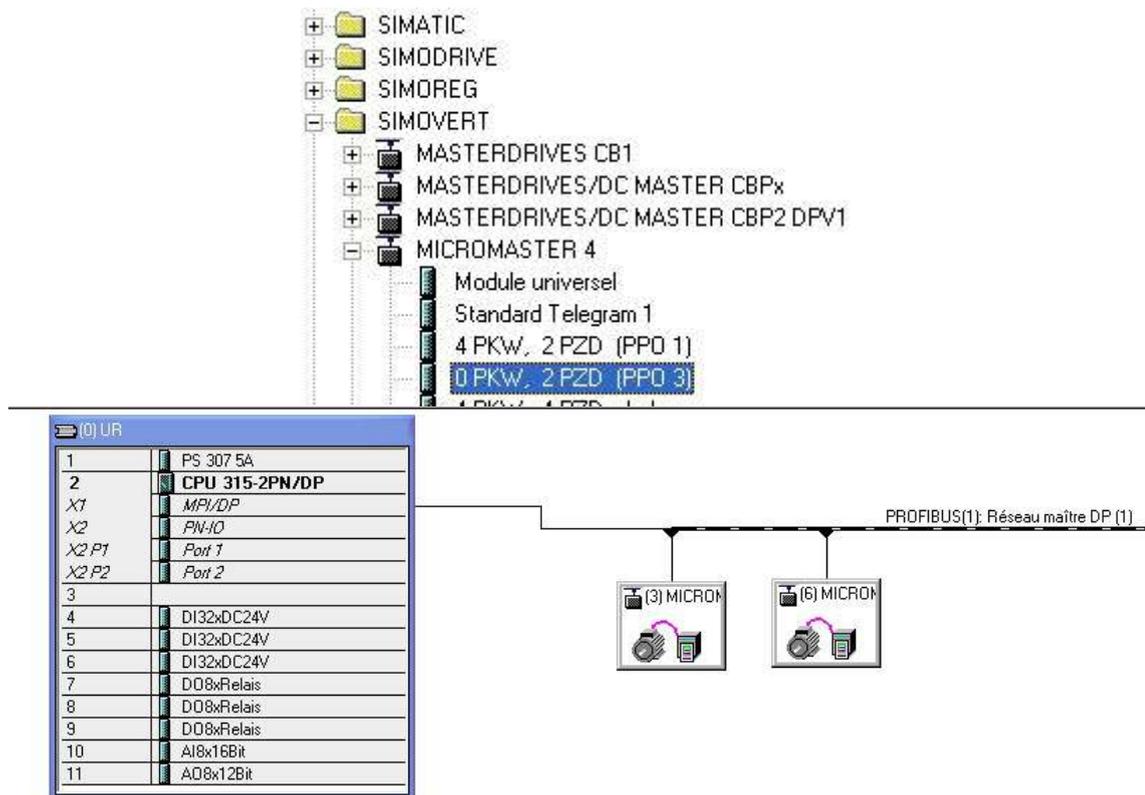
Le variateur est piloté par les données process, par exemple : mise en marche / arrêt, transmission des consignes, etc.

A l'aide de la zone des paramètres, l'utilisateur accède librement par le bus à tous les paramètres se trouvant dans le variateur (figure 3.10). Il peut par exemple lire des informations détaillées concernant des diagnostics, des messages de défaut, etc.

**Remarque** : MICROMASTER 440 supporte PPO1, PPO2, PPO3 et PPO4 dans notre cas on utilise le PPO3.



**Figure 3.9.** Objet paramètres / données process (types PPO).



**Figure 3.10.** Configuration du variateur de vitesses Micromaster4.

- **communication avec le codeur absolu (BEIsensors) profibus-DP:**

Avec PROFIBUS-DP les codeurs absolus sont classifiés de la façon suivante:

- Codeur à fonctionnalités classe 1

Les appareils se distinguent par le fait que seule la valeur de la position (16 bits ou 32 bits) du codeur est transmise via le bus. il n'en résulte aucun paramétrage du codeur. On différencie les configurations D0 et D1. La configuration D0 contient le format de données 1 Word input, et D1 contient 2 Word input.

- codeur à fonctionnalités classe 2

Les appareils se distinguent par le fait qu'ils sont paramétrables via le bus, on différencie les configurations F0 et F1. La configuration F0 contient le format de données sur 1 Word input, et F2 contient 2 Word input. Dans le cadre des évolutions du codeur, une information de vitesse est disponible en option. Cette configuration F3 contient 4 Word input et 4 Word output.

Les données Input sont des données qui sont envoyées par les appareils périphériques au maître ou dans le bus (figure 3.11).

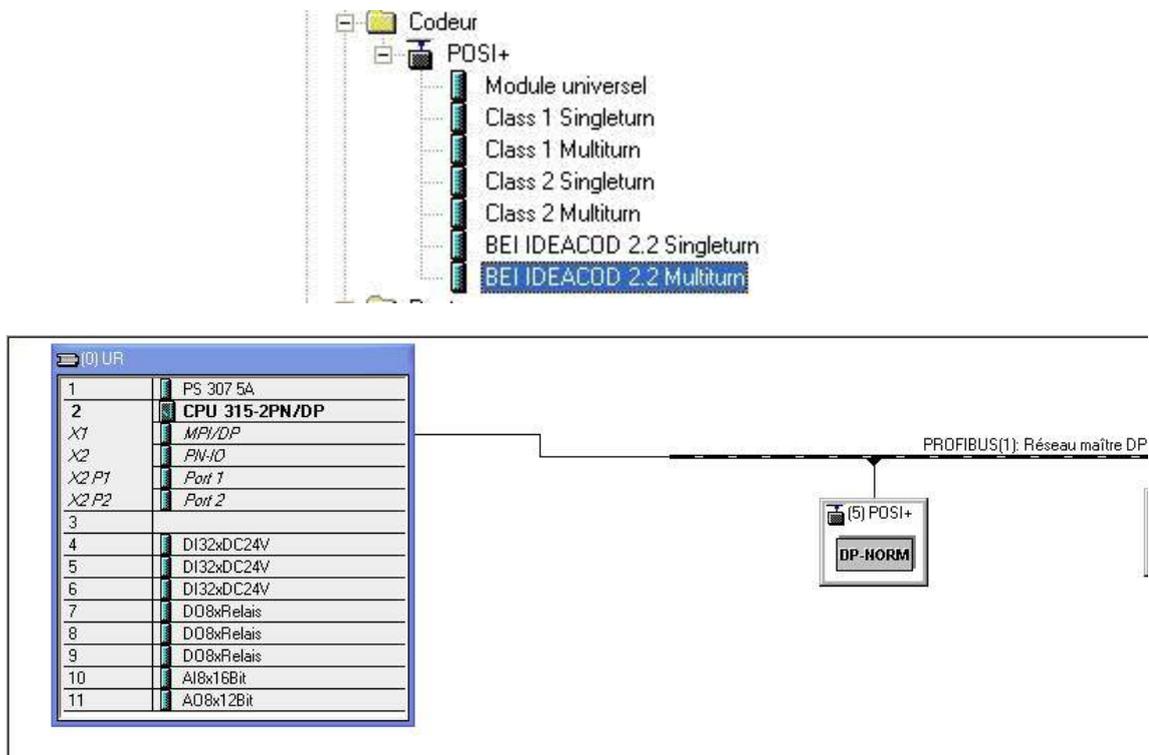


Figure 3.11. La configuration du codeur BEIsensors.

### 3.3.4 Principe & étapes de conception d'une structure de programme:

Dans le logiciel STEP7, le programme peut être organisé en plusieurs structures, et subdivisé en parties autonomes, afin de simplifier l'organisation et la modification du programme et ainsi d'en standardiser certaines parties.

Ces structures sont appelées BLOCS. Ces blocs contiennent des parties de programme et sont de ce fait également désignés comme blocs de code comportant une section de déclaration des variables et une section d'instructions. Le nombre de blocs autorisés par type de bloc, ainsi que la longueur maximale de chaque bloc, dépendent de la CPU (Figure 3.12).

### a Création du programme :

- ✓ On sélectionne le bloc d'organisation OB.
- ✓ On choisit notre langage de programme logique.

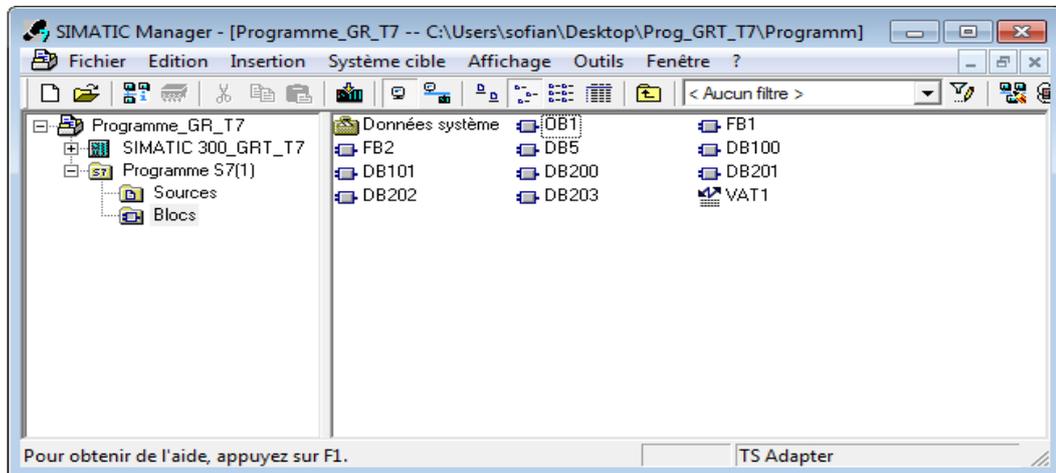


Figure 3.12. Fenêtre choix des blocs d'organisationnelles.

### b Structure du programme :

Le programme utilisé pour la commande de processus du remplissage des ajouts est composé d'un seul bloc d'organisation « OB1 » et deux Blocs fonctionnels « FB1, FB2 » et six blocs des données « DB100, DB101, DB200, DB201, DB202, DB203 » (figure 3.13).

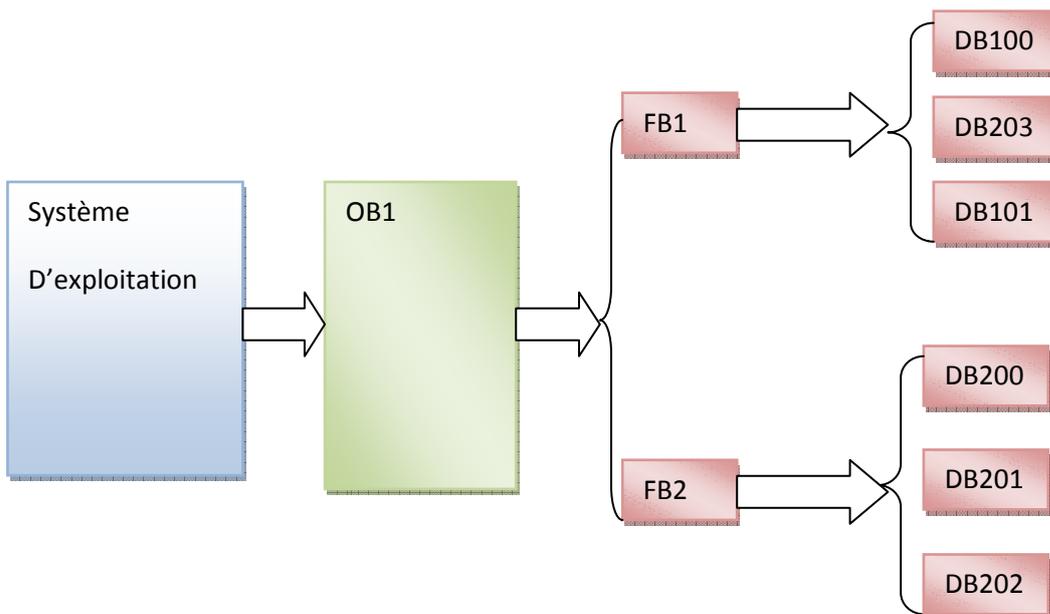


Figure 3.13. Structure du programme.

➤ Les blocs d'organisation (OB) :

Les blocs d'organisation définissent l'ordre (événements de déclenchement) dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. Ils sont appelés par le système d'exploitation selon leur priorité.

Les OB déterminent la structure du programme utilisateur. Ils constituent ainsi un moyen puissant et essentiel pour la programmation structurée. Ils servent par exemple au déroulement cyclique du programme principal, à l'exécution de programmes d'interruption par des fonctions d'alarme ou de temps, ou par des fonctions de diagnostic interne. L'OB1 est très important, en effet, ce bloc d'organisation est examiné à chaque cycle automate. C'est à partir de ce bloc que se feront différents appels de blocs de programme.

➤ Les blocs fonctionnels (FB) :

Les blocs fonctionnels sont subordonnés aux blocs d'organisation. Ils renferment une partie du programme qui peut être appelée dans l'OB1 ou dans un autre bloc fonctionnel FB, chaque bloc fonctionnel contient ces deux instructions par défaut :

- **EN** : L'entrée de validation qui active le cadre de fonction si l'état de signal est à "1"
- **ENO** : La sortie de validation a l'état de signal "1" lorsque la fonction a été exécutée sans erreur.

On a deux blocs moteurs dans notre programme :

**FB1** : Bloc Moteur à 1 seul sens de rotation.

**FB2** : Bloc Moteur à 2 sens de rotation.

Voici les FB qu'on a utilisés avec leurs DB associé :

FB1, DB100 moteur à un seul sens de rotation pour l'entraînement de la chaine de grattage.

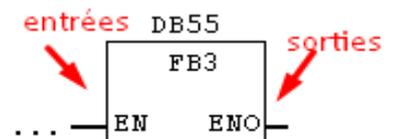
FB1, DB101 Moteur à un seul sens de rotation pour la pompe de graissage.

FB2, DB200 Moteur à deux sens de rotation pour la translation du gratteur

FB2, DB201 Moteur à deux sens de rotation pour le levage rapide de la flèche.

FB2, DB202 Moteur à deux sens de rotation pour le levage lent de la flèche.

FB1, DB203 Moteur à un seul sens de rotation pour l'enrouleur de câble de puissance.



➤ Blocs de données (DB) :

Ces blocs ne contiennent pas d'instructions, leur fonction est de mémoriser les données nécessaires au traitement du programme et les données affectées à chaque bloc fonctionnel. On distingue deux types de blocs de données (tableau 3.3) :

- Blocs de données d'instance : Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres.
- Blocs de données globaux : Ils servent à l'enregistrement des données du programme utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs. [9]

<b>Bloc de données global</b>	<b>Bloc de données d'instance</b>
Tous les blocs (FB, FC et OB) peuvent accéder au DB global.	Le DB d'instance est associé à un FB.
Un DB global peut être créé indépendamment des autres blocs.  L'insertion, la suppression et la modification des variables se fait dans le bloc de données.	Le DB d'instance ne peut être créé que si le FB associé est déjà présent dans le programme.  L'insertion, la suppression et la modification des variables se fait dans le bloc fonctionnel associé.
Les valeurs initiales et les valeurs en cours peuvent être modifiées dans un DB global  La structure du DB global est définie librement.	Les valeurs initiales et les valeurs en cours ne peuvent pas être modifiées dans un DB d'instance..  La structure du DB d'instance est définie par la déclaration des variables dans le FB associé.

**Tableau 3.3.** Comparaison entre les deux types de blocs de données.

Après avoir créé le bloc fonctionnel on suit les instructions de la figure 3.14.

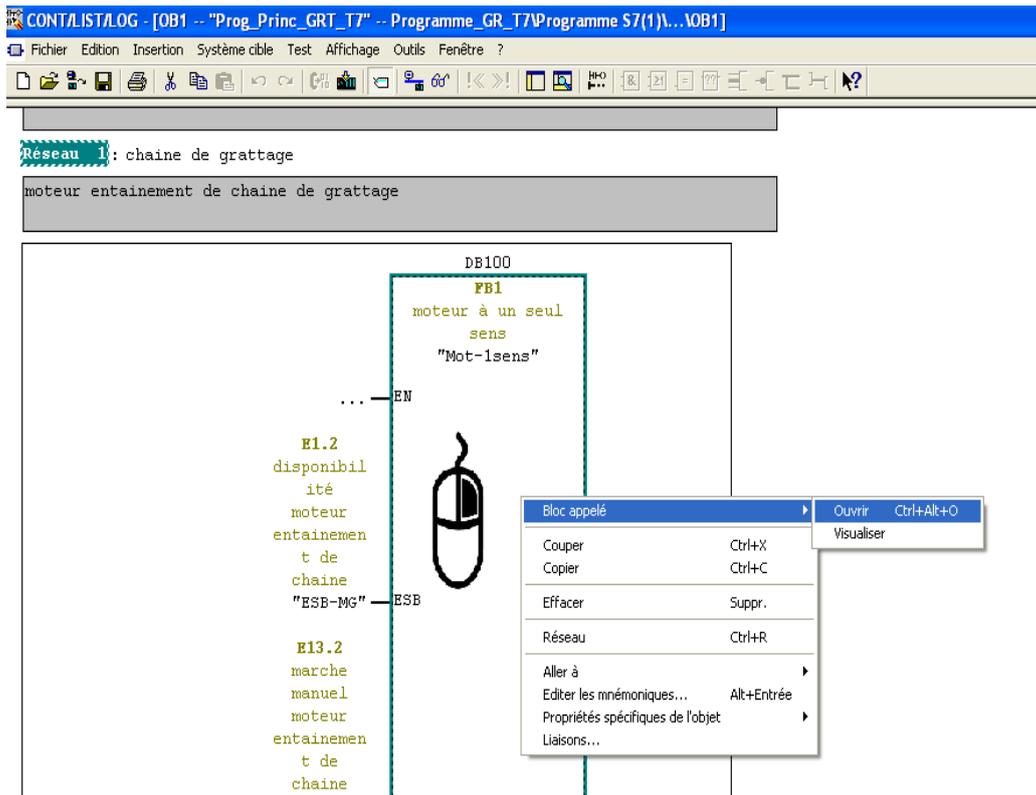


Figure 3.14. Ouverture du contenu du bloc FB1.

Après l'ouverture du FB on peut programmer avec le langage qu'on a choisi, dans notre cas c'est le langage LOG (logique) exemple dans la figure 3.15 ci-dessous :

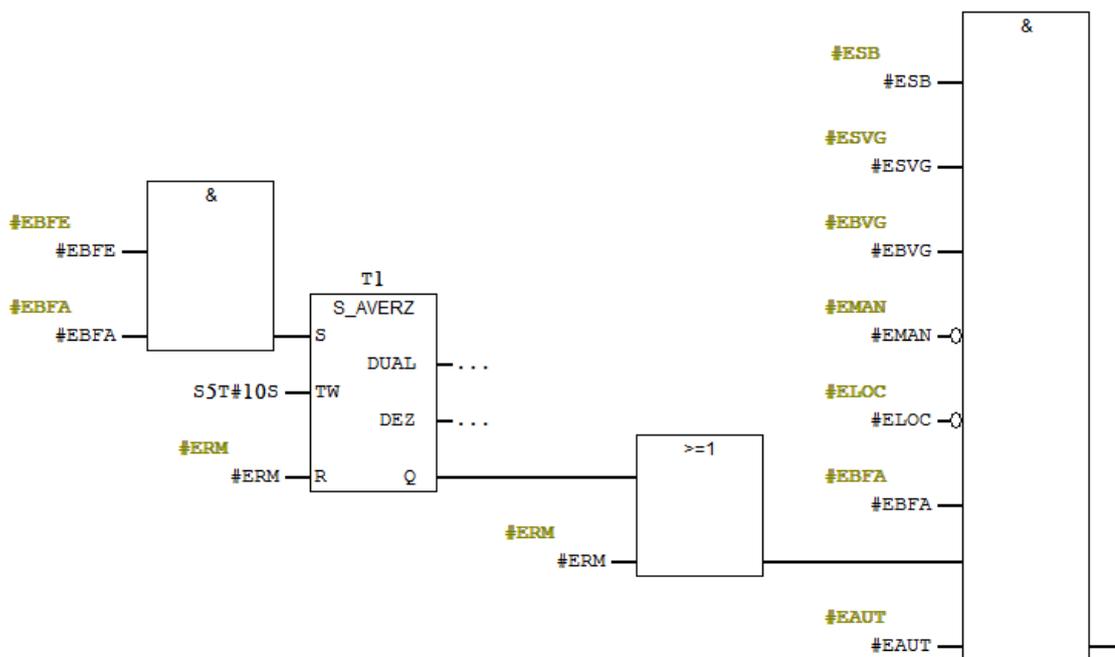


Figure 3.15. Le programme interne du bloc FB.

### 3.3.5 Table de mnémonique :

La table de mnémonique (figure 3.16) représente la totalité des entrées et sorties utiliser dans le programme, à l'ouverture de chaque table de mnémoniques, une fenêtre de travail supplémentaire est créée. Elle comporte des colonnes pour le nom, l'opérande, le type de données et le commentaire d'une mnémonique. Il y a une ligne par mnémonique. Une ligne vide s'ajoute automatiquement à la fin de la table, elle peut servir à définir une nouvelle mnémonique.

109		FCD	E	9.4	BOOL	fin de course positin droite est atteint
110		FCG	E	9.5	BOOL	fin de course positin gauche est atteint
111		FCH	E	9.2	BOOL	fin de course positin haute est atteint
112		klax	A	15.5	BOOL	klaxon de gratteur
113		Mot-1sens	FB	1	FB 1	moteur à un seul sens
114		Mot-2 sens	FB	2	FB 2	moteur à 2 sens
115		PAS	E	4.0	BOOL	le pas de la descente paramétré est fait
116		Prog_Princ_GRT_T7	OB	1	OB 1	Programme principal gratteur T7
117		SLL	E	10.1	BOOL	sélection levage lent
118		SLR	E	10.0	BOOL	sélection levage rapide
119		SST-EN	E	15.3	BOOL	defaut moteur enrrouleur
120		SST-LL	E	15.1	BOOL	defaut moteur levage lent
121		SST-LR	E	15.2	BOOL	defaut moteur levage rapide
122		SST-MG	E	14.7	BOOL	defaut moteur entainement de chaine
123		SST-MP	E	15.4	BOOL	defaut moteur pompe de grissage
124		SST-MT	E	15.0	BOOL	defaut moteur translation
125		STL	E	9.1	BOOL	sélection translation lent
126		STR	E	9.0	BOOL	sélection translation rapide
127		tapis	E	4.2	BOOL	bande avale est en marche
128		trémie	E	9.7	BOOL	niveau trémie atteint

**Figure 3.16.** Table de mnémonique.

## 3.4 Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM :

Après la programmation sous **STEP 7** des différentes étapes et réceptivité, nous avons poursuivi notre travail par une simulation pour tester le bon fonctionnement de l'automatisme sous le logiciel **S7-PLCSIM**.

### 3.4.1 Définition de S7-PLCSIM :

S7-PLCSIM est un logiciel de STEP 7. Son utilisateur suppose que la version de STEP7 soit déjà installée, il permet de tester le programme avant son implantation définitive dans l'automate.

### 3.4.2 Les étapes de simulation d'un projet :

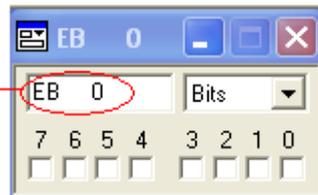
1- Activer le logiciel de simulation en clique sur l'icône suivant : 

2- Pour charger le programme dans la CPU de simulation, nous choisissons la commande Système cible/charger et ou en cliquant sur l'icône suivant : 

3- Configuration de l'API de simulation :

A- Pour créer une fenêtre permettant d'accéder aux entrées intervenant dans le programme (figure 3.17) :

- ✓ Il faut choisir la commande **Insertion/variable d'entrée**.
- ✓ La valeur par défaut est **EB 0** (octet d'entrée 0).

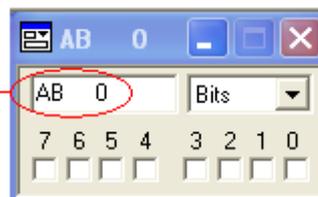


Pour la valider, appuyons sur entrée, sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet EB 0 donné dans la fenêtre.

**Figure 3.17.** Fenêtre des variables d'entrées.

B- Pour créer une fenêtre permettant d'accéder aux sorties intervenant dans le programme (figure 3.18) :

- ✓ Il faut choisir la commande **Insertion/variable de sortie**.
- ✓ La valeur par défaut est **AB 0** (octet de sortie 0).

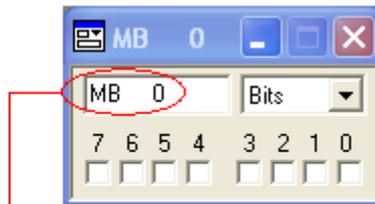


Pour la valider, appuyons sur entrée, sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet AB 0 donné dans la fenêtre.

**Figure 3.18.** Fenêtre des variables de sortie.

C- Pour créer une fenêtre pour mémentos intervenant dans le programme (figure 3.19) :

- ✓ Il faut choisir la commande **Insertion/mémento**.
- ✓ La valeur par défaut est **MB 0** (octet de memento 0).

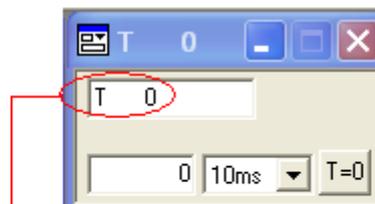


**Pour la valider, appuyons sur entrée, sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet MB 0 donné dans la fenêtre.**

*Figure 3.19.* Fenêtre des mémentos.

D- Pour créer une fenêtre pour les temporisations intervenant dans le programme (figure 3.20) :

- ✓ Il faut choisir la commande **Insertion/temporisation**.
- ✓ La valeur par défaut est **T 0** (le chiffre 0 étant mis en évidence).



**Pour la valider, appuyons sur entrée, sachant qu'on peut modifier le numéro d'octet T0 donné dans la fenêtre.**

*Figure 3.20.* Fenêtre des temporisations.

- E- Choisir dans le menu « **CPU** » dans **S7-PLCSIM** et vérifier que Mettre sous tension est sélectionné.
- F- Choisir la commande « **Exécution** ». Mode continu et vérifier que cycle continu est sélectionné.
- G- Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher « **RUN** » ou « **RUN-P** ».

Une fois que toutes les fenêtres d'entrées et de sorties sont prêtes, on active quelques entrées pour les états des sorties. Dans notre cas, on utilise une fenêtre d'entrées « **EBO** », et une et fenêtre de temporisation « **TO** » et une fenêtre de memento « **MBO** », et fenêtre de sortie « **ABO** », pour la simulation d'avertissement de démarrage « **klaxon active** » (figure 3.21).



Figure 3.21. Exemple de simulation avec S7-PLCSIM1.

### 3.4.3 Visualisation d'état du programme :

Après avoir chargé le programme dans la CPU de la simulation et mis cette dernière en mode « **RUN** », le logiciel STEP7 nous permet de visualiser l'état du programme, avec la fonction « **Teste/Visualiser** » ou en cliquant sur  l'icône. Les états des variables sont montrés dans la figure 3.22 ci-dessous.

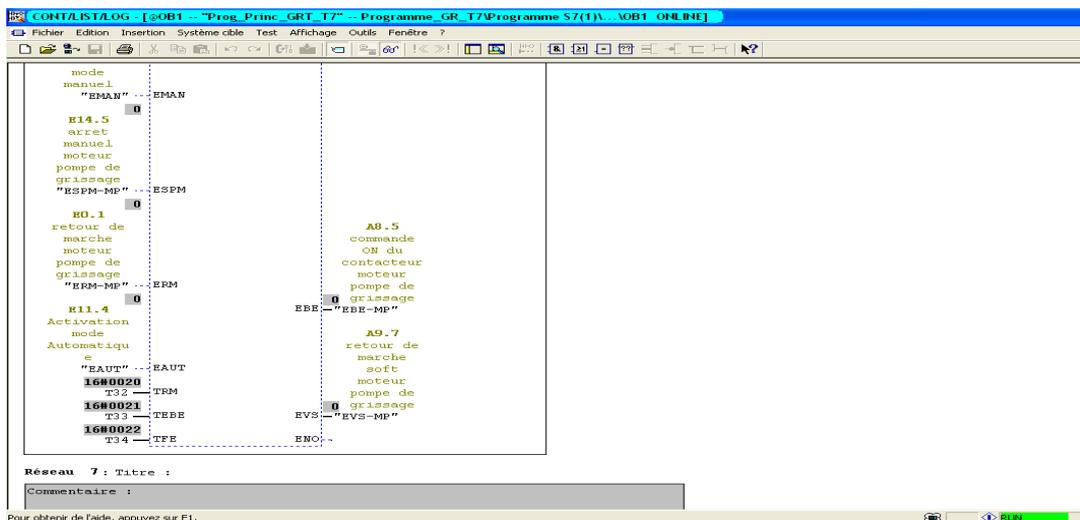


Figure 3.22. Test avec la fonction de visualisation.

### **3.5 Conclusion :**

Au cours de ce chapitre on a vu le concept de la migration matériel ainsi que sa configuration, après on a détaillé les différentes parties de la programmation par le logiciel step7. Le chapitre suivant est consacré à la partie supervision avec le logiciel Wincc Flexible Ce qui est une démarche nécessaire pour la détection des erreurs du programme avant sa mise en fonctionnement.

# Chapitre 4 : simulations et supervision par Wincc flexible

---

## 4.1 Introduction

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage des 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.

Le but de ce chapitre est de présenter les différentes étapes à suivre afin de mettre en œuvre une interface de commande/contrôle du processus de fabrication du ciment. Pour une meilleure compréhension nous présenterons aussi un exemple de simulation.

## 4.2 Interface homme-machine

Les concepts d'automatisation modernes ont, sans cesse, des exigences croissantes en matière de visualisation des processus. Plus particulièrement, il est impératif que la conduite des processus, au niveau machine, fournisse une réponse adaptée aux besoins de simplicité et de performance. L'objectif est de présenter, rapidement et de manière fiable, des données de processus immédiatement compréhensibles par l'opérateur, par exemple, sous la forme d'une courbe graphique. Il est donc indispensable d'archiver les données de processus dès le niveau machine, d'où l'indispensabilité des interfaces homme-machine. Une interface homme-machine (IHM) est une interface qui permet une interaction entre un être humain et une machine. Les IHM varient considérablement, de panneaux de Contrôle pour centrales nucléaires à l'écran des touches d'entrées sur un téléphone cellulaire.

Deux composants sont nécessaires dans une interface homme-machine. La première est une entrée, un utilisateur humain a besoin d'une certaine façon d'indiquer à la machine à faire, ou faire des demandes de la machine, ou la régler. Des exemples de dispositifs d'entrée incluent des claviers, des clés, des commutateurs, des écrans tactiles, manettes de jeux et des souris. Tous ces dispositifs peuvent être utilisés pour envoyer des commandes à un système, ou même un ensemble interdépendant de systèmes. L'interface nécessite également une sortie, ce qui permet à l'appareil de maintenir l'utilisateur humain mis à jour, sur l'état d'avancement des commandes, ou à exécuter des commandes dans l'espace physique. Sur un ordinateur, par exemple, les utilisateurs disposent d'un écran qui peut afficher des informations. Les sorties peuvent également comprendre des choses aussi simples que des voyants d'état qui alertent les gens quand bascule ou des commutateurs ont été activés.



**Figure.4.1** Un IHM tactile MP377 (SIMATIC Panels).

Les SIMATIC Panels de Siemens (figure 4.1) font leurs preuves depuis des années dans les applications et les secteurs les plus divers.

Ils possèdent non seulement un design innovant, mais offrent également des performances élevées. Avec une efficacité de l'ingénierie inégalée jusqu'ici, les pupitres SIMATIC sont clairement structurés :

- Les SIMATIC HMI Basic Panels offrent des fonctions de base pour les applications IHM simples.
- Les SIMATIC HMI Confort Panels conviennent aux applications exigeantes.

### **4.3 Généralités sur la supervision**

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celle des fonctions de conduite, la surveillance réalisée avec les interfaces HMI.

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

- Réponse à des besoins nécessitant en générale une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements du processus et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt....) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

### **4.4 Avantages de la supervision**

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- La détection des défauts avec précision.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.
- Le traitement des données.

### **4.5 Le logiciel Wincc flexible**

Wincc Flexible est un logiciel de supervision développée par SIEMENS, ce Logiciel permet de créer une interface Homme Machine (IHM) graphique pour la

programmation graphique des pupitres ou écran de supervision, en assurant la visualisation et le diagnostic des procédés. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

Le contrôle, proprement dit, du processus est assuré par les automates programmables (API). Wincc nous permet juste de visualiser le processus et de concevoir l'interface utilisateur graphique destiné à l'opérateur. Le processus est visualisé par un graphisme à l'écran. Dès qu'un état du processus évolue, l'affichage est mis à jour.

Wincc facilite la commande du processus. A partir de l'interface utilisateur graphique, l'opérateur peut, par exemple, entrer une valeur de consigne ou ouvrir une vanne.

Lorsqu'un état de processus devient critique, une alarme est déclenchée automatiquement. L'écran affiche une alarme en cas par exemple. De franchissement d'un seuil défini.

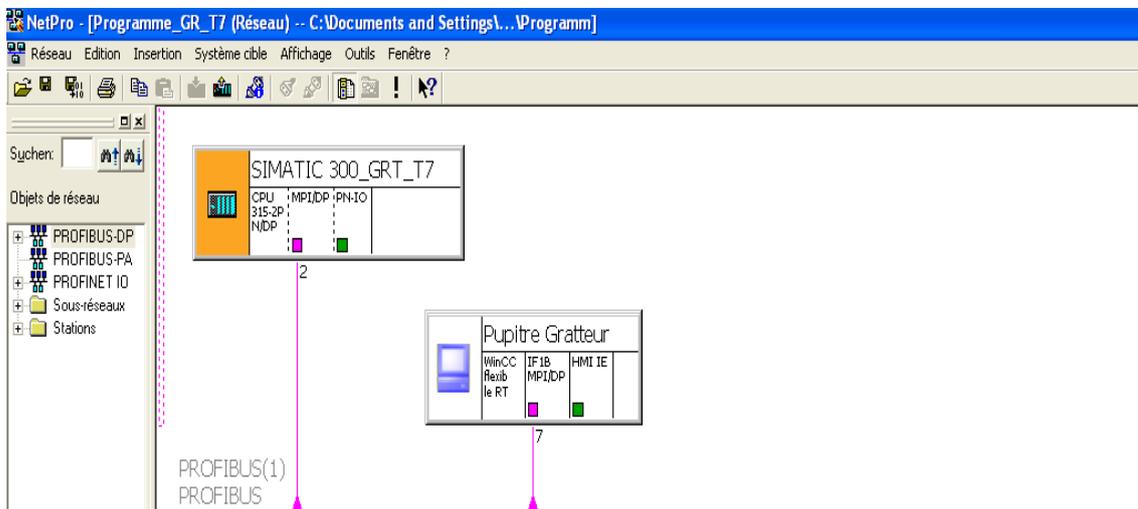
Les alarmes et valeurs de processus peuvent être imprimées et archivées sur support électronique par Wincc. Ceci nous permet de documenter la marche du processus et d'avoir accès ultérieurement aux données de production du passé.

Le système de base Wincc se compose des sous-systèmes suivants :

- Système graphique.
- Système de signalisation.
- Système d'archivage.
- Système de journalisation.
- Communication.
- Gestion des utilisateurs.

Ce logiciel est aussi subdivisé en logiciel de configuration (CS) et en logiciel runtime (RT) :

- Le logiciel de configuration permet de créer un projet.
- Le logiciel runtime permet de mettre le projet en œuvre dans le cadre du processus. Le projet est alors « en Runtime ». Puisque le contrôle proprement dit du processus est assuré par les API, une communication doit s'établir donc entre Wincc et l'opérateur d'une part et entre Wincc et les automates programmables d'autre part. Cette dernière peut être une communication via profibus (figure 4.2). [5]

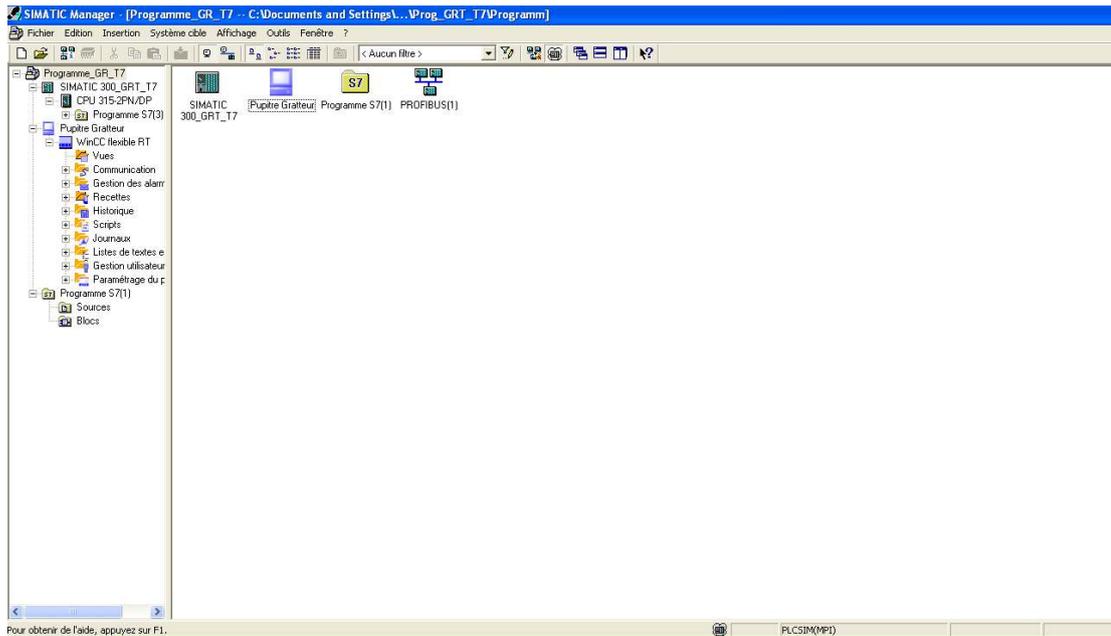


**Figure.4.2** communication entre l'IHM et l'automate s7-300.

## 4.6 Insertion du projet et Configuration de la liaison entre l'IHM et l'API

### 4.6.1 Insertion du projet :

Le projet est à la base de la configuration d'interface graphique, on crée le projet puis on configure tous les objets indispensables à la commande et au contrôle du gratteur (figure 4.3).



**Figure 4.3.** Création du projet.

Après la création du projet on peut ouvrir le projet WF à partir du programme step7 associé en cliquant sur cette icône.



Ensuite un clique sur Vues



on choisit la vue qu'on veut

visualiser



dans le Projet juste après le logiciel WF s'ouvre.

### 4.6.2 Configuration de la liaison

La figure 4.4 montre la configuration de la liaison entre le projet WF et le S7-300. Dans (Pilote de communication) on clique sur l'icône  Liaisons on choisit SIMATIC S7 300/400 ce qui va permettre la communication de l'api s7-300 avec l'interface de commande (wincc flexible).

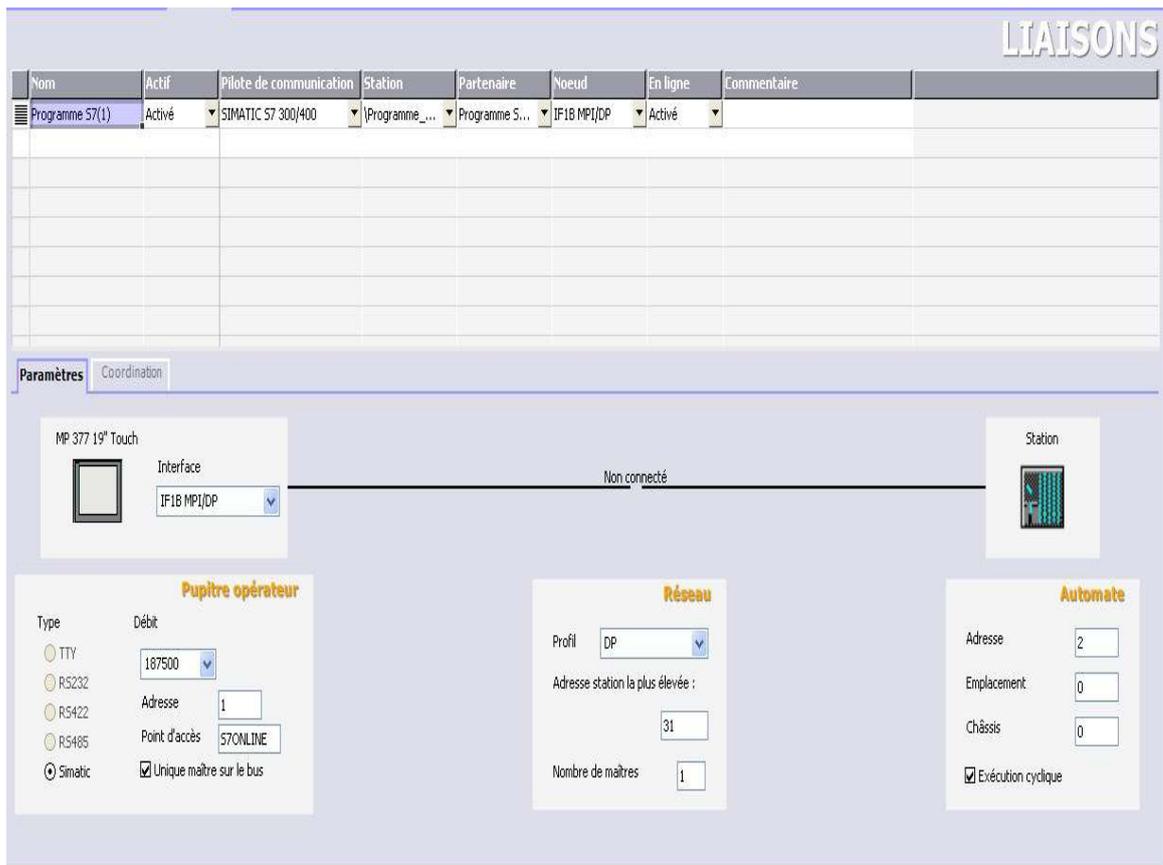


Figure 4.4. Configuration de la liaison.

### 4.6.3 Configuration de l'interface

Pour pouvoir faire la configuration de l'interface graphique, on a recours à trois éléments indispensables:

#### a Les variables :

Une variable est un emplacement mémoire bien défini dans lequel une valeur peut être écrite ou lue. Cela peut se faire depuis l'automate (variable externe) ou depuis le pupitre opérateur appelé écran de supervision (variable interne) figure 4.5.

VARIABLES			
Nom	Mnémonique	Adresse	
Acquitté alarme	<indéfini>	I 22.0	
Alarme general	Alarme general	MW 22	
ANGLE ANALO...	<indéfini>	MD 25	
collision	<indéfini>	MW 29	
EAUT	EAUT	I 11.4	
klax	klax	Q 15.5	
local	local	Q 15.7	
Moteur chaine	Moteur chaine	M 0.1	
Moteur enrouleur	Moteur enroul...	M 0.7	
Moteur Levage L	Moteur Levage L	M 0.4	
Moteur Levage R	Moteur Levag...	M 0.3	
Moteur pompe	Moteur pompe	M 0.5	
Moteur transla...	Moteur transl...	M 0.2	
Moteur transla...	Moteur transl...	M 0.6	
position_1	position	MD 40	
SST-General	SST-General	Q 16.0	
thermique	<indéfini>	MW 20	
trémie	<indéfini>	MW 44	
urgence	<indéfini>	MW 16	
vitesse	vitesse	MD 28	
EMAN	EMAN	I 11.5	
bas	<indéfini>	I 11.6	
haut	<indéfini>	I 11.7	

Figure 4.5. Les variables.

### b Les Alarmes :

Les alarmes (Analogique/Numériques) montrent les événements ou les états de fonctionnement qui se produisent sur le procédé. Les Alarmes peuvent servir par exemple à détecter un défaut et préciser le lieu de l'occurrence des erreurs (figure 4.6).

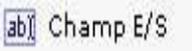
Texte	Numéro	Classe	Variable de déclenchement	Numéro de bit	Adresse de déclenchement	Journal
Défaut disponibilité générale	1	Avertissements	Alarme general	0	M 23.0	Activé
collision	2	Avertissements	collision	1	M 30.1	Activé
défaut thermique	3	Avertissements	thermique	2	M 21.2	Activé
niveau trémie atteint	4	Avertissements	trémie	3	M 45.3	Activé
Arrêt d'urgence	5	Avertissements	urgence	4	M 17.4	Activé

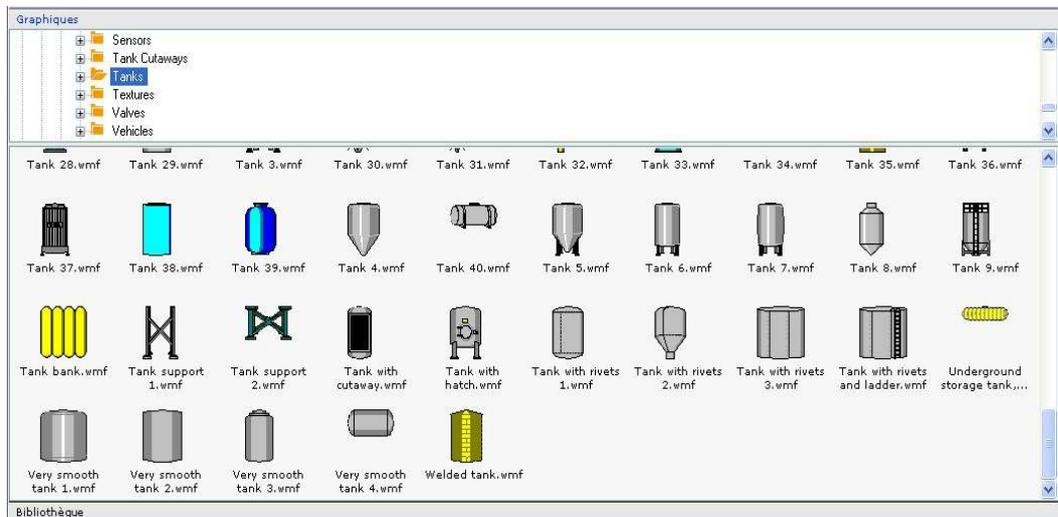
Figure 4.6 Alarmes.

**c les vues :**

C'est les éléments principaux du projet, elles permettent la visualisation et la commande des différentes parties du procédé. On a utilisé pour commander et contrôler le fonctionnement du grateur, a partir des outils du WF on peut créer la vue avec les objets adéquats.

Il existe deux types d'objet :

- **Les objets statiques :** Il s'agit d'objets de pur dessin comme ceux que nous trouvons dans une application graphique, par exemple des lignes, des cercles, des polygones, du texte statique.
- **Les objets dynamiques :** (figure 4.7) ils sont dynamisés via une connexion avec les variables selon le déroulement du programme step7, ils indiquent toujours les valeurs actuelles d'un point de mesure de l'installation. On peut afficher une vitesse d'un moteur ou un positionnement à partir d'un  champ E/S.



**Figure 4.7.** Bibliothèque dynamique.

**Exemple :**

Moteur à l'arrêt



Moteur en marche



L'interface graphique réalisée est composé de deux vues:

➤ **Vue Grateur :**

C'est la vue principale de l'interface Elle permet la commande et la visualisation global du grateur (figure 4.8).

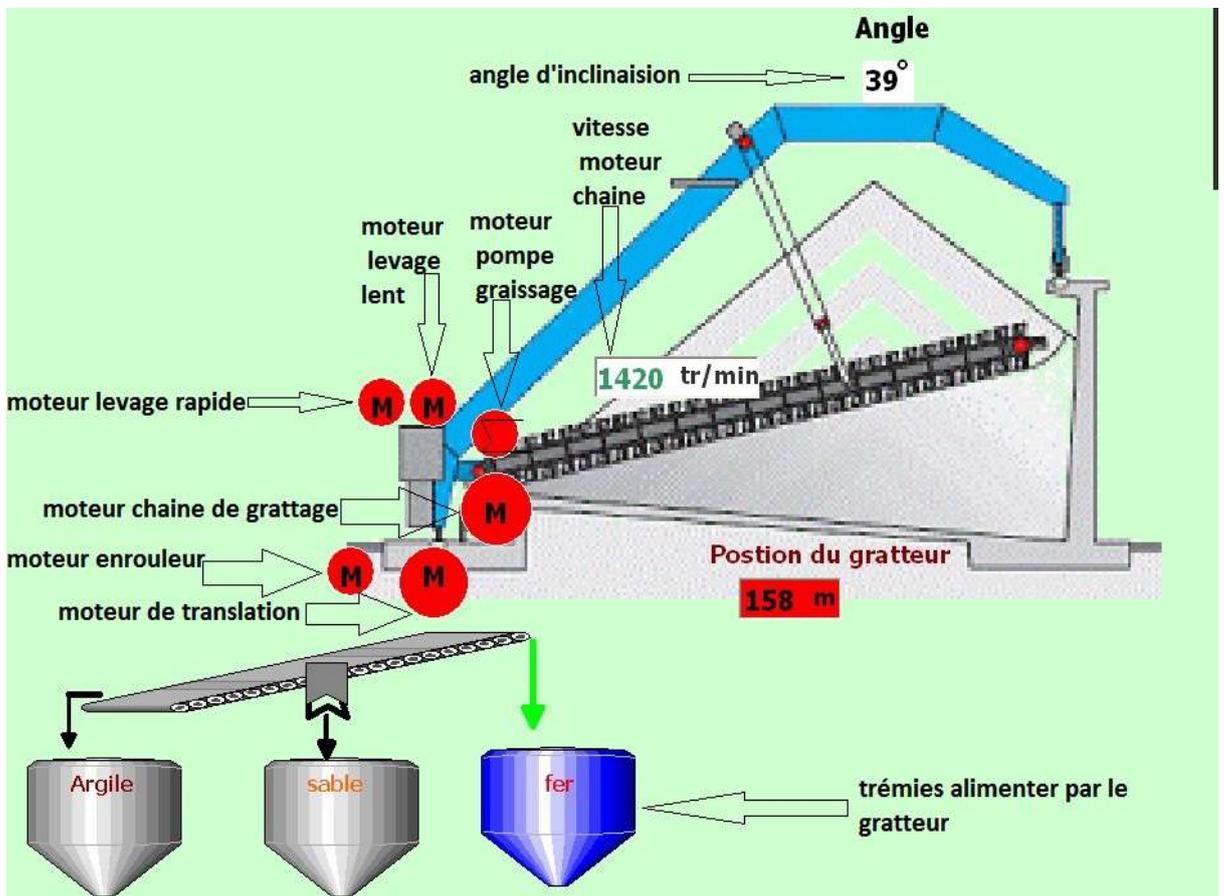


Figure 4.8 Zone visualisation du système dans la Vue Grateur.

Commande via l'écran de supervision à partir des boutons crée dans la vue Grateur (figure 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) :

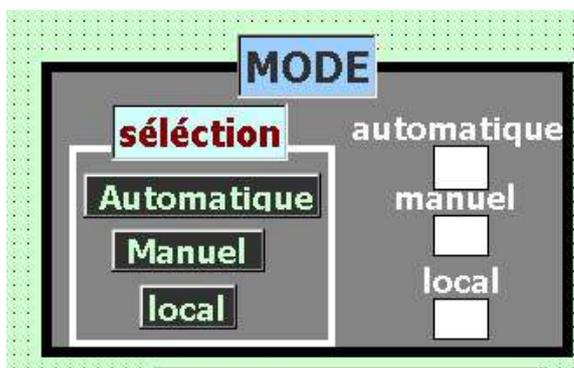


Figure 4.9. Sélection du mode.

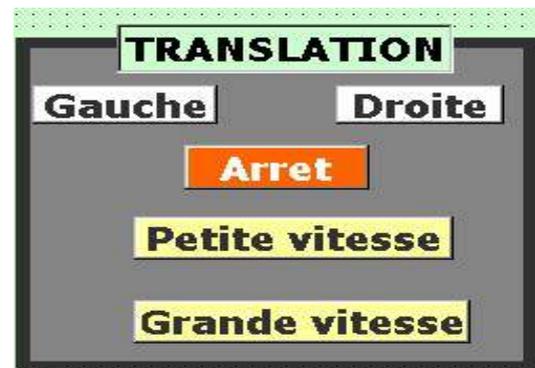


Figure 4.10. Commande moteur translation.



**Figure 4.11.** Commande moteur de la chaine.



**Figure 4.12.** Commande moteur Levage.

En haut de la vue Gratteur on a créé un champ messages des alarmes (figure 4.13) contenant un texte alarme plus l'heure de ce message, ou ces derniers défilent avec le plus récent en premier, le bouton Acquitter permet de validé l'alarme affiché après on peut la retrouver dans la vue alarmes en appuyant sur le bouton DEFALTS, l'alarme peut être un avertissement ou une erreur.



**Figure 4.13.** Message alarme dans la vue gratteur.

➤ **vue Alarme :**

Cette vue nous permet de connaître la source et la nature des défauts qui se produisent pendant le fonctionnement du gratteur, munit d'un bouton d'acquiescement d'alarme (figure 4.14).

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
1	06:26:37	08/06/2016	A	Défaut disponibilité générale	0
4	06:25:35	08/06/2016	A	niveau trémie atteint	0
5	06:25:35	08/06/2016	A	Arrêt d'urgence	0
3	06:25:35	08/06/2016	A	défaut thermique	0

Figure 4.14. Historique d'alarmes dans la vue alarmes.

#### 4.6.4 Simulation du projet

Pour simuler le projet il suffit de cliquer sur l'icône du Démarrage du système RUNTIME



S'il n'y a aucune erreur de configuration le système runtime de la Simulation de l'interface graphique démarre et lance l'ouverture de la fenêtre du simulateur ou on peut simuler les vues configurer par exemple ci-dessous la figure 4.15 représente la simulation de la vue gratteur.

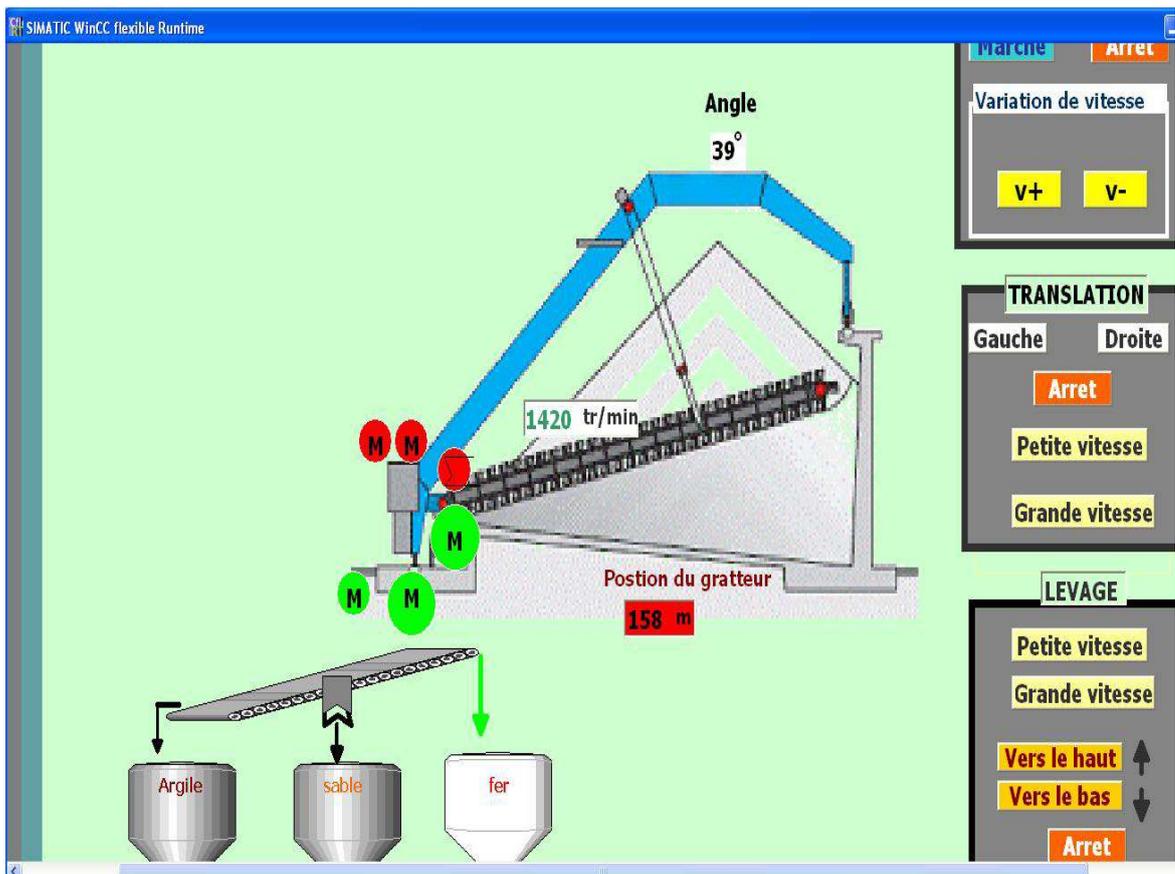


Figure 4.15. Une partie de la Simulation de la vue gratteur.

## **4.7 Conclusion :**

Dans ce dernier chapitre nous avons développé une interface de supervision avec Wincc flexible, afin de commander et surveiller le gratteur localement, les tests de simulation que nous avons effectuée confirment le bon fonctionnement du gratteur grâce à cette interface graphique.

# Introduction générale

---

Les industries de nombreux secteurs d'activité sont soumises de plus en plus à la concurrence du marché, Pour assurer leurs bénéfices. Les entreprises doivent développer leurs systèmes de production en vue d'atteindre des objectifs de plus en plus exigeants comme le coût, la qualité et le respect de délai. Cela exige généralement le recours aux nouvelles technologies dans leur système de production en développant les commandes automatisées. C'est la solution optimale vu les nombreux avantages qu'elle présente. Cette technologie est en perpétuelle évolution dans tous les domaines d'applications: capteur, automate programmable, interface de supervision...etc.

La société des ciments de la Mitidja(SCMI) est l'une des entreprises qui opte sur cette solution pour améliorer leur procédé de fabrication. C'est dans ce contexte qu'on nous a proposé d'effectuer la migration de la commande existante du grateur semi-portique vers une commande basée sur un api S7-300 ; ainsi que la supervision locale du grateur par un pupitre de commande pour plus de flexibilité et permettre une interactivité homme machine.

Notre travail sera organisé comme suit: chapitre 1 nous présentons les différents ateliers de la cimenterie et l'étude générale du procédé de fabrication du ciment dans la SCMI. Chapitre 2 nous réalisons une description du grateur semi portique qui est l'objet de notre projet, en détaillant son fonctionnement et l'identification de son instrumentation. Le chapitre 3 porte sur l'élaboration du programme d'automatisation du processus avec le logiciel step7 et la configuration de la station de commande proposée : migration matérielle de la station SIMATIC S5 vers la station SIMATIC S7.Le quatrième chapitre est consacré à la création d'une interface de supervision locale au niveau du grateur à l'aide du logiciel Wincc Flexible.