

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté de Technologie
Département Génie Mécanique

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER** en :

Filière : Electromécanique.
Spécialité : Mécatronique

THEME

Optimisation et automatisation d'un broyeur a tamis par un automate programmable industrielle s-7 300

Présentée par :

M^{lle}.DEKOUM Hassiba

M^{lle}.LKHERBA Zahra

Promoteur : **Dr.MECHAKRA Hamza**

Co- Encadrent : **Mr.BERRABAH Fateh**

Année universitaire 2023- 2024

Remerciement

Nous remercions d'abord et toujours Dieu le Tout-Puissant, qui nous a donné la force et la patience de continuer.

Nous tenons à exprimer nos remerciements et notre gratitude les plus vifs et les plus sincères à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Plus particulièrement, nous remercions **M. MECHAKRA Hamza** pour son encadrement, son aide, ses conseils et ses orientations tout au long de l'élaboration et de la réalisation de notre projet de fin d'études, et ce malgré son emploi du temps chargé.

Nous remercions également **M. Mokhtari Billel**, ingénieur en automatisme à la briqueterie Tidjelabine, de nous avoir encadrés lors du développement de notre code de simulation. Nous remercions particulièrement **M. BOUMEKOUENZ Yacine**, chef du bureau des méthodes, et **M. BERRABAH Fatah**, chef de maintenance à **Briqueterie Tidjelabine**, et Ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans leur aide pratique, leur soutien moral ainsi que leurs précieux encouragements.

Nous tenons à remercier tous les enseignants qui ont participé, contribué et prodigué toutes les connaissances nécessaires à notre formation durant tout le temps que nous avons passé à l'université, ainsi qu'à l'élaboration de ce travail, représentant le fruit de plusieurs années d'études.

Nous remercions aussi, Messieurs le Président et les membres du jury, M. CHELLIL Ahmed et M. LECHEB Samir, qui ont accepté d'évaluer notre projet de fin d'études.

Dédicace

Je dédie ce travail,

A ma très chère mère, la lumière qui illumine mon chemin, Grâce à vos actions et à vos conseils, vous m'avez montré l'essence même de l'intégrité, du courage et de la gentillesse Je suis reconnaissant pour votre soutien et votre amour sans fin. Que Dieu te garde.

A mon très cher père, mon exemple éternel, Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, Vous êtes mon héros et je vous en serai éternellement reconnaissant. Que Dieu te protège.

A Hanane, Merci de toujours être à votre écoute, pour vos sages conseils et pour l'amour que vous avez si généreusement versé dans tous les aspects de ma vie.

*A mes frères **Khaled** et **Mouhamed**, Merci d'être toujours là pour moi.*

*A **Naima**, **Daouia** et **Fatima –Zohra**.*

*A mon binôme **Hassiba** avec qui j'ai passé l'une des meilleures années durant mon cursus universitaire.*

*A mes amies **Sabrine**, **Wiam**, **Bouchra**, **Asma** et **Lynda**.*

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

L. Zahra

Dédicace

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

A l'homme de ma vie

A mon cher père qui décède trop tôt, qui m'a toujours poussé, m'encouragé et motivé dans mes études. Je ne saurais exprimer mon grand chagrin en son absence, j'aurai aimé qu'il soit à mes côtés ce jour. Que ce travail soit une prière pour le repos de son âme.

A ma très chère maman

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon grand respect et ma reconnaissance pour les sacrifices qu'elle a consentit pour mon éducation.

J'implore dieu de tout puissant de l'accorder bonne santé et longue vie.

*A mes chères sœurs **Ratiba, Moufida** et sa fille **Tawba** et son fils **assil** que j'adore, **Nessrine** et **Rania**.*

*A mon chère frère **Said** et sa femme.*

*A Mon binôme, **Zahra**, pour sa patience et son sens de la responsabilité tout le long des deux années que nous avons passé ensemble à étudier.*

*A mes chères amies **Asma, Djawher, Lamia, Nesrine, Lamia, Roumaissa** , **Wiza** et **Lynda***

Qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

Et à tous les membres de ma famille et tous ceux que j'aime.

D. Hassiba

ملخص:

هذه المذكرة تقدم حلا بالرقمنة لمعالجة مشاكل السلامة والكفاءة والموثوقية وبالأخص الصيانة في محطة الفرز والسحق في مصنع الطوب TEDJELABINE.

بهذا الصدد قمنا باقتراح تصميم نظام تحكم رقمي مستند إلى وحدة تحكم قابلة للبرمجة Siemens S7-300، مستخدمين برمجيات STEP7 للبرمجة بلغة السلم المتدرج. بالإضافة إلى ذلك، قمنا بتطوير واجهة رسومية للتفاعل بين الإنسان والآلة (HMI) للرصد والتحكم، باستخدام برنامج WinCC المرن.

لقد مكنتنا هذا المشروع من التعرف على وحدة التحكم القابلة للبرمجة Siemens S7-300 وبرمجة العمليات الصناعية، مما زاد من معرفتنا في المجال الصناعي.

الكلمات المفتاحية: طحن، غربلة، طوب، المرن WinCC، GRAFCET، STEP، PLC 7-300S7.

Abstract :

This work detected to presents a solution to address the safety, efficiency, reliability, and maintenance issues of the screening and crushing installation at the TEDJELABINE brick factory.

We propose the design of a digital control system based on a Siemens S7-300 programmable logic controller, utilizing STEP7 software for programming in ladder logic. Additionally, we have developed a Human Machine Interface (HMI) graphical interface for supervision, using WinCC flexible software.

This project has enabled us to become familiar with the Siemens S7-300 programmable logic controller and industrial process programming, while also enhancing our knowledges in the industrial domain.

Keywords : Screening, Grinding, Brick, S7-300, STEP7, Sequential Function Chart (GRAFCET), WinCC flexible.

Résumé :

Ce mémoire présente une solution pour résoudre les problèmes de sécurité, de rendement, de fiabilité et de maintenance de l'installation de tamisage et de concassage de la briqueterie TEDJELABINE.

Nous proposons la conception d'un système de commande numérique basé sur un automate programmable Siemens S7-300, utilisant les logiciels STEP7 pour la programmation en langage à contact. De plus, nous avons créé une interface graphique HMI (Human Machine Interface) pour la supervision, grâce au logiciel WinCC flexible.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec l'automate programmable S7-300 et la programmation de processus industriels, tout en développant nos connaissances dans le domaine industriel.

Mots clés : Broyage, Tamisage, Brique, Automate S7-300, STEP7, GRAFCET, WinCC flexible.

Table des matières

Introduction générale

Présentation de lieu de stage

1. Présentation de lieu de stage :.....	1
2. Historique.....	1
3. Son Activité :.....	1
4. Processus de production de la brique rouge :.....	2
4.1. Préparation :.....	2
4.2. Façonnage :.....	2
Façonnage A :.....	2
Façonnage B :.....	2
4.3. Produit vert :.....	3
4.4. Séchage :.....	4
4.5. Empilage :.....	4
4.6. Four :.....	4
4.7. Dépilage:.....	5

Chapitre I : Recherche bibliographique d'installation de broyage et tamisage

I.1. Introduction.....	6
I.2. Définition de broyage.....	6
I.3. Définition de Tamisage.....	7
I.4. Description de la chaine de l'installation.....	8
I.4.1. Parties mécaniques.....	8
I.4.1.1. Trémie vibrante.....	8
I.4.1.2. Le crible (tamis) vibrant.....	9
I.4.1.3. Le broyeur.....	10
I.4.1.4. Convoyeur a bande.....	11
I.4.1.5. Réducteur moteur.....	11
I.4.2. Partie électrique.....	12

I.4.2.1. Disjoncteur moteur	13
I.4.2.2. Contacteur	14
I.4.2.3. Borniers électriques.....	14
I.4.2.4. Les moteurs asynchrones.....	15
I.5. Principe de fonctionnement de l’installation	16
I.6. Analyse fonctionnelle	17
I.6.1. Analyse fonctionnelle de l'automatisation de l'installation de broyage et criblage..	17
I.6.2. Utilisation de SysML	18
I.6.3. Analyse fonctionnel externe	19
I.6.3.1. Définition de besoin	19
I.6.3.2. Expression du Besoin	20
I.6.3.3. Cahier de charge	22
I.6.4. L’analyse fonctionnelle interne	22
I.7. Les avantages de broyeur à tamis.....	23
I.8. Inconvénients du Broyeur à Tamis	24
I.9. Conclusion	24
 Chapitre II : Modélisation et présentation des grafcet d’installation.	
II.1.Introduction.....	25
II.2. GRAFCET.....	25
II.2.1. Définition de GRAFCET.....	25
II.2.2 Les Types de GRAFCET.....	26
II.2.2.1. GRAFCET de niveau 01 (GRAFCET/ partie système).....	26
II.2.2.2. GRAFCET de niveau 02 (GRAFCET/ partie opérative).....	26
II.2.2.3. GRAFCET de niveau 03 (GRAFCET/ partie commande).....	26
II.2.3. Aiguillage en OU.....	26
II.2.4. Aiguillage en ET.....	26
II.3. Inventaires des entrées/Sorties.....	27
II.3.1. Inventaire des entrées	27
II.3.2. Inventaire des sorties.....	29
II.4. GRAFCET d’installation.....	29

II.4.1. GRAFCET Sécurité	29
II.4.2. GRAFCET global de l'installation « GRAFCET micro étape »	30
II.4.3. GRAFCET trémie macro étape M10	31
II.4.3.1. Description grafcet trémie 10.....	31
II.4.4. GRAFCET tapis 20 « macro étape M20 »	32
II.4.4.1. Description grafcet tapis 20	32
II.4.5. GRAFCET tamis 30 « macro étape M30 »	33
II.4.5.1. Description grafcet tamis M30.....	33
II.4.6. GRAFCET tapis 40 « macro étape M40 »	34
II.4.6.1. Description grafcet tapis 40	34
II.4.7. GRAFCET broyeur 50 « macro étape M50 »	35
II.4.7.1. Description grafcet broyeur M50.....	35
II.4.8. GRAFCET tapis 60 « macro étape M60 »	36
II.4.8.1. Description grafcet tapis 60	36
II.4.9. GRAFCET tapis 70 « macro étape M70 »	37
II.4.9.1. Description grafcet tapis 70	37
II.5. Conclusion	38

Chapitre III : Présentation d'automate programmable industrielle.

III.1. Introduction	39
III.2. Le but de l'automatisation.....	39
III.3. Le système automatisé industriel	39
III.4. La structure d'un système automatisé	40
III.4.1. Partie commande.....	40
III.4.2. Partie opérative	41
III.4.3. Les capteurs	42
III.4.4. Les Interfaces	42
III.5. Généralité sur les automates programmables.....	42
III.5.1. Définition de l'API.....	42
III.5.2. Les types d'automate	43
III.5.2.1. Compact :	43
III.5.2.2. Modulaire :.....	43
III.5.3. L'architecture des automates	44
III.5.3.1. La structure interne	44

III.5.3.2. La structure externe	46
III.5.3.3. Nature des informations traitées par l'automate.....	47
III.5.3.4. Principe de fonctionnement	48
III.5.3.5. Choix d'un automate programmable industriel	48
III.5.3.6. La sécurité.....	49
III.5.4. Présentation générale de l'automate S7-300 Siemens	49
III.5.4.1. Définition	49
III.5.4.2. Caractéristiques de l'automate S7-300	49
III.5.4.3. Les modules de S7-300.....	50
III.6. Les avantages de l'automatisation.....	53
III.7. Les inconvénients de l'automatisation	54
III.8. Conclusion :.....	54

Chapitre IV : Aperçu sur STEP7 et WinCC

IV.1. Introduction.....	55
IV.2. Présentation de logiciel de programmation STEP7	55
IV.2.1. Définition du logiciel STEP7 [18].....	55
IV.2.2. La programmation en STEP 7	55
IV.2.2.1. Programmation à Le schéma logique (LOG)	55
IV.2.2.2. Programmation à Le schéma contact (CONT)	55
IV.2.2.3. Programmation à Liste d'instruction (LIST).....	56
IV.2.3. Structure du programme STEP7.....	56
IV.2.3.1. Blocs existant sur STEP7	56
IV.2.3.2. Editeur des mnémoniques.....	57
IV.2.3.3. Configuration matérielle.....	58
IV.2.4. Création d'un projet STEP7	57
IV.2.4.1. Configuration matérielle (Partie Hardware)	58
IV.2.4.2. Le Simulateur des programmes S7-PLCSIM	60
IV.3. Présentation de logiciel de supervision WinCC flexible	61
IV.3.1. Définition de WinCC flexible	61
IV.3.2. Définition de la supervision.....	61
IV.3.3. Système HMI.....	62
IV.3.4. Eléments de WinCC flexible	62
IV.3.5. Intégration de WinCC flexible à STEP7	62

IV.3.6. La liaison WinCC avec PLCSIM 63
 IV.3.6.1 Compilation et Simulation..... 63
IV.4. Conclusion : 63

Chapitre V : Application et validation

V.1. Introduction :.....65
V.2. Les étapes de développement de notre travail.....65
V.3. Conception d’installation de concassage et tamisage.....65
V.4. La description de fonctionnement des modes de programme.....67
 V.4.1. Le fonctionnement d’installation devisé en trois modes d’après le programme.....67
V.5. Programmation sur STEP7.....67
 V.5.1. Configuration du matériel dans STEP7.....67
 V.5.2. Table des mnémoniques.....68
 V.5.3. Simulation dans PLCSIM.....70
 V.5.4. Programme en STEP7.....71
V.6. Création de la station HMI sur WinCC flexible..... 84
 V.6.1. Création des variables de notre application 85
 V.6.2. Configuration de la liaison..... 86
 V.6.3. La simulation de projet à l’aide de WinCC flexible 87
V.7. Conclusion..... 88

Conclusion générale

La liste des figures

Présentation de lieu de stage

Figure 1: Brique type 08 Trous.....1
Figure 2 : Brique type 12 Trous.....1
Figure 3: Organigramme de la zone Préparation.....2
Figure 4 : Organigramme des Zones Façonnage A et Façonnage B.....3
Figure 5: Organigramme de la zone Produit vert.....3
Figure 6 : Organigramme de la zone séchage.....4
Figure 7 : Zone d'empilage.....4
Figure 8 : Diagramme Zone de dépilage.....5

Chapitre I : Recherche bibliographique d’installation de broyage et tamisage

Figure I-1 : Trémie vibrante.....8
Figure I-2: Crible vibrant.....9
Figure I-3: Broyeur.....10
Figure I-4: Convoyeur a bande.....11
Figure I-5: Réducteur moteur de tamis et ça plaque signalétique.....12
Figure I-6 : Disjoncteur moteur.....13
Figure I-7: Contacteur.....14
Figure I-8: Borniers électrique.....14
Figure I-9: Moteur asynchrone.....16
Figure I-10: moteur de trémie vibrante.....16
Figure I-11 : moteur de tamis vibrant.....16
Figure I-12 : moteur de broyeur.....16
Figure I-13 : Les diagrammes utilisés dans l'analyse fonctionnelle.....18
Figure I-14 : Diagramme d’utilisation d’automatisation d’une installation de broyage.....20
Figure I-15 : Diagramme d’exigence de l’automatisation de l’installation.....22
Figure I-16 : Diagramme définition des blocs.....23

Chapitre II : Modélisation et présentation des grafcet d’installation.

Figure II-1 : représentation de GRAFCET séquence unique25
Figure II-2 : Divergence et convergence en OU.....26
Figure II-2 : Divergence et convergence en ET.....27

Figure II-4 : GRAFCET niveau 2 sécurité de l'installation.....	30
Figure II-5 : GRAFCET niveau 2 de l'installation.....	30
Figure II-6 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M10 (moteur trémie 10).....	31
Figure II-7 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M20 (tapis 20).....	32
Figure II-8 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M30 (moteur tamis 30).....	33
Figure II-9 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M40 (tapis M40).....	34
Figure II.10 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M50 (moteur broyeur M50).....	35
Figure II-11 : grafcet niveau 2 de la macro étape M60 (tapis M60).....	36
Figure II-12 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M70 (tapis M70).....	37

Chapitre III : Présentation d'automate programmable industrielle.

Figure III-1 : structure d'un système automatisé. [4].....	40
Figure III-2 : automate compact (Allen-Bradley). [10].....	43
Figure III-3 : Automate modulaire (Siemens). [9].....	44
Figure III-4 : La structure matérielle interne d'un API.....	44
Figure III-5 : Automate Programmable Industriel SIEMENS. [10].....	47
Figure III-6 : principe de fonctionnement d'un automate programmable.....	48
Figure III-7 : Constitution de l'automate S7-300.....	50

Chapitre IV : Aperçu sur STEP7 et WINCC

Figure IV-1 : Structure des programme en STEP7.....	57
Figure IV-2 :Licone SIMATIC Manager.....	57
Figure IV-3 :Creation du projet avec SIMATIC Manager.....	58
Figure IV-4 : Choix de la CPU de S7-300 et du Bloc d'Organisation.....	58
Figure IV-5 : Configuration matérielle	59
Figure IV-6 : Création du programme S7.....	59
Figure IV-7 : Simulation de module.....	60
Figure IV-8 : Exemple de système supervision.....	61
Figure IV-9 : Paramètres de Connexion.....	63
Figure IV-10: Schéma de principe de l'application.....	63

Chapitre V : Application et validation.

Figure V-1 : Organigramme de l'application.....	65
Figure V-2 : La conception d'installation de concassage et tamisage.....	66

Figure V-3 : Configuration du matériel.....	68
Figure V-4 : le tableau des mnémoniques d'installation.....	70
Figure V-5 : Simulation dans PLCSIM.....	71
Figure V-6 : sécurité installation ok.....	71
Figure V-7 : Marche moteur trémie M10 en mode auto/man.....	72
Figure V-8 : Activation mode vidange demande par l'opérateur.	72
Figure V-9 : Vidage de tapis M20 automatique en cas de manque matière.....	73
Figure V-10 : Défaut rotation tapis 20.	74
Figure V-11 : Arrêt de l'installation a cause défaut vitesse rotation.	75
Figure V-12 : désactivation le vidange de concasseur a case défaut dans CC/TP.....	76
Figure V-13 : défaut installation.	76
Figure V-14 : vidange demande par la machine.	77
Figure V-15 : Mode automatique bloque.	78
Figure V-16 : messe en marche installation en mode « Vidange demande par la machine ».....	79
Figure V-17 : Mode semi-automatique active.	80
Figure V-17 : Semi-automatique désactive.	81
Figure V-19 : Réseaux 38 et 39.	82
Figure V-20 : Electrovanne d'arrosage EV30/EV50.	83
Figure V-21 : Visualisation le démarrage d'installation au mode automatique.	84
Figure V-22 : Vue globale dans la séquence de notre application.....	85
Figure V-23 : Variables de notre application.....	86
Figure V-24 : La liaison entre le pupitre et la station.....	86
Figure V-25 : L'exécution du système (en état d'arrêté)	87
Figure V-26 : Forçage des variables en S7-PLCSIM.....	87
Figure V-27 : L'exécution du système (en état de marche).....	88

La liste des tableaux

Tableau I-1 : cahier de charges.....22

Tableau II-1 : inventaires des entrées.....27

Tableau II-2 : inventaires des sorties.....29

Liste des abréviations

PO : Partie Opérative

PC : Partie Commande

API : Automate Programmable industriel

SIMATIC : Siemens Automatique

E/S : Entrée / Sortie

CPU : Unité centrale de l'automate (Central processing unit)

TOR : Tout Ou Rien

LED : Signalisation d'Etat et de Défauts

MPI: Multipoint interface

PROFIBUS: Process Field Bus

PS : Modules d'alimentation (Power supply)

SM : Module De Signaux (Signaux Module)

FM : Module de fonction (Function Module)

CP : Processeur de communication (communication Processor)

CONT : Le Langage à Base de Schémas de Contacts.

LOG : Langage à Base de Logigramme

LIST : langage de liste d'instructions

FB : Bloc de fonction

FC : Fonction

DB : Bloc de Donnée (Data Bloc)

OB : Bloc D'organisation (Organization Bloc)

DP : Périphériques Décentralisés (Decentralized peripherals)

WinCC : Windows Control Center

HMI : Human Machine Interface

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de commande Etape /Transition

Introduction générale

Introduction générale :

Au cours des dernières décennies, l'automatisation a été au cœur de l'essor des procédés industriels, offrant aux entreprises la possibilité d'optimiser leurs processus de production, afin d'assurer leur pérennité, tout en améliorant les conditions de travail de leur personnel, en éliminant les tâches pénibles et répétitives. Cette tendance a incité de nombreuses entreprises, y compris la briqueterie de Tidjellabine en Algérie, à entreprendre une transition vers l'automatisation et la modernisation de leurs installations.

Les automates programmables industriels (API), également connus sous le nom de contrôleurs logiques programmables (PLC), jouent un rôle essentiel dans la commande et l'automatisation des systèmes de production industrielle. Ils sont devenus des éléments incontournables des installations automatisées, largement utilisés dans divers secteurs industriels.

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement, défaut) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

Notre travail consiste à améliorer les performances de ce procédé en agissant sur l'un de ses dispositifs sensibles. Ce dispositif de commande, et selon l'historique d'exploitation de la machine, présente un temps d'arrêt de production presque important causé par l'obsolescence de la logique câblée.

La solution proposée pour minimiser le taux des arrêts, consiste à remplacer l'ancienne armoire de commande par une interface programmée via un automate programmable de constructeur Siemens type S7-300.

Afin d'atteindre nos objectifs, nous avons exploité le logiciel de programmation STEP7, fourni par SIEMENS, qui intègre un simulateur d'automates SIEMENS tel que le S7-300, ainsi que le logiciel de supervision WinCC flexible.

Pour garantir une cohérence structurelle et une présentation optimale de notre travail, le mémoire est organisé en cinq chapitres distincts. Le chapitre 0 présente en détail la briqueterie Tidjelabine et ses différentes zones de production, offrant ainsi une vision complète de l'environnement de notre étude. Le chapitre 1 présente les détails techniques des équipements électriques, ce qui aide à dimensionner les installations, en mettant particulièrement l'accent sur le processus complet de concassage et de transport des matériaux utilisés pour la fabrication des briques. Le chapitre 2 couvre de manière exhaustive le GRAFCET, améliorant ainsi notre compréhension de cet outil crucial en automatisation industrielle. Le chapitre 3 aborde la structure des systèmes automatisés, mettant en lumière les automates programmables industriels, en particulier l'automate S7-300, qui joue un rôle central dans notre analyse. Le chapitre 4 se concentre sur les logiciels de programmation utilisés dans notre recherche, à savoir STEP7 et WinCC flexible, en détaillant leurs fonctionnalités et leur pertinence dans notre contexte. Enfin, le chapitre 5 inclut une simulation et une supervision du programme conformément aux exigences spécifiques de notre processus.

Le choix de cet exemple d'application vise à appliquer nos connaissances théoriques à la programmation des processus industriels STEP7 et WINCC, ce qui nous permet d'expérimenter de nouvelles solutions plus facilement et en toute sécurité, et d'approfondir nos connaissances théoriques en automatisation industrielle.

Présentation de lieu de stage

1. Présentation de lieu de stage

La briqueterie Tidjlebine est une unité de production de matériaux de construction. C'est une usine qui se distingue par son expertise dans les services, les marchés et les zones géographiques, offrant ainsi des résultats transformateurs. Elle conçoit, construit, finance, exploite et gère des projets.

2. Historique

Située à environ 5 kilomètres de Boumerdes la société BRIQUETERIE TIDJELABINE est une société privée algérienne, elle joue un rôle très important dans le marché national, elle est installée par une société allemande en 2016 nommée LINGL.

3. Son Activité

Production de briques types 08 trous et 12 trous, comme montré dans les figures 1 et 2.



Figure 1: Brique type 08 Trous.

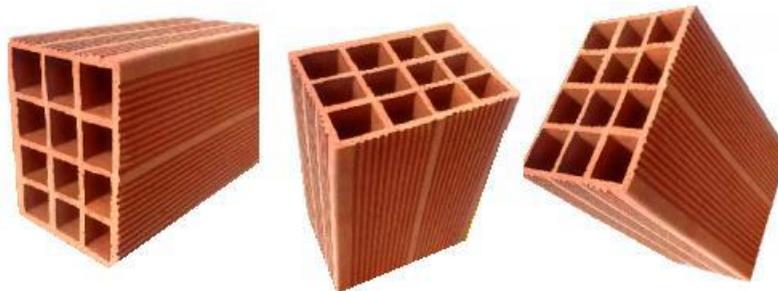


Figure 2 : Brique type 12 Trous.

4. Processus de production de brique rouge

4.1. Préparation

La préparation des matières premières pour les briques implique le dosage précis d'argile et de sable, avec un ratio de 80% d'argile et 20% de sable, effectué par un doseur à bande. Ensuite, le broyage et le malaxage visent à obtenir une masse homogène et plastique, prête pour le moulage des briques. L'objectif est d'assurer une production régulière et de qualité. Comme le montre l'organigramme ci-dessous (figure 3).

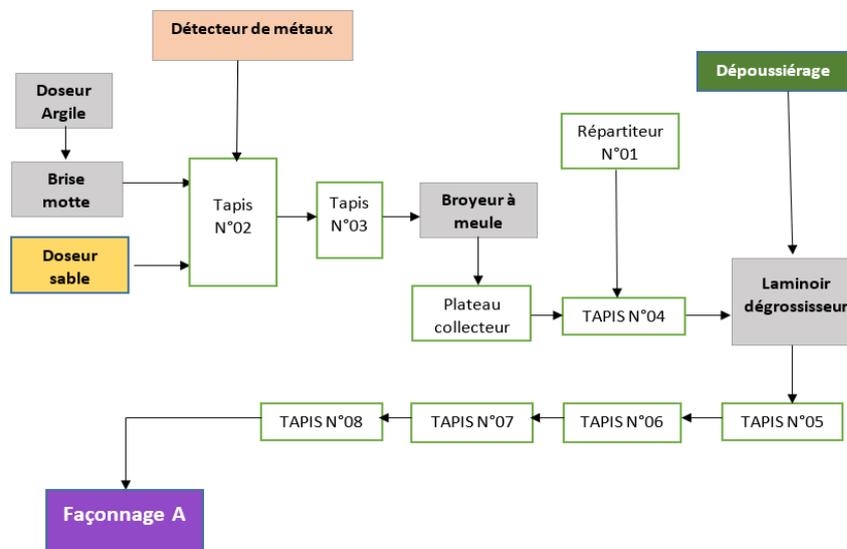


Figure 3: Organigramme de la zone Préparation.

4.2. Façonnage

Le point de départ du façonnage est un doseur-mélange, qui sert comme tampon de matière entre la préparation et le façonnage. Il existe deux zones de façonnage, Comme indiqué dans l'organigramme ci-dessous (figure 4).

4.2.1. Façonnage A : Le mélange est acheminé vers un laminoir finisseur via un tapis, où il est comprimé entre deux cylindres tournant en sens opposé pour réduire son épaisseur à moins de 1 cm.

4.2.2. Façonnage B : Le matériau est trituré et mélangé dans un malaxeur à deux arbres, puis dirigé vers une extrudeuse où il est aéré dans une chambre à vide, compacté, et ensuite façonné en une seule pièce à travers une filière comportant 8 ou 12 trous, appelée produit vert.

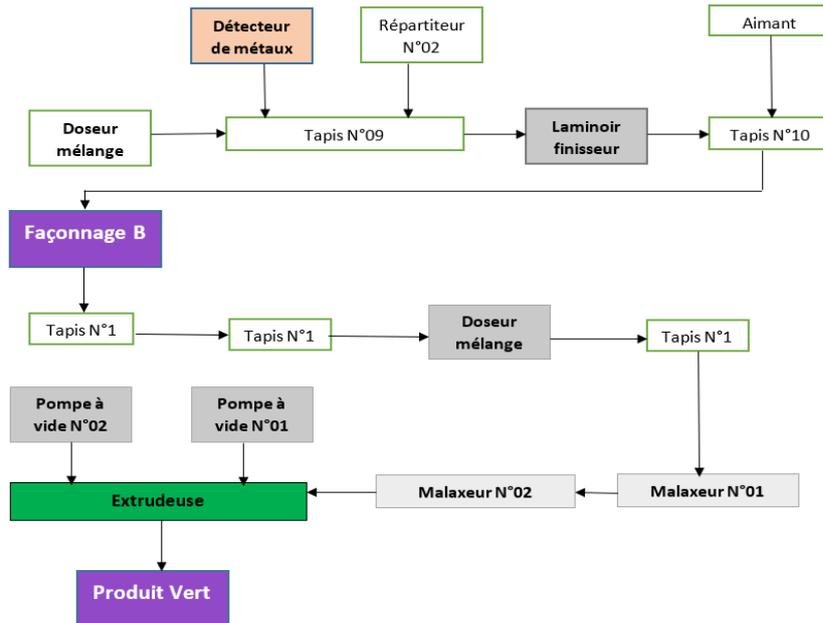


Figure 4 : Organigramme des Zones Façonnage A et Façonnage B.

4.3. Produit vert

La phase du "Produit vert" implique la découpe précise des matériaux à l'aide d'un fil abrasif à vitesse modérée, offrant des coupes fines et polyvalentes dans toutes les directions. Trois modèles de coupeurs à fil sont utilisés pour les briques. Après la découpe, les pièces sont chargées sur un chariot de transport par des pinces de levage pour être acheminées vers un séchoir, simplifiant ainsi le déplacement et le déchargement. Comme le montre la figure 5.

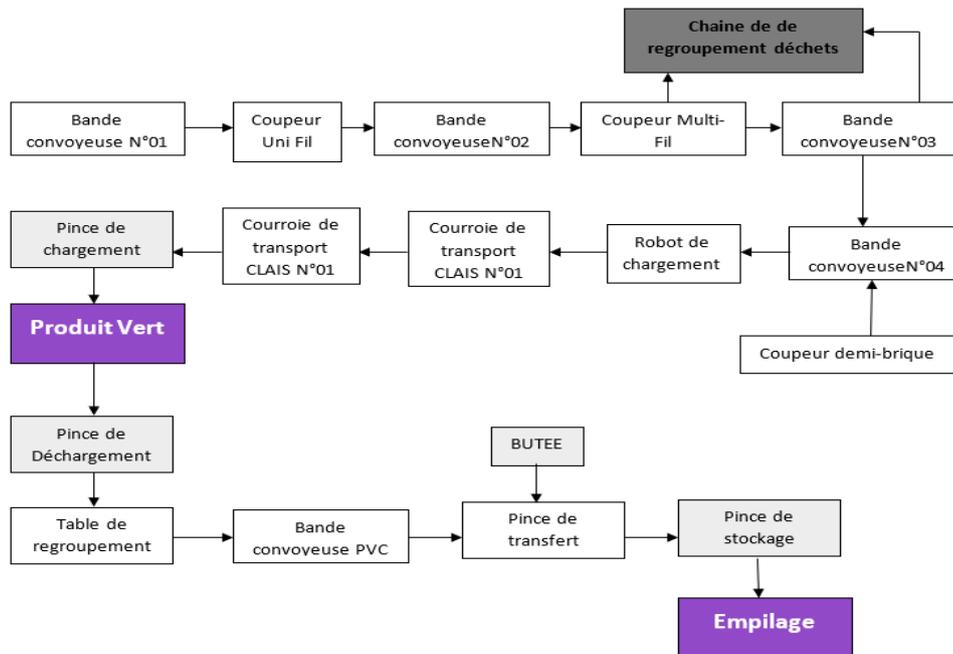


Figure 5: Organigramme de la zone Produit vert.

4.4. Séchage

Le séchoir à chambre utilise la chaleur résiduelle du four tunnel, acheminée par canalisation extérieure, pour sécher les briques. Comme montre dans l'organigramme de la figure 6. Ses systèmes incluent l'alimentation en vent, l'échappement de la fumée, et la circulation, tous composés de canalisations métalliques et de ventilateurs correspondants, à l'exception du système de détection.

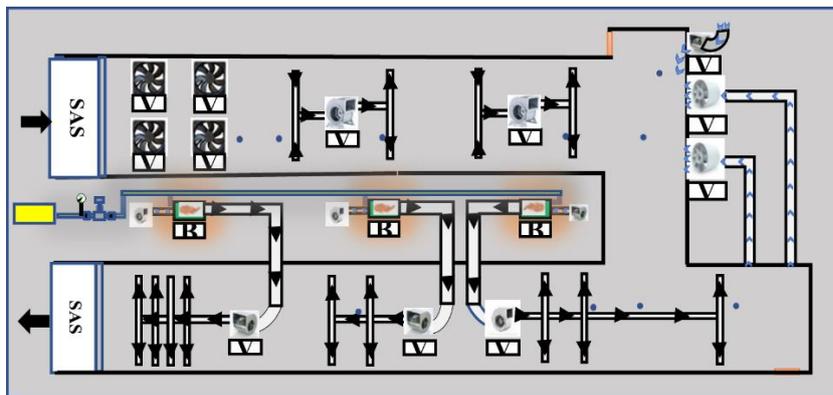


Figure 6 : Organigramme de la zone séchage.

4.5. Empilage

Dans cette phase, des robots de chargement effectuent des déplacements de matériaux, par programmation préalable, éliminant ainsi le besoin d'opérateurs dans les tâches répétitives. Comme illustré par la figure 8.

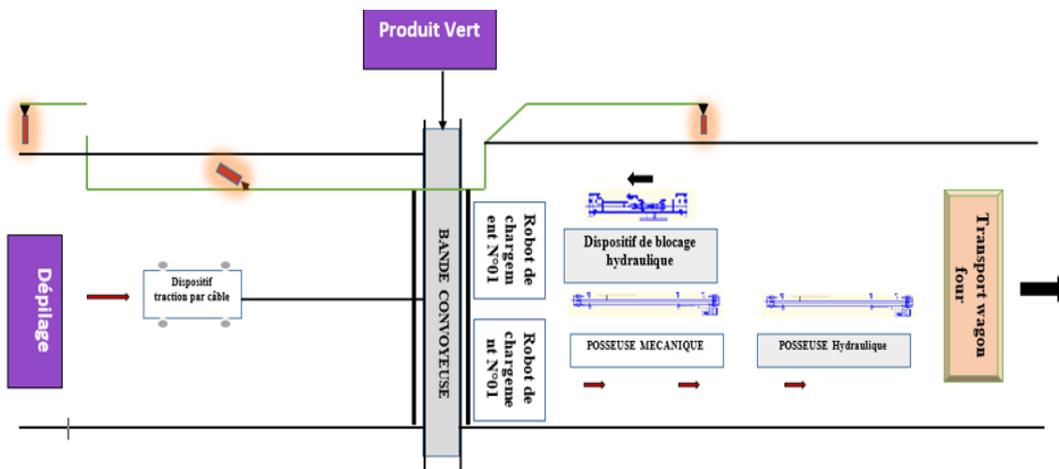


Figure 7: Zone d'empilage.

4.6. Four

Le produit sec est cuit à l'intérieur du four tunnel à deux parties (pré-four avec température de 300/400 °C et le four avec température de 900 °C).

Le four est composé d'un tunnel, d'une série de brûleurs latéraux et de voûte, des

Chapitre I :

Recherche bibliographique d'installation de broyage et tamisage

I.1. Introduction

Le broyage est une étape essentielle de l'extraction minière, représentant la phase la plus énergivore de l'exploitation. Face à l'épuisement des ressources et à la nécessité croissante d'exploiter des gisements à faible teneur, un circuit de broyage efficace est crucial pour assurer la rentabilité.

Le broyage consiste à réduire la matière en petits fragments ou en poudre, nécessitant de soumettre la matière à des forces dépassant sa résistivité. Cette étape, deuxième de la fragmentation, réduit les matières précédemment traitées (<10 mm) jusqu'à des dimensions micrométriques, en utilisant diverses techniques en voie sèche ou humide pour écraser, impacter, attritionnaire et abraser, voire microniser la matière.

Dans ce chapitre, nous explorons la recherche bibliographique concernant l'installation de broyage. Nous commencerons par comprendre le principe de fonctionnement de l'installation, puis nous nous pencherons sur l'analyse fonctionnelle de l'automatisation de l'installation de broyage et de criblage. Nous utiliserons également SysML pour une analyse fonctionnelle externe, avant de définir et d'exprimer les besoins. Ensuite, nous détaillerons le cahier des charges, et enfin, nous examinerons les avantages et inconvénients du broyeur à tamis.

I.2. Définition de broyage

La définition du broyage implique le traitement de déchets solides, généralement de nature cassante, sans nécessiter une préparation spécifique, à l'exception d'une certaine homogénéité de taille. Cette opération vise à réduire la taille de morceaux de matériaux solides d'une dimension donnée à une dimension plus petite. Le processus repose sur la fragmentation des morceaux par l'action mécanique de pièces plus robustes, typiquement en métal.

Le processus de broyage englobe divers paramètres significatifs, à savoir :

- La capacité d'admission, définie comme la taille maximale des blocs pouvant être traités par la machine.
- Le rapport optimal de réduction, qui représente la proportion entre la taille des pièces en sortie et celle à l'entrée. Il est calculé en considérant une taille seuil basée sur 85% des pièces.

Chapitre I:Recherche bibliographique d’installation de broyage et tamisage

- La distribution granulométrique en sortie.
- Le coefficient de forme moyen, utilisé pour évaluer la sphéricité des particules à la sortie.
- Le coût de la maintenance.

Le processus de broyage comporte plusieurs niveaux, chacun produisant la granulométrie souhaitée :

- Concassage : permet d'obtenir des particules de taille centimétrique et est souvent utilisé en pré-broyage. Il se divise en concassage primaire, secondaire, tertiaire, et quaternaire, ce dernier étant assimilable au broyage grossier.
- Broyage grossier : génère des particules de l'ordre du millimètre.
- Broyage fin : produit des particules variant de 10 à quelques centaines de micromètres.
- Broyage ultrafin : peu courant, il est nécessaire uniquement pour des types de recyclage très spécifiques.

I.3. Définition de Tamisage

Le tamisage est un processus de séparation de particules en fonction de leur taille à l'aide de tamis ou de cribles. Pendant le tamisage, les particules sont soumises à des vibrations ou à un mouvement mécanique, ce qui les fait passer à travers les mailles du tamis. Les particules plus petites passent à travers les mailles et sont collectées en dessous, tandis que les particules plus grandes restent sur le dessus du tamis.

Ce processus est largement utilisé dans diverses industries pour différentes applications, telles que la classification des matériaux, la purification, la séparation des particules fines des grosses, ou encore pour éliminer les impuretés. Le tamisage est particulièrement utile lorsque les matériaux doivent être classés en différentes tailles ou lorsqu'il est nécessaire de contrôler la granulométrie des produits finis.

I.4. Description de la chaine de l'installation

I.4.1. Parties mécaniques

I.4.1.1. Trémie vibrante

I.4.1.1.1. Définition

La trémie vibrante est un dispositif d'entonnoir spécialement conçu pour le stockage et la distribution régulée de produits. Sa conception vise à assurer un écoulement homogène des produits stockés. Typiquement équipée de moteurs vibrants ou de vibrateurs, la trémie vibrante trouve son application dans divers contextes industriels. Tel qu'illustré dans la figure I-1.



Figure I-1 : Trémie vibrante.

I.4.1.1.2. Principe de Fonctionnement

La trémie vibrante fonctionne grâce à des moteurs vibrants ou des vibrateurs intégrés. Ces composants génèrent des vibrations qui facilitent un écoulement régulier des produits stockés dans la trémie. Cette approche garantit une distribution homogène des produits tout en optimisant le processus de stockage.

I.4.1.2. Le crible (tamis) vibrant

I.4.1.2.1. Définition

Le crible vibrant représente une technologie de criblage de renommée internationale, largement utilisée dans divers secteurs tels que les minéraux, les carrières, les matériaux de construction, la conservation de l'eau, l'hydroélectricité, le transport, l'industrie chimique, la fusion, etc. Son rôle principal réside dans le classement et la sélection de matériaux, avec un accent particulier sur la protection de l'ensacheuse pendant le chargement. Comme le montré dans la figure I-2.



Figure I-2 : Crible vibrant.

I.4.1.2.2. Principe de Fonctionnement

Le tamis vibrant est composé d'un châssis inférieurement élastiquement fixé à la structure du plafond et d'un blindage vibrant intégré au corps du tamis. Le mécanisme d'excitation implique un arbre équipé de poids déséquilibrés sur ses côtés. Le moteur de commande peut être fixé latéralement, au choix, à droite ou à gauche sur une console de moteur. Ce système permet une séparation efficace des impuretés et assure un fonctionnement optimal du crible vibrant lors du processus de criblage.

I.4.1.3. Le broyeur

I.4.1.3.1. Définition

Un broyeur est une machine spécifiquement conçue pour le broyage de matériaux, résultant de l'association de deux composantes distinctes. Tel qu'illustré dans la figure I-3.



Figure I-3 : Broyeur.

I.4.1.3.1. Principe de Fonctionnement

Les composantes mécaniques du broyeur comprennent une trémie, des axes, des outils de broyage tels que des couteaux, des lames, des marteaux, etc. Elles englobent également un réducteur de vitesse et une carcasse assurant l'assemblage de tous ces éléments. Du côté électrique, le broyeur intègre un circuit de commande, généralement sous forme de tableau de commande, ainsi qu'un circuit de puissance alimenté par un moteur électrique ou thermique. [1]

Le broyeur, en tant que machine dédiée au broyage de matériaux, offre une solution industrielle pour le traitement de déchets, qu'ils soient faciles ou difficiles à traiter (plastique, papier, ciment, etc.). Il représente une alternative économique pour la gestion des déchets en général et peut même être considéré comme un moyen de production, notamment lorsque les déchets de fabrication sont réutilisés directement dans le cycle de production ou lorsque des processus utilisent des déchets d'autres industries comme matière première (concept de recyclage).

I.4.1.4. Convoyeur a bande

I.4.1.4.1. Définition

Le convoyeur à bande, également appelé tapis roulant, est une machine conçue spécifiquement pour assurer le transfert continu de matériaux, comme indiqué dans la figure I-4.



Figure I-4 : Convoyeur a bande.

I.4.1.4.2. Principe de Fonctionnement

La ceinture du convoyeur fonctionne grâce à la force de friction, servant non seulement de moyen de transport des matériaux, mais agissant également comme un vecteur de transmission de force. Cette machine présente une structure à la fois avancée et simple, favorisant une facilité d'entretien. Elle offre une capacité de transfert élevée et est capable de couvrir de longues distances de déplacement. Ces convoyeurs jouent un rôle essentiel dans des secteurs tels que l'exploitation minière, la métallurgie et le transfert de matériaux en vrac, granulaires ou emballés, constituant souvent un élément indispensable des machines non standards.

I.4.1.5. Réducteur moteur

I.4.1.5.1. Définition

Un réducteur constitue une liaison mécanique entre un moteur et une machine à entraîner, appliquant un taux de réduction pour diminuer la vitesse de sortie du moteur tout en augmentant le couple, afin de répondre aux exigences opérationnelles. Tel qu'il expose par la figure I-5.



Figure I-5 : Réducteur moteur de tamis et ça plaque signalétique.

I.4.1.5.2. Fonctionnement

Le réducteur agit comme un convertisseur de couple et de vitesse. Dans la plupart des applications, il réduit la vitesse de rotation du moteur tout en transmettant des couples significativement plus élevés que ceux générés par un moteur électrique seul.

I.4.2. Partie électrique

I.4.2.1 Disjoncteur moteur

I.4.2.1.1. Définition

Un disjoncteur moteur est un organe de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas surcharge ou de court-circuit, c'est un dispositif magnétothermique. Tel qu'illustré la figure 1-6 Disjoncteur moteur.

I.4.2.1.2. Principe de fonctionnement

Chaque phase du moteur est protégée par un bilame (déclencheur thermique) qui en cas de surintensité prolongée chauffe par effet Joule et déclenche un mécanisme qui ouvre les contacts. Le seuil de déclanchement est réglable directement sur le disjoncteur moteur.



Figure I-6 : Disjoncteur moteur.[29]

I.4.2.2. Contacteur

I.4.2.2.1. Définition

Un contacteur est un appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande à distance, électrique ou pneumatique. Cela est illustré dans la figure 1-7.

I.4.2.2.2. Principe de fonctionnement

La bobine est alimentée en général pendant les heures creuses. Elle génère un champ magnétique et la partie mobile de son armature est attirée contre la partie rigide. En fonction du modèle, les contacts se ferment ou s'ouvrent alors.

I.4.2.2.3. Caractéristique

Un contacteur est caractérisé par :

- Tension d'emploi (U_e) : c'est la tension d'alimentation de la bobine. (12V ; 220V ; 400V ; 24V ; 1000V ; 600V).
- Courant d'emploi (I_e) : le courant d'emploi définit par le constructeur tient compte des facteurs suivants : U_e ; fréquence ; et le type d'enveloppe de protection (IP).
- Facteur de marche : c'est le rapport entre la durée de passage du courant ou durée d'enclenchement (t) pendant un cycle de manœuvre et la durée de ce cycle (T) avec $m\% = t / T \times 100$.
- Fréquence de manœuvre : c'est le nombre de cycle complet (ouverture, fermeture) effectué par un contacteur pendant 1h. [2]



Figure I-7 : Contacteur.[28]

I.4.2.3. Borniers électriques

I.4.2.3.1. Définition

D'une manière générale, le bornier permet d'assurer la continuité de votre installation électrique avec les réseaux extérieurs à votre logement : du disjoncteur de branchement (fournisseur d'électricité) de la barrette reliée à la terre. Tel qu'illustré dans la figure 1-8.



Figure I-8 : Borniers électrique.[27]

I.4.2.4. Les moteurs asynchrones

I.4.2.4.1. Définition

Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans l'industrie. Il est peu coûteux, on le fabrique en grande série. De plus, il est robuste et son entretien est très limité. Son fonctionnement ne génère pas d'étincelles à la différence d'un moteur à courant continu, comme montre dans la figure 1-9. Ce type de moteur équipe la quasi-totalité des machines-outils classiques, tours, fraiseuses, scies bobineuses, tapis roulants, pompes, compresseurs, perceuses...). [5]

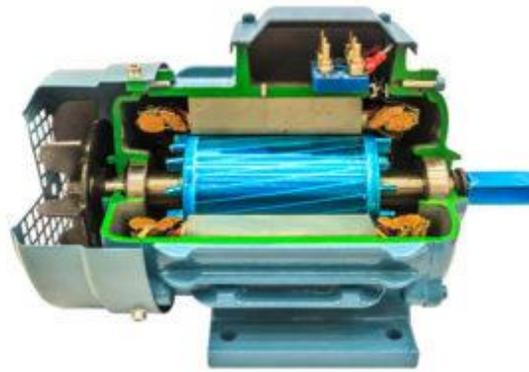


Figure I-9 : Moteur asynchrone.[26]

I.4.2.4.2. Constitution et fonctionnement

Le moteur asynchrone se compose du stator, la partie fixe avec trois enroulements parcourus par des courants alternatifs triphasés, et du rotor, la partie mobile soumise au champ magnétique tournant créé par le stator. La vitesse de rotation du rotor est légèrement inférieure à la vitesse de synchronisme, conformément à la loi de Lenz.

Le stator (la partie fixe du moteur) est constitué d'une carcasse avec une couronne de tôles munies d'encoches où sont répartis les bobinages.

Le rotor (la partie mobile du moteur) est placé à l'intérieur du stator, est formé d'un empilage de tôles d'acier et peut être de types variés, tels que rotor à simple cage, rotor à double cage, ou rotor bobiné (à bagues).

I.4.2.4.3. La différence entre le moteur asynchrone et synchrone

Les moteurs synchrone et asynchrone ont un stator et un rotor, mais se différencient par la composition du rotor.

Les moteurs synchrones ont un rotor magnétique, tandis que les moteurs asynchrones ont un rotor avec des anneaux formant une cage à écureuil.

Dans un moteur synchrone, le rotor tourne à la vitesse de synchronisme, aligné avec le champ magnétique, tandis que dans un moteur asynchrone, il y a un décalage, le rotor tournant moins vite et ne parvenant jamais à la vitesse de synchronisme.

Chapitre I:Recherche bibliographique d’installation de broyage et tamisage

Les figures suivantes représentent les moteurs asynchrones de l’installation :



Figure I-10 : Moteur de trémie vibrante.



Figure I-11 : moteur de tamis vibrant.



Figure I-12 : moteur de broyeur.

I.5. Principe de fonctionnement de l’installation

Le principe de fonctionnement de l’installation de broyage est orchestré de manière synchronisée pour maximiser l’efficacité du processus. Tout d’abord, le vibreur de trémie utilise des oscillations périodiques pour agiter les parois de la trémie, réduisant ainsi l’adhérence du produit et évitant le colmatage. Cette action facilite également l’écoulement du matériau dans la trémie et libère tout produit adhérent aux parois.

Chapitre I:Recherche bibliographique d'installation de broyage et tamisage

Ensuite, le convoyeur à bande, fonctionnant grâce à la force de friction, assure un transport continu du matériau entre différentes phases, telles que de la trémie au tamis, du tamis au broyeur, du broyeur au tamis de retour, et du tamis au réservoir final. Ce mécanisme sans interruption contribue à maintenir un flux constant tout au long du processus.

Finalement, le fonctionnement du broyeur à marteau repose sur le principe de réduction par chocs. La rotation rapide du rotor provoque l'éclatement des pierres par la projection à grande vitesse contre les écrans de choc. Ce processus de broyage peut se répéter plusieurs fois jusqu'à ce que la granulométrie du produit soit suffisamment réduite pour passer à travers l'écart entre les barres de frappe et l'écran de choc inférieur.

Le cycle fermé de l'installation de broyage, déclenché par le démarrage du broyeur, assure un flux efficace de l'argile tout au long du processus, avec des mécanismes tels que les convoyeurs à bande, les tamis vibrants et les trémies vibrantes travaillant de concert pour atteindre une performance optimale.

I.6. Analyse fonctionnelle

En considération de notre projet d'automatisation de l'installation de broyage et criblage, nous entamons par la spécification des besoins et la modélisation des interactions avec l'environnement extérieur. Cette étape inclut la définition des critères et exigences de chaque fonction via un cahier des charges fonctionnel. L'objectif est d'identifier les meilleures solutions technologiques pour une conception et une automatisation efficace.

I.6.1. Analyse fonctionnelle de l'automatisation de l'installation de broyage et criblage

L'automatisation de l'installation de broyage et criblage représente un défi technique et opérationnel important dans l'industrie des carrières et des mines. Pour assurer le succès de ce processus, une analyse fonctionnelle détaillée est nécessaire afin de comprendre les besoins, les contraintes et les interactions impliquées dans l'automatisation de ce système complexe.

La figure I-13 représente les différents diagrammes qui sont utilisés.

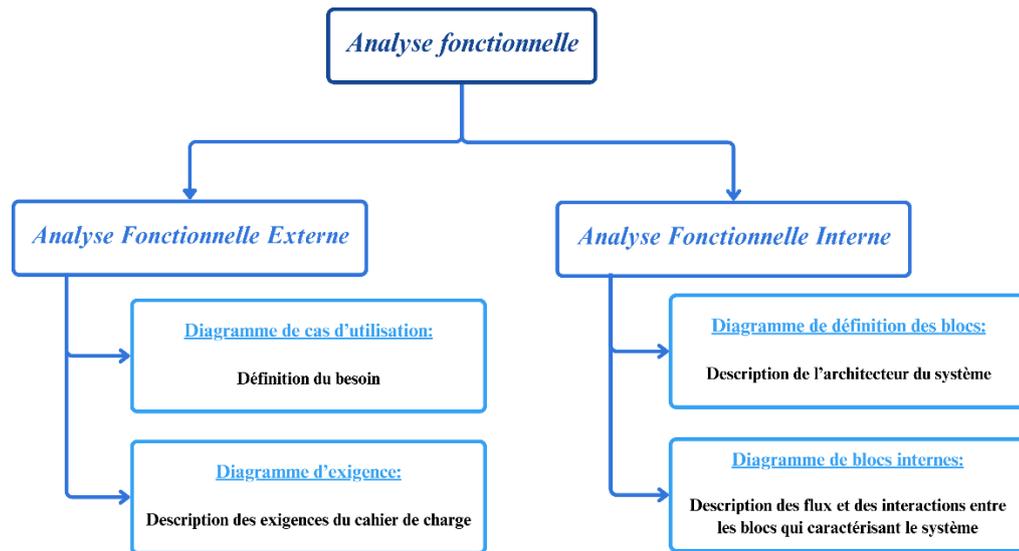


Figure I-13 : Les diagrammes utilisés dans l'analyse fonctionnelle.

1.6.2. Utilisation de SysML

Le langage SysML offre un cadre graphique standardisé pour spécifier, analyser et concevoir des systèmes complexes tels que l'automatisation de l'installation de broyage et criblage. Nous utiliserons les diagrammes SysML suivants pour réaliser notre analyse fonctionnelle :

- **Diagramme de Cas d'utilisation :** Ce diagramme permettra de capturer les interactions entre les différents acteurs (utilisateurs, systèmes) et le système d'automatisation de l'installation de broyage et criblage. Il aidera à visualiser les fonctionnalités clés requises et à comprendre les besoins des utilisateurs.
- **Diagramme d'exigences :** Ce diagramme détaillera les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du système d'automatisation. Il permettra de spécifier ce que le système doit accomplir en termes de performances, de sécurité, etc.
- **Diagramme de Bloc de Définition :** Ce diagramme permettra de décrire la structure du système d'automatisation en identifiant les principaux composants et leurs relations. Il fournira une vue d'ensemble des éléments du système et de leurs interactions.

Ces outils d'analyse fonctionnelle, utilisés dans le cadre de l'automatisation de l'installation de broyage, permettent de conceptualiser et de planifier efficacement la mise en œuvre de l'API S7-300 pour améliorer les performances et la sécurité de ces opérations.

I.6.3. Analyse fonctionnel externe

L’analyse fonctionnelle externe d’un projet représente la définition et l’expression du besoin de conception du système. Pour ce faire, nous avons choisi d’utiliser les diagrammes Sysml à savoir le diagramme de cas d’utilisation pour la définition du besoin et le diagramme d’exigences pour exprimer le besoin.

I.6.3.1. Définition de besoin

Dans le contexte de notre étude sur l'automatisation de l'installation de broyage et criblage, l'objectif principal de l'automatisation de l'installation de broyage et criblage est de rationaliser et d'optimiser les opérations dans les carrières et mines, améliorant ainsi l'efficacité, la productivité et la sécurité tout en réduisant les coûts opérationnels et les risques pour le personnel. Le diagramme de cas d'utilisation (Figure I-14) détaille les interactions entre les acteurs (opérateurs, systèmes de contrôle) et le système d'automatisation, ainsi que les scénarios d'utilisation typiques. Les principales fonctionnalités incluent :

- **Alimentation en matériaux** : Assurer une alimentation continue via le système de trémie.
- **Broyage** : Effectuer le broyage des matériaux bruts avec des concasseurs primaires, secondaires et tertiaires.
- **Criblage** : Séparer les granulométries des matériaux concassés selon les besoins de production.
- **Contrôle et surveillance** : Utiliser des capteurs et systèmes de surveillance pour contrôler les paramètres de production en temps réel.
- **Maintenance et sécurité** : Intégrer des fonctionnalités de maintenance préventive, détection des anomalies et arrêt d'urgence pour sécuriser les opérations et prolonger la durée de vie des équipements.

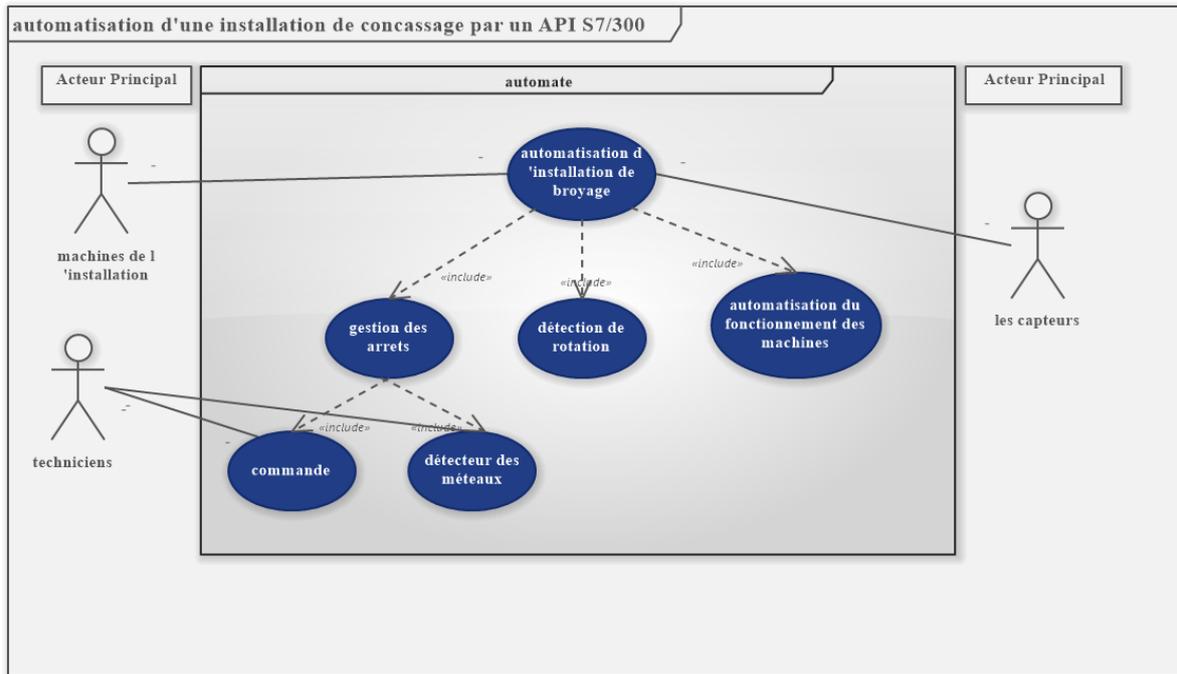


Figure I-14 : Diagramme d'utilisation d'automatisation d'une installation de broyage.

I.6.3.2. Expression du Besoin

Pour garantir le bon fonctionnement de l'installation de broyage et de criblage, il est essentiel de considérer différents aspects liés à son environnement et à ses opérations. Cela comprend les processus de broyage et de criblage des matériaux bruts extraits des carrières ou des mines. Voici une reformulation de l'expression du besoin pour l'installation de broyage et de criblage :

Afin d'assurer l'efficacité et la sécurité des opérations, il est crucial de prendre en compte les éléments constitutifs de l'environnement de l'installation de broyage et de criblage. Cela englobe les processus de broyage et de criblage des matériaux bruts provenant des carrières ou des mines. Le diagramme d'exigences, illustré dans la Figure « I-15 », est un outil précieux pour dépeindre les interactions entre les différents composants de l'installation.

Le rôle principal de l'installation de broyage et de criblage est d'effectuer le broyage des matériaux bruts conformément aux spécifications requises, en utilisant le broyeur. Cela soulève plusieurs exigences critiques pour assurer le bon déroulement des opérations :

- **Fonctionnement synchronisé** : Tous les composants de l'installation doivent

Chapitre I:Recherche bibliographique d'installation de broyage et tamisage

fonctionner de manière synchronisée pour assurer un processus de broyage efficace. Cela inclut le vibreur de trémie, le convoyeur à bande, le broyeur à marteau, les tamis vibrants et les trémies vibrantes, qui doivent travailler ensemble de manière coordonnée.

- **Prévention du colmatage** : Le vibreur de trémie doit agir efficacement pour réduire l'adhérence du matériau aux parois de la trémie, évitant ainsi le colmatage et assurant un flux continu de matériau.
- **Système de broyage** : Ce module représente le système automatisé chargé de réaliser les opérations de broyage des matériaux bruts. Il peut inclure des composants tels que les bras mécaniques, les capteurs, les actionneurs, etc.
- **Système de convoyage** : Ce module englobe tous les composants responsables du transport des matériaux bruts vers les différentes étapes du processus de broyage. Cela peut inclure les convoyeurs à bande, les trémies, les systèmes de distribution, etc.
- **Unité de criblage** : Ce module représente les composants impliqués dans le processus de criblage des matériaux concassés pour séparer les particules de différentes tailles. Il peut inclure des tamis vibrants, des systèmes de séparation, etc.
- **Système de commande** : Ce module englobe tous les composants logiciels et matériels responsables du contrôle et de la supervision de l'ensemble du processus d'automatisation. Cela peut inclure des automates programmables industriels (API), des IHM (Interfaces Homme-Machine), des capteurs, des actionneurs, etc.
- **Système de surveillance** : Ce module représente les composants utilisés pour surveiller les performances de l'installation, collecter des données en temps réel et générer des rapports d'état. Cela peut inclure des capteurs de surveillance, des systèmes de communication, des logiciels de gestion des données, etc.
- **Alimentation et distribution électrique** : Ce module comprend tous les composants électriques nécessaires pour fournir de l'énergie aux différents équipements de l'installation et assurer une distribution électrique sûre et fiable.

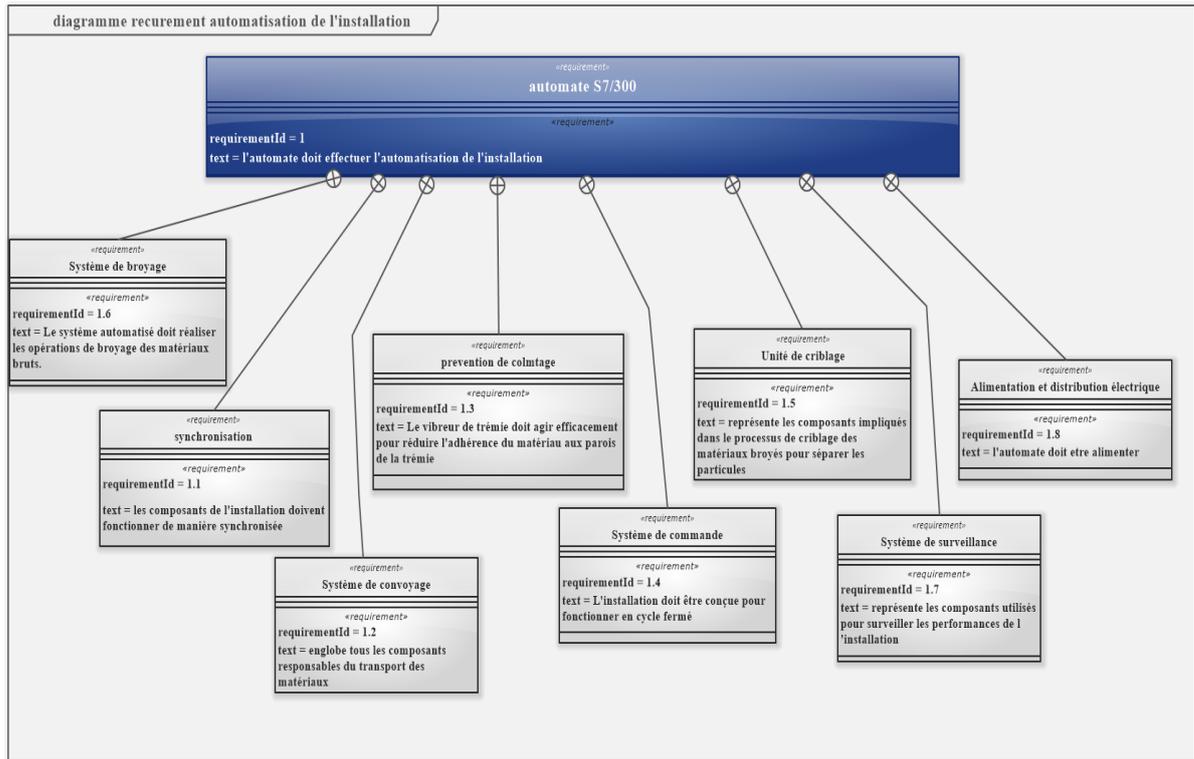


Figure I-15 : Diagramme d’exigence de l’automatisation de l’installation.

1.6.3.3. Cahier de charge

Tableau I-1 : cahier de charge.

Caractéristiques	Niveau	Coût
Automate	S7/300 ; C312 ; 24V	3 145,72 €
Capteurs de proximité inductifs	10-30V ; -25 % - 70 %	30 – 80 €
Détecteur de métaux	100-240 V ; 0,05 à 1,5 M/S ; IP 54	Moins de 200€
Alimentation Siemens	24V	160€
Moteurs asynchrone	2.2 KW ; 1500tr/min	312€

1.6.4. L’analyse fonctionnelle interne

L'analyse fonctionnelle interne est cruciale pour comprendre les interactions et les fonctions des composants du système d'automatisation de l'installation de broyage et de criblage utilisant un automate S7/300. En utilisant le diagramme de définition des blocs de SysML, nous modélisons ces interactions complexes.

Chapitre I:Recherche bibliographique d’installation de broyage et tamisage

- **Bloc Système de Contrôle et Commande** supervise les opérations, régule les activités du broyeur et contrôle les moteurs, les capteurs et les dispositifs de sécurité.
- **Bloc Système de Surveillance et de Rapports** surveille en continu, détecte les anomalies, déclenche des alertes et génère des rapports.
- **Bloc Système de Commande Automatique** automatise les opérations essentielles en activant les moteurs selon les données des capteurs.
- **Bloc Système de Contrôle de Processus** coordonne l'ensemble des activités pour assurer un fonctionnement efficace et sécurisé de l'installation.

La figure I-16, illustration du digramme de définition des blocs représentant les différents composants d’automatisation de l’installation.

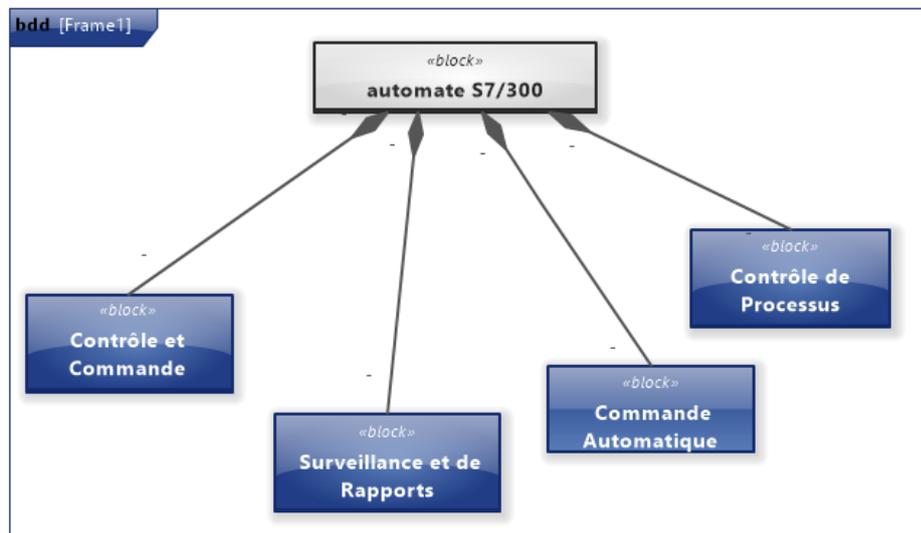


Figure I-16 : Diagramme définition des blocs.

I.7. Les avantages de broyeur à tamis

Les broyeurs à tamis présentent plusieurs avantages par rapport à d’autres types de broyeurs.

- Consommation d’énergie réduite : Les broyeurs à tamis nécessitent généralement peu d’énergie pour fonctionner, ce qui les rend plus efficaces sur le plan énergétique.
- Faible production de fines : Le produit final obtenu après broyage est pauvre en fines particules, ce qui peut être un avantage dans certaines applications.

Chapitre I:Recherche bibliographique d'installation de broyage et tamisage

- Broyage silencieux : Les broyeurs à tamis fonctionnent de manière relativement silencieuse, ce qui peut être préférable dans des environnements sensibles au bruit.
- Pas besoin de dosage précis : Contrairement à certains autres types de broyeurs, les broyeurs à tamis n'exigent pas nécessairement un dosage précis du matériau entrant.

I.8. Inconvénients du Broyeur à Tamis

- Complexité de l'opération : En raison de la combinaison des processus de broyage et de tamisage, le fonctionnement et l'entretien du broyeur à tamis peuvent être plus complexes que ceux des équipements individuels.
- Risque de colmatage : Les mailles du tamis peuvent se colmater plus facilement lorsque des matériaux collants ou humides sont broyés, ce qui peut entraîner une diminution de l'efficacité du tamisage et nécessiter un nettoyage fréquent du tamis.
- Capacité limitée : En raison de la taille limitée du tamis, le broyeur à tamis peut avoir une capacité de traitement inférieure par rapport à d'autres équipements de broyage de taille similaire, en particulier pour les matériaux à fort débit.

I.9. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'avoir des informations techniques et des connaissances générales sur les équipements d'armoires et installations électriques, ce qui nous a permis d'avancer dans notre travail et procéder au dimensionnement de notre réalisation. L'étude de la chaîne de production a facilité la tâche pour l'élaboration de grafcet, qui sera traité dans le chapitre suivant.

Chapitre II :

Modélisation et présentation des grafcet d'installation.

II.1. Introduction :

Dans le domaine de l'automatisation industrielle, le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etapes et Transitions) joue un rôle essentiel dans le bon fonctionnement des systèmes automatisés. Ils permettent de modéliser graphiquement le comportement d'un système ; offrant ainsi une vision claire et structurée de son fonctionnement. Avec la croissance de la complexité des systèmes automatisés, le GRAFCET devient un outil incontournable pour garantir une performance optimale.

Dans ce chapitre nous explorerons en détail le GRAFCET, en commençant par sa définition, ses types, ainsi que l'inventaire des entrées/sorties d'un système automatisé. Nous examinerons également le GRAFCET de sécurité, qui assure la protection et la sécurisation de la partie opérative de l'installation en cas des défaillances de sécurité. Ce chapitre vous guidera à travers les différentes facettes du GRAFCET ; vous fournissant une compréhension approfondie de cet outil crucial dans le domaine de l'automatisation industrielle.

II.2. GRAFCET :

II.2.1. Définition de GRAFCET :

Le GRAFCET est un diagramme fonctionnel. Il permet de représenter par un graphe le fonctionnement d'un système automatisé, ce système est composé par trois parties essentielles qui sont :

- Partie pupitre ;
- Partie commande ;
- Partie opérative.

Le GRAFCET est une représentation graphique alternée des étapes et des transitions. Une seule transition doit séparer deux étapes. Le diagramme ci-dessous (Figure II-1) représente un GRAFCET. [6]

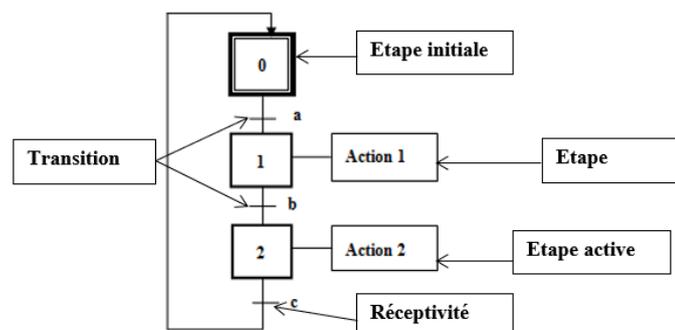


Figure II-1 : représentation de GRAFCET séquence unique.

II.2.2 Les Types de GRAFCET :

Il existe trois types du GRAFCET qui sont :

II.2.2.1. GRAFCET de niveau 01 (GRAFCET/ partie système) :

Ce type de GRAFCET est basé sur la représentation de toutes les parties du système automatisé avant l'existence de ce dernier (système automatisé). Par ailleurs le GRAFCET de niveau 1 est un GRAFCET de coordination des données et des actions.

II.2.2.2. GRAFCET de niveau 02 (GRAFCET/ partie opérative) :

Ce type de GRAFCET est basé sur la technologie des actionneurs (moteurs électriques, vérins, ...etc.) et capteurs, ces derniers nous permettent de réaliser un diagramme séquentiel qui définit le comportement de la partie commande d'un système automatisé.

II.2.2.3. GRAFCET de niveau 03 (GRAFCET/ partie commande) :

Ce type de GRAFCET prend le matériel existant (automates programmables, contacteurs, boutons poussoirs, ...etc.) pour réaliser la partie commande.

Le GRAFCET de niveau 03 est basé sur la programmation des automates programmables en utilisant par exemple le langage ladder (langage contact) dont les entrées (%I0.0) et les sorties (%Q0.0).

II.2.3. Aiguillage en OU :

Ce type de GRAFCET est basé sur l'étape initiale "0" c'est-à-dire à la sortie de cette étape on a le choix entre plusieurs séquences. Le choix que nous avons préféré dépend aux différentes transitions ainsi que ces dernières dépendent aux réceptivités. Comme indiqué dans la figure II.2

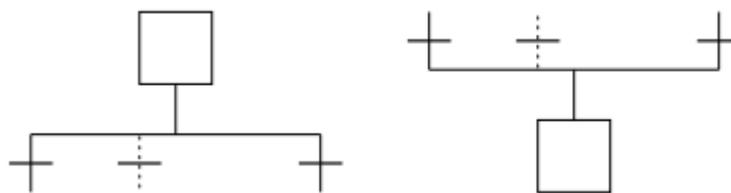


Figure II.2 : Divergence et convergence en OU.

II.2.4. Aiguillage en ET :

Les séquences dans ce type du GRAFCET sont exécutées au même temps (simultanément). Comme le montre la figure II.3

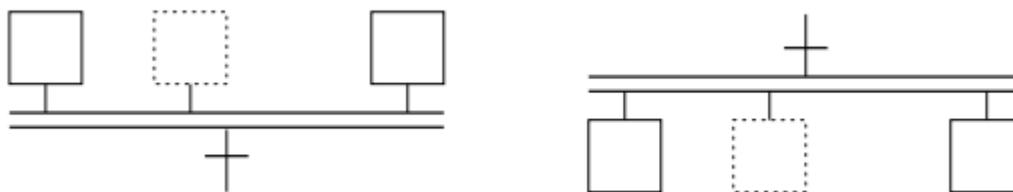


Figure II.3 : Divergence et convergence en ET.

La convergence en et permet de synchroniser plusieurs branches entre elles. La divergence en et est utilisée pour exprimer explicitement le parallélisme de traitement. [7]

II.3. Inventaires des entrées/Sorties :

Le tableau ci-dessous présente l'inventaire des entrées/sorties de la station :

II.3.1. Inventaire des entrées :

Tableau 1 : Inventaire des entrées.

Bilans	Commentaire
CM.auto.inst	Commande Marche installation automatiquement
CA.auto.inst	Commande arrêt d'installation
CM.Man.Tr10	Commande marche manuelle moteur Trémie 10
CM.Man.TP20	Commande marche manuelle moteur Tapis 20
CM.Man.Ts30	Commande marche manuelle moteur Tamis 30
CM.Man.TP40	Commande marche manuelle moteur Tapis 40
CM.Man.C50	Commande marche manuelle moteur broyeur 50
CM.Man.TP60	Commande marche manuelle moteur Tapis 60
CM.Man.TP70	Commande marche Tapis 70
CA.Man.Tr10	Commande d'arrêt Trémie 10
CA.Man.TP20	Commande d'arrêt Tapis 20
CA.Man.Ts30	Commande d'arrêt Tamis 30
CA.Man.TP40	Commande d'arrêt Tapis 40
CA.Man.C50	Commande d'arrêt broyeur 50
CA.Man.TP60	Commande d'arrêt Tapis 60
CA.Man.TP70	Commande d'arrêt Tapis 70
Acqui	Bouton poussoir pour l'acquiescement des défauts système/ Reset des alarmes

Chapitre II : Modélisation et présentation des grafcet d'installation

C.N.P.Tr10	Capteur : (détecté niveau haut de Trémie)
CVRTP20	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M20
CVRTs30	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M30
CVRTP40	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M40
CVRC50	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M50
CVRTP60	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M60
CVRTP70	Capteur : détection de la vitesse de rotation moteur M70
CPM20	Capteur : détection de la présence ou l'absence de matières sur le tapis N 20
CPM40	Capteur : détection de la présence ou l'absence de matières sur le tapis N 40
CPM60	Capteur : détection de la présence ou l'absence de matières sur le tapis N60
CPM70	Capteur : détection de la présence ou l'absence de matières sur le tapis N70
DRHTTr10	Défaut de relais thermique moteur trémie 10
DRHTTP20	Défaut de relais thermique moteur tapis 20
DRHTs30	Défaut de relais thermique moteur tamis 30
DMTP40	Détracteur de miteux tapis 40
DRHTTP40	Défaut de relais thermique moteur tapis 40
DRTHC50	Défaut de relais thermique moteur broyeur 50
DRHTTP60	Défaut de relais thermique moteur tapis 60
DRHTTP70	Défaut de relais thermique moteur tapis 70
SLCTr10	Sélecteur trémie 10
SLCTP20	Sélecteur tapis 20
SLCTS30	Sélecteur tamis 30
SLCTP40	Sélecteur tapis 40
SLCC50	Sélecteur broyeur 50
SLCTP60	Sélecteur tapis 60
SLCTP60	Sélecteur tapis 70
C.V.INST	Commande vidange installation

BP	Bouton poussoir pour vidange
----	------------------------------

II.3.2. Inventaire des sorties :

Tableau 2 : Inventaire des sorties.

KM10	Excitation de la bobine contacteur moteur trémie 10
KM20	Excitation de la bobine contacteur moteur tapis 20
KM30	Excitation de la bobine contacteur moteur tamis 30
KM40	Excitation de la bobine contacteur moteur tapis 40
KM50	Excitation de la bobine contacteur moteur broyeur 50
KM60	Excitation de la bobine contacteur moteur tapis 60
KM70	Excitation de la bobine contacteur moteur tapis 70
ARTr10	Arrêt moteur trémie 10
ARTP20	Arrêt moteur tapis 20
ARTm30	Arrêt moteur tamis 30
ARTP40	Arrêt moteur tapis 40
ARC50	Arrêt moteur broyeur 50
ARTP60	Arrêt moteur tapis 60
N.B.M	Niveau bas matière dans la trémie
DRTP20	Défaut vitesse rotation tapis M20
DRTs30	Défaut vitesse rotation tamis M30
DRTP40	Défaut vitesse rotation tapis M40
DRC50	Défaut vitesse rotation broyeur M50
DRTP60	Défaut vitesse rotation tapis M60

II.4. GRAFCET d'installation

II.4.1. GRAFCET Sécurité :

C'est un ensemble de séquences définissant les arrêts du système au niveau de l'installation. Son objectif est de protéger et de sécuriser la partie opérative de l'installation, notamment les opérateurs et les équipes de maintenance.

La figure II-4 : représente le grafcet niveau 2 sécurité de l'installation.

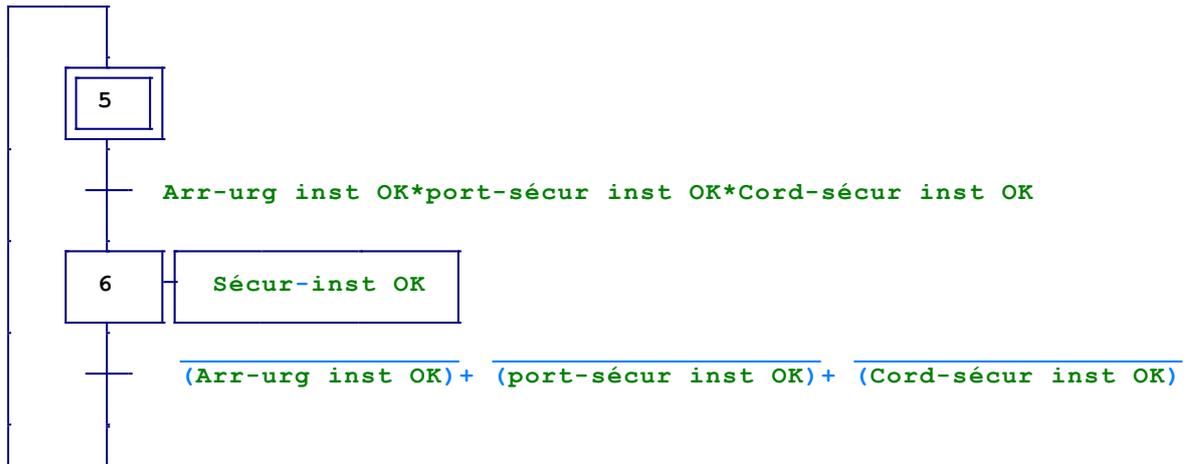


Figure II-4 : GRAFCET niveau 2 sécurité de l'installation.

II.4.2. GRAFCET global de l'installation « GRAFCET micro étape » :

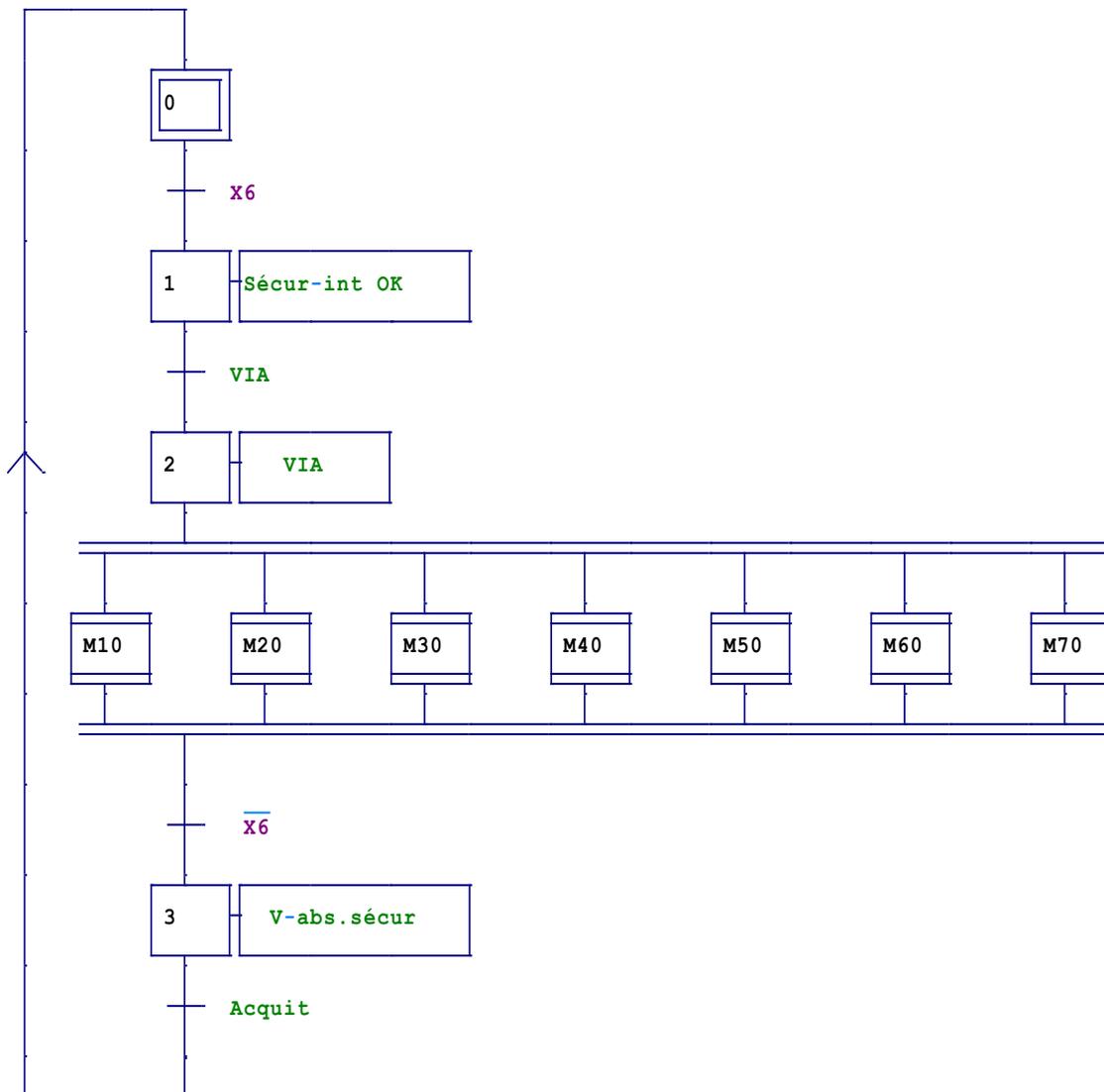


Figure II-5 : GRAFCET niveau 2 de l'installation.

II.4.3. GRAFCET trémie macro étape M10 :

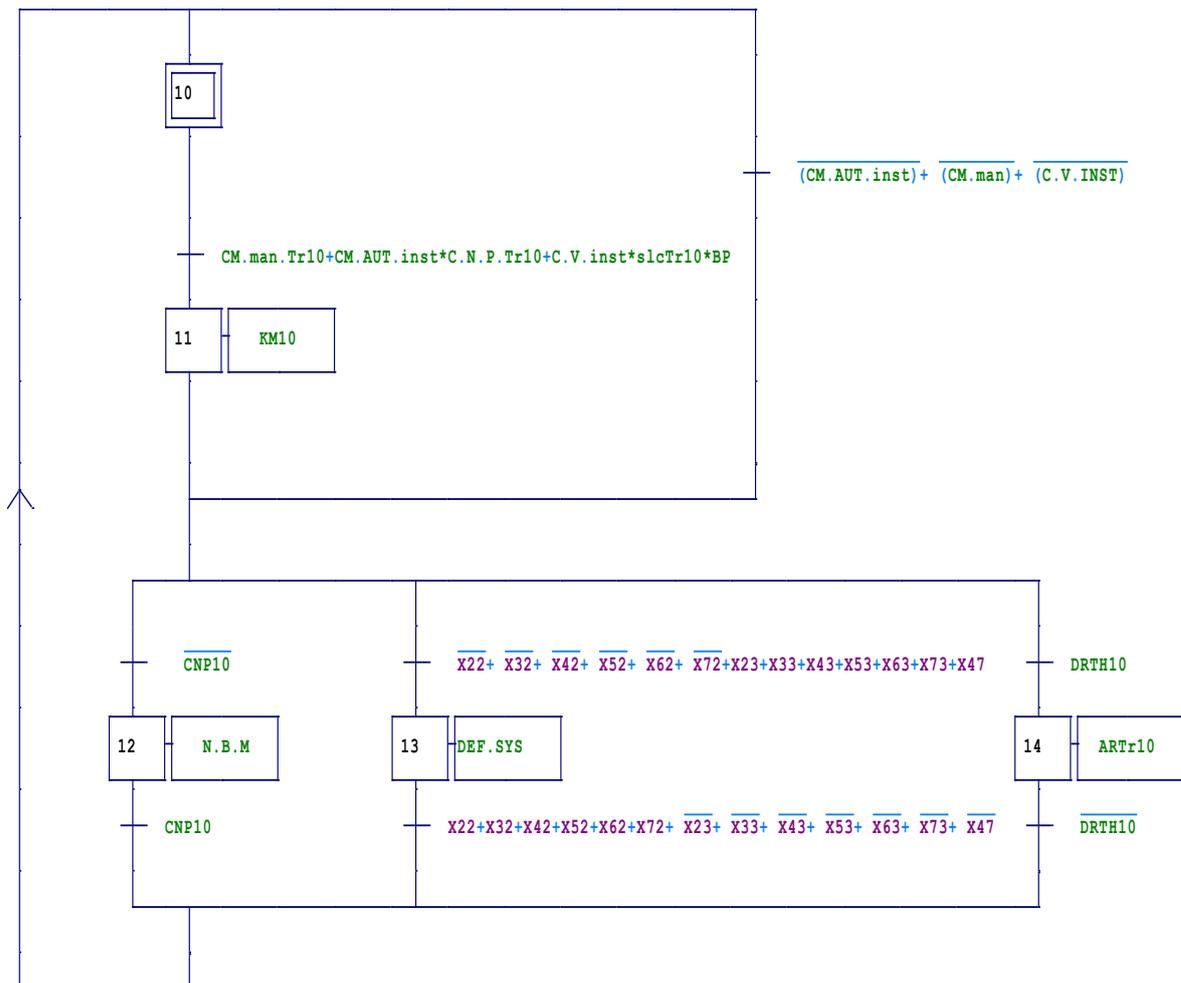


Figure II-6 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M10 (moteur trémie 10).

II.4.3.1. Description grafcet trémie 10 :

- Si l'étape N°11 est activée avec l'action KM10, cela démarre le moteur trémie M10 en mode manuel ou automatique.
- L'activation de l'étape N°12 avec l'action NBM (niveaux bas de matière dans la trémie) en mode automatique seulement arrête le moteur trime M10 en raison d'une pénurie de matière première dans la trime.
- Si l'étape N°13 est activée avec l'action Def-sys (défaut de système) en mode automatique seulement, cela arrête le moteur trémie M10 en raison de la présence d'un défaut dans les autres machines de l'installation (l'étape N°15 assure la synchronisation entre les différentes machines composant l'installation).
- Lorsque l'étape N14 est activée en mode automatique, cela arrêt le moteur trémie M10 (la bobine KM10 est désactivée) en raison d'un défaut de relais moteur M10.

II.4.4. GRAFCET tapis 20 « macro étape M20 » :

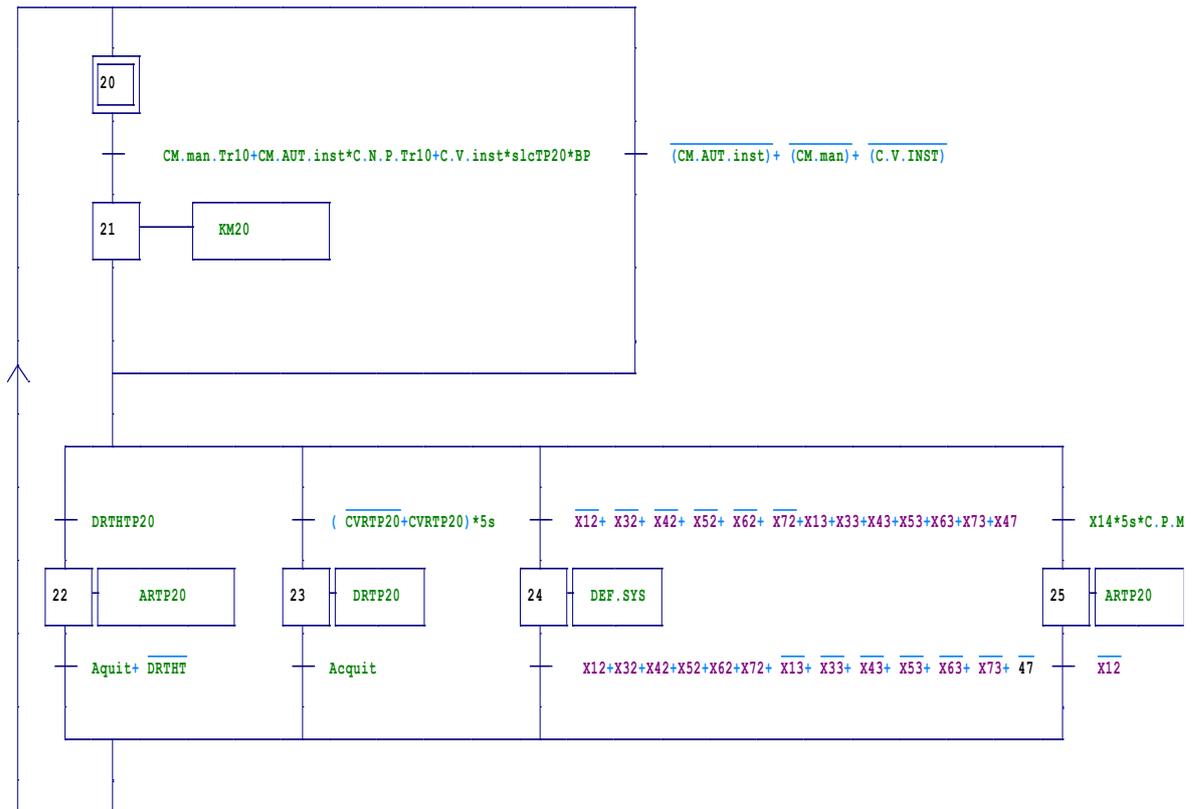


Figure II-7 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M20 (tapis 20).

II.4.4.1. Description grafcet tapis 20 :

- Si l'étape N°21 est activée avec l'action KM20, cela démarre le moteur de tapis M20 en mode manuel ou automatique.
- L'activation de l'étape N°22 en mode manuel ou automatique arrête le moteur de tapis M20 (la bobine KM20 est désactivée) en raison d'un défaut de relais du moteur de tapis M20.
- Si l'étape N°23 est activée avec l'action DRTP (Défaut Rotation Tapis M20) en mode manuel ou automatique, cela arrête le moteur de tapis M20 en raison de frottements ou d'obstacles mécaniques qui bloquent le mouvement du tambour du tapis.
- L'activation de l'étape N°24 avec l'action Def-sys (défaut de système) en mode automatique arrête le moteur de tapis M20 en raison de la présence d'un défaut dans les autres machines de l'installation (l'étape N°25 assure la synchronisation entre les différentes machines composant l'installation).
- L'activation de l'étape N°25 en mode automatique arrête le moteur de tapis M20 après l'activation de l'étape X14 dans le GRAFCET de la trémie, la désactivation du Capteur

Présence Matière sur le tapis (CPM), et une temporisation de 5 secondes pour assurer la vidange complète du tapis.

II.4.5. GRAFCET tamis 30 « macro étape M30 » :

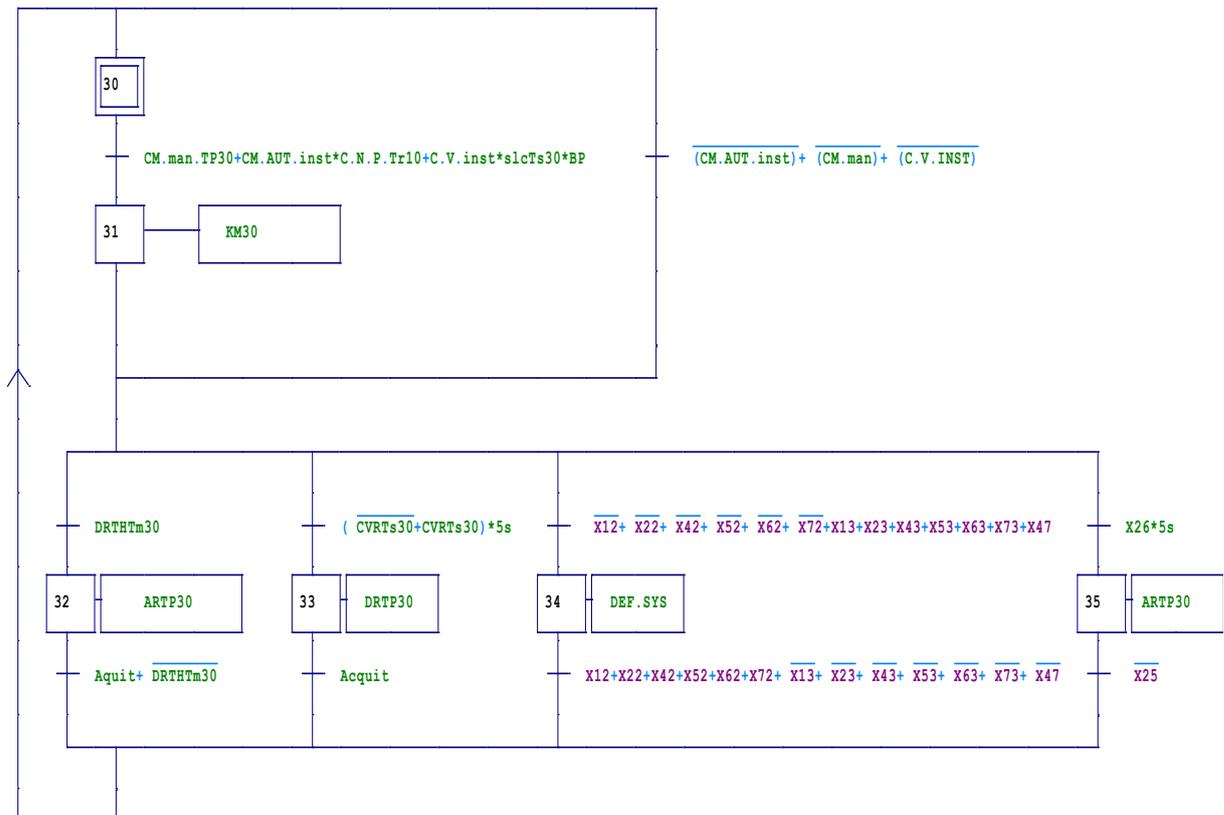


Figure II-8 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M30 (moteur tamis 30).

II.4.5.1. Description grafcet tamis M30 :

- Si l'étape N°31 est activée avec l'action KM30, cela démarre le moteur tamis M30 en mode manuel ou automatique.
- L'activation de l'étape N°32 en mode manuel ou automatique arrête le moteur de tamis M30 (la bobine KM30 est désactivée) en raison d'un défaut de relais du moteur de tamis M30.
- Si l'étape N°33 est activée avec l'action DRTP (Défaut Rotation Tamis M30) en mode manuel ou automatique, cela arrête le moteur de tamis M30 en raison de frottements ou d'obstacles mécaniques qui bloquent le mouvement du tambour du tamis.
- L'activation de l'étape N°34 avec l'action Def-sys (défaut de système) en mode automatique arrête le moteur de tamis M30 en raison de la présence d'un défaut dans les autres machines de l'installation (l'étape N°34 assure la synchronisation entre les différentes machines composant l'installation).

- L'activation de l'étape N35 en mode automatique arrête le moteur de tamis M30 après l'activation de l'étape X25 dans le GRAFCET de tapis M20, la désactivation du Capteur Présence Matière sur le tapis (CPM), et une temporisation de 5 secondes pour assurer la vidange complète du tamis.

II.4.6. GRAFCET tapis 40 « macro étape M40 » :

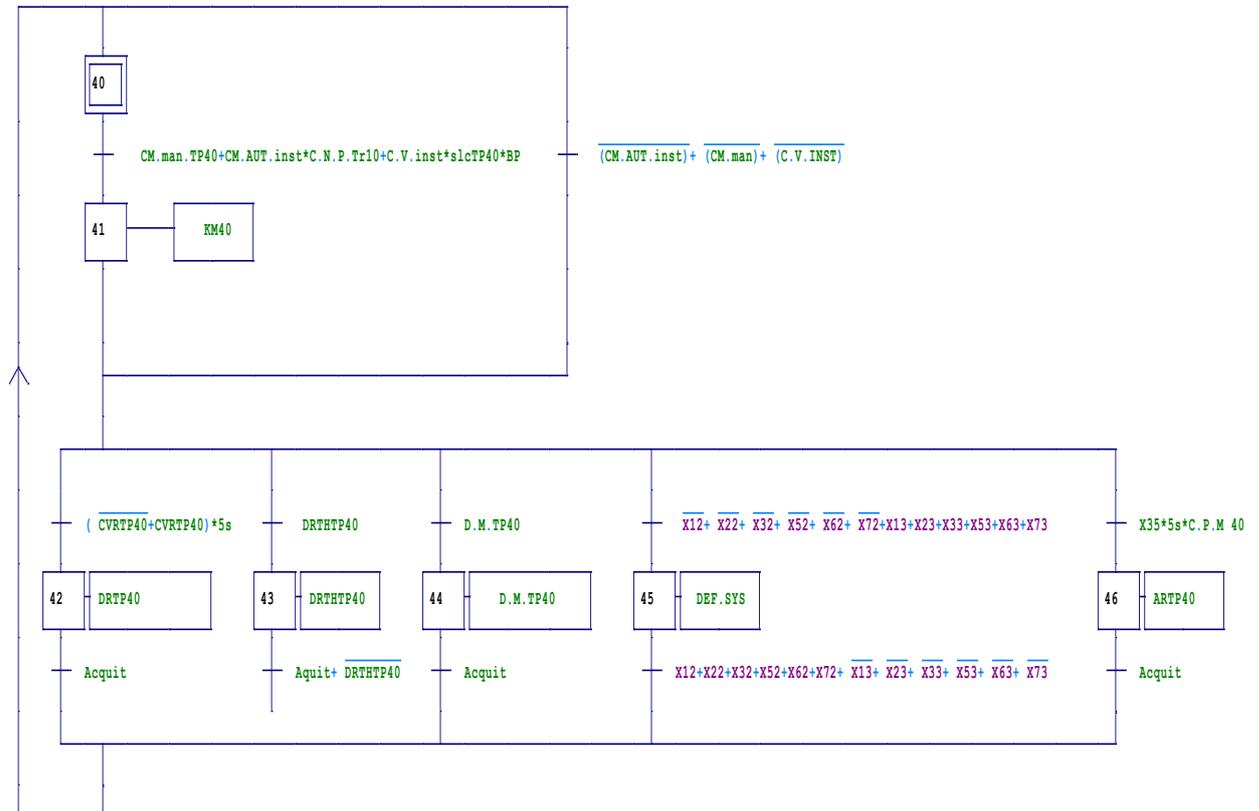


Figure II-9 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M40 (tapis M40).

II.4.6.1. Description grafcet tapis 40 :

- Si l'étape N°41 est activée avec l'action KM40, cela démarre le moteur tapis M40 en mode manuel ou automatique.
- L'activation de l'étape N°42 en mode manuel ou automatique arrête le moteur de tapis M40 (la bobine KM40 est désactivée) en raison d'un défaut de relais du moteur de tapis M40.
- Si l'étape N°43 est activée avec l'action DRTP (Défaut Rotation Tapis M40) en mode manuel ou automatique, cela arrête le moteur de tapis M40 en raison de frottements ou d'obstacles mécaniques qui bloquent le mouvement du tambour du tapis.
- L'activation de l'étape N°44 avec l'action Def-sys (défaut de système) en mode automatique arrête le moteur de tapis M40 en raison de la présence d'un défaut dans les

autres machines de l'installation (l'étape N°44 assure la synchronisation entre les différentes machines composant l'installation).

- L'activation de l'étape N°45 en mode automatique arrête le moteur de tapis M40 après l'activation de l'étape X35 dans le GRAFCET du tamis M30, la désactivation du Capteur Présence Matière sur le tapis (CPM), et une temporisation de 5 secondes pour assurer la vidange complète du tapis.
- L'activation de l'étape N°46 avec l'action DMTP40 (détection des métaux) en mode automatique s'arrête l'installation temporairement à cause de détection des métaux.

II.4.7. GRAFCET broyeur 50 « macro étape M50 » :

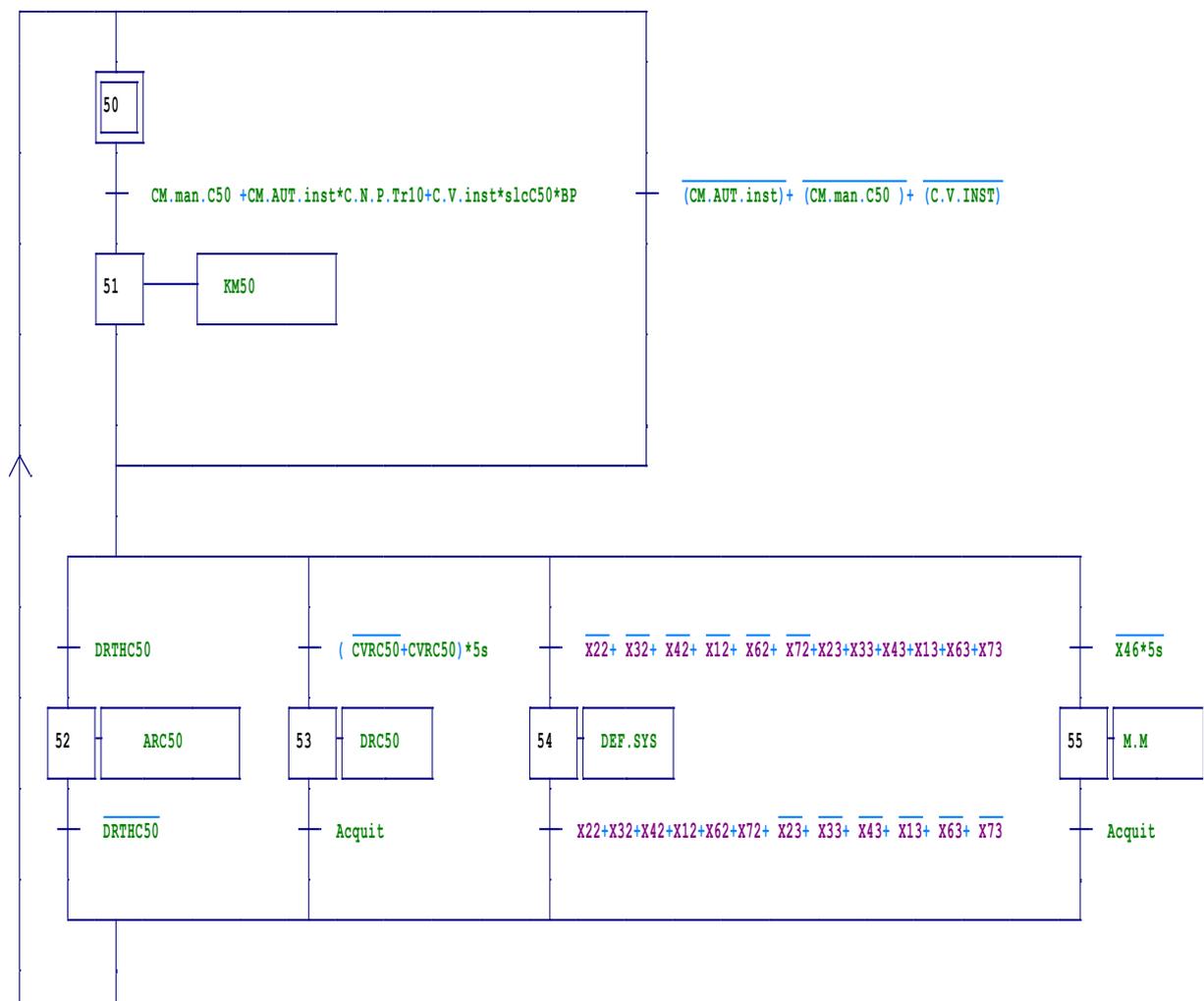


Figure II-10 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M50 (moteur broyeur M50).

II.4.7.1. Description grafcet broyeur M50 :

- Si l'étape N°51 est activée avec l'action KM50, cela démarre le moteur broyeur M50 en mode manuel ou automatique.

- L'activation de l'étape N°52 en mode manuel ou automatique arrête le moteur de broyeur M50 (la bobine KM50 est désactivée) en raison d'un défaut de relais du moteur de broyeur M50.
- Si l'étape N°53 est activée avec l'action DRTP (Défaut Rotation Tapis M50) en mode manuelle ou automatique seulement provoque l'arrêt de moteur broyeur M50.
- L'activation de l'étape N°54 avec l'action Def-sys (défaut de système) en mode automatique arrête le moteur de broyeur M50 en raison de la présence d'un défaut dans les autres machines de l'installation (l'étape N°54 assure la synchronisation entre les différentes machines composant l'installation).
- L'activation de l'étape N°55 en mode automatique arrête le moteur de broyeur M50 après l'activation de l'étape X46 dans le GRAFCET du tapis M40, la désactivation du Capteur Présence Matière sur le tapis (CPM), et une temporisation de 5 secondes pour assurer la vidange complète du tapis.

II.4.8. GRAFCET tapis 60 « macro étape M60 » :

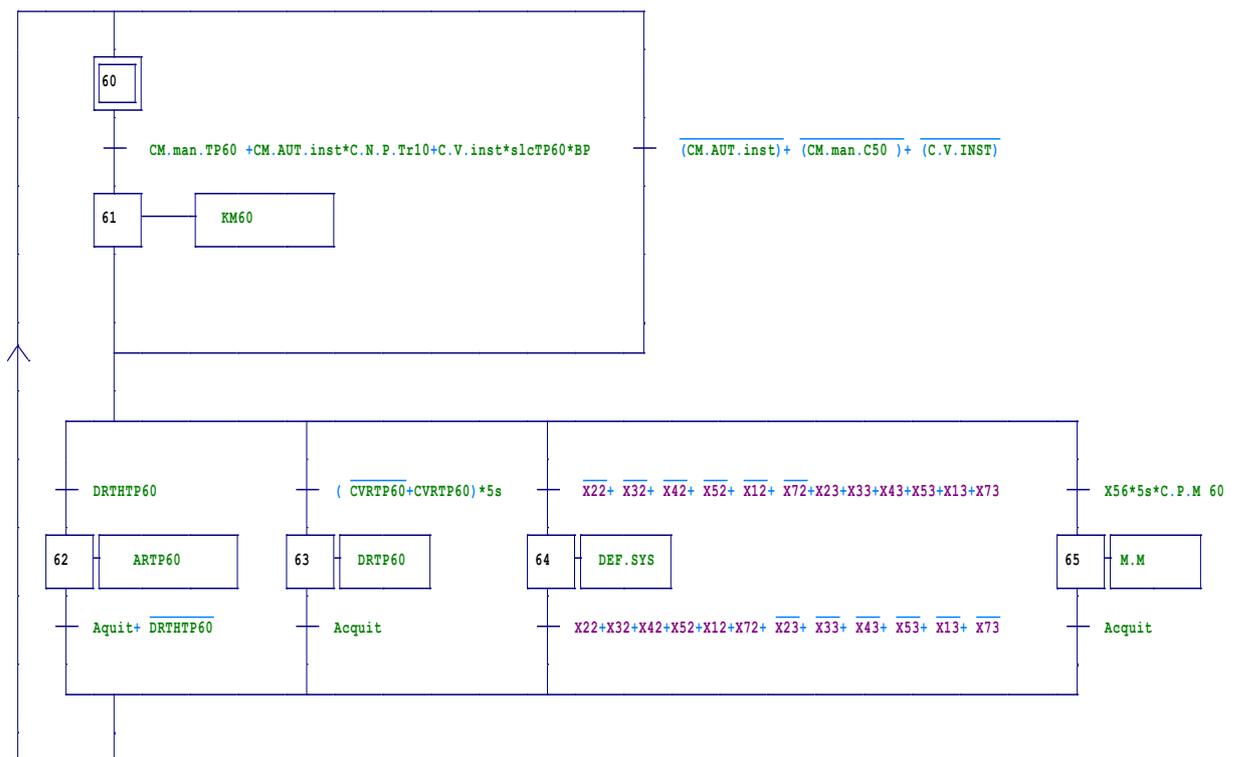


Figure II-11 : grafcet niveau 2 de la macro étape M60 (tapis M60).

II.4.8.1. Description grafcet tapis 60 :

- Si l'étape N°61 est activée avec l'action KM60, cela démarre le moteur tapis M60 en mode manuel ou automatique.

- En mode manuel ou automatique, l'étape N°62 arrête le moteur du tapis M60 dès qu'un défaut de relais est détecté.
- L'étape N°63, associée à l'action DRT (Défaut Rotation Tapis M60), interrompt le moteur du tapis M60 en cas d'obstacles mécaniques, en mode manuel ou automatique.
- Lorsque l'étape N°64 détecte un défaut système en mode automatique, le moteur du tapis M60 est arrêté, surveillant ainsi les autres machines de l'installation.
- En mode automatique, l'étape N°65 désactive le moteur du tapis M60 après l'activation de l'étape X55 du grafcet du concasseur, la vérification de la présence de matière par le capteur CPM sur le tapis, et une temporisation de 5 secondes pour vider complètement le tapis.

II.4.9. GRAFCET tapis 70 « macro étape M70 » :

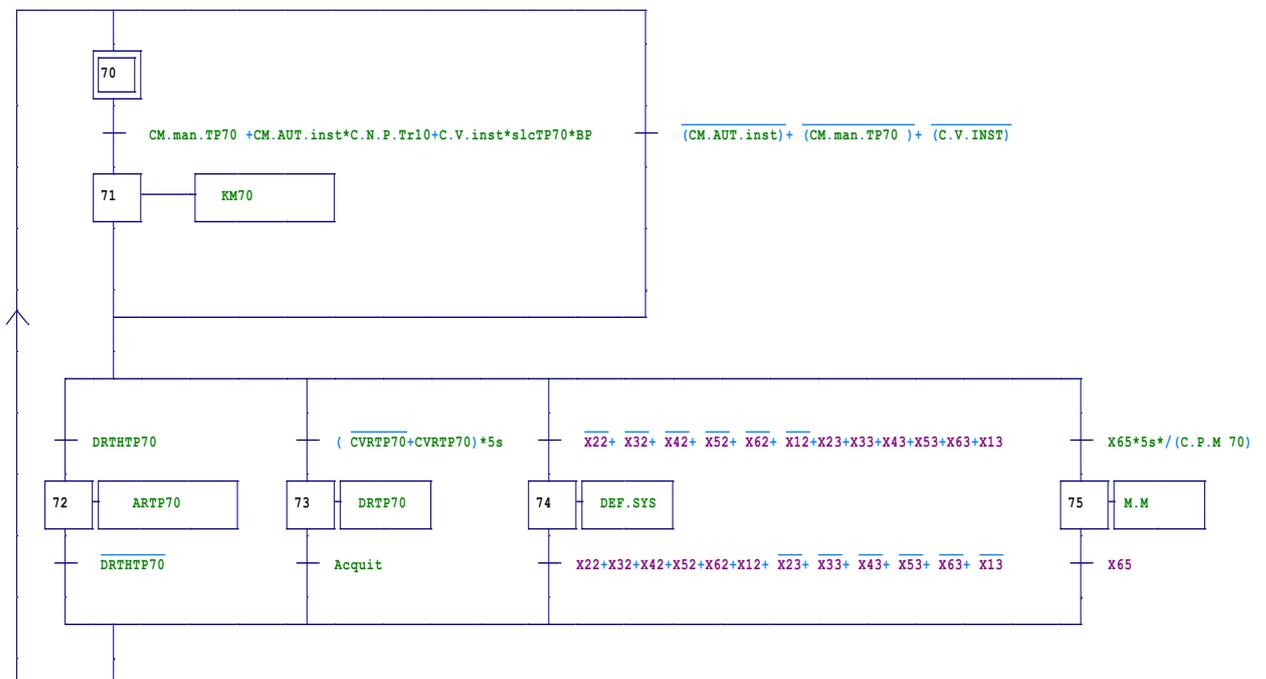


Figure II-12 : GRAFCET niveau 2 de la macro étape M70 (tapis M70).

II.4.9.1. Description grafcet tapis 70 :

- Si l'étape N°71 est activée avec l'action KM70, cela démarre le moteur tapis M70 en mode manuel ou automatique.
- En mode manuel ou automatique, l'étape N°72 arrête le moteur du tapis M70 dès qu'un défaut de relais est détecté.
- L'étape N°73, associée à l'action DRTP (Défaut Rotation Tapis M70), interrompt le moteur du tapis M70 en cas d'obstacles mécaniques, en mode manuel ou automatique.

- En mode automatique, l'étape N°74 désactive le moteur du tapis M70 en cas de défaut système sur d'autres machines de l'installation, synchronisant ainsi les différentes machines.
- L'activation de l'étape N°75, en mode automatique, stoppe le moteur du tapis M70 après l'activation de l'étape X65 du grafcet du tapis M60, la vérification de la présence de matière par le capteur CPM sur le tapis, et une temporisation de 5 secondes pour vider complètement le tapis.

II.5. Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons examiné en détail le GRAFCET, un outil fondamental dans le domaine de l'automatisation industrielle. En explorant les différentes facettes du GRAFCET, nous avons approfondi notre compréhension de cet outil essentiel, de sa définition à ses différents types, ainsi que de l'inventaire des entrées/sorties d'une installation.

Après l'élaboration du "GRAFCET", nous allons aborder dans le chapitre suivant le choix et l'adaptation de l'automate programmable industriel.

Chapitre III :
Présentation d'automate
programmable industrielle.

III.1. Introduction

L'Automate Programmable Industriel (API), également connu sous le nom de Programmable Logic Controller (PLC), est l'un des dispositifs de commande les plus largement utilisés dans l'industrie pour la gestion des systèmes de production et d'automatisation.

Dans ce chapitre, nous offrirons un aperçu succinct de la structure des systèmes automatisés ainsi que des Automates Programmables Industriels. Nous aborderons brièvement l'aspect historique, quelques définitions clés, puis nous examinerons en détail l'Automate S7-300, ses composants internes et son architecture.

III.2. Le but de l'automatisation

Régularité des produits : L'automatisation garantit que chaque produit fabriqué est identique au précédent, assurant ainsi une cohérence de qualité.

Productivité accrue : Grâce à l'automatisation, le système gagne en efficacité et en valeur ajoutée, ce qui renforce sa compétitivité sur le marché.

Réduction des délais : Chaque étape du processus de fabrication est exécutée plus rapidement et de manière constante, ce qui permet de réduire le temps global de production.

Économies de matières premières et d'énergie.

Sécurité accrue : En automatisant les procédés de fabrication, on réduit les risques liés au travail humain, notamment dans les tâches potentiellement dangereuses.

III.3. Le système automatisé industriel

L'automatisation industrielle englobe l'utilisation de technologies telles que l'électronique, l'électrotechnique, la mécanique et les télécommunications pour élaborer des machines ou des processus automatisés capables de fonctionner sans intervention humaine. Cette pratique représente une tendance cruciale dans la production industrielle contemporaine, visant à optimiser le contrôle des chaînes d'assemblage, la qualité, et l'ergonomie pour les opérateurs. Ces améliorations se traduisent par un rendement accru sur investissement et une meilleure rentabilité.

Plus spécifiquement, un système automatisé est un ensemble d'objets techniques qui remplace les tâches de commande et de surveillance effectuées par des opérateurs humains. La partie commande de ce système mémorise le savoir-faire des opérateurs pour exécuter les actions nécessaires sur la matière première et élaborer le produit final. [8]

III.4. La structure d'un système automatisé

Un système automatisé se compose invariablement de deux parties essentielles : la partie commande (PC) et la partie opérative (PO). L'opérateur donne des consignes à la PC pour mettre en œuvre le système. La PC traduit ces consignes en ordres exécutés par la PO. Une fois les ordres accomplis, la PO informe la PC par un retour d'information, qui à son tour notifie l'opérateur, confirmant ainsi l'exécution réussie de la tâche.

La structure interne d'un système automatisé peut être représentée de la manière suivante (figure III-1) :

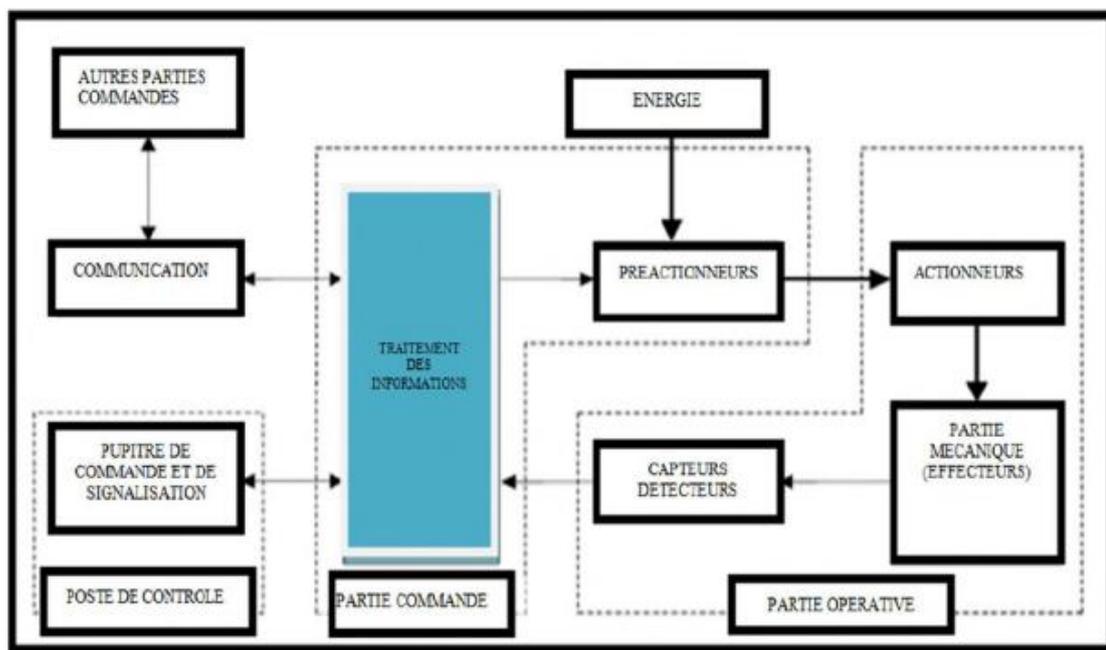


Figure III-1 : structure d'un système automatisé. [24]

III.4.1. Partie commande

La partie commande, comparable au cerveau d'un système, assure les fonctions de traitement des informations, gestion et contrôle du cycle. Revenant les consignes de l'opérateur, elle émet des ordres à la partie opérative, tout en recevant des rapports de cette dernière. Simultanément, elle envoie des signaux à l'opérateur.

III.4.1.1. Les principales fonctions de la partie commande

- Échange des informations avec l'opérateur et d'autres systèmes.
- Acquérir et traiter les données.
- Commander la puissance.

La partie commande d'une chaîne de production basé sur :

- Des microcontrôleurs et microprocesseurs : qui commande et traite l'information (par exemple un API).[8]
- Les pré-actionneurs : qui commande l'énergie et distribuent l'énergie aux actionneurs qui sont représenté dans les éléments suivants [9]:
 - Contacteur pour moteur électrique.
 - Distributeurs pour vérin.
 - Variateur de vitesse.
 - Fusibles et relais thermique.
 - Disjoncteur magnéto thermique.

III.4.2. Partie opérative

Il s'agit de l'actionneur, l'organe responsable de l'exécution des actions prescrites par l'organe de commande. C'est l'organe de puissance, utilisant généralement des technologies électriques, pneumatiques ou hydrauliques, et fréquemment une combinaison de ces technologies.

Les actionneurs appartiennent à deux technologies :

III.4.2.1. Les actionneurs électriques

Les actionneurs électriques opèrent en fonction de la nature de l'énergie utilisée. On peut identifier divers types d'actionneurs électriques en fonction de la conversion de l'énergie électrique [9] :

- Energie mécanique de rotation et translation : Moteur rotatif, Moteur linéaire, électroaimant.
- Energie radiant : lampes à décharge, des voyants...
- Energie thermique : Une résistance chauffante (Chauffage à induction), l'électrode.

III.4.2.2. Les actionneurs pneumatiques et hydrauliques

Ces actionneurs produisent un mouvement à partir d'une énergie mécanique transmise par un fluide gazeux (air comprimé) ou liquide (eau ou huile). On peut classer les actionneurs pneumatiques et hydrauliques selon ces propriétés : [8]

- L'utilisation de l'énergie pneumatique avec les propriétés de compression et de dilatation : vérins linéaire, vérins rotatifs, moteur pneumatique.
- L'utilisation de l'énergie hydraulique avec la propriété d'incompressibilité du fluide : pompes ou vérin hydraulique.

III.4.3. Les capteurs

C'est l'ensemble des dispositifs qui fournissent des informations à la partie commande en rapport avec l'état de l'actionneur et les résultats de leurs actions sur le procédé ou la chaîne de production. Dans le domaine industriel, divers capteurs peuvent détecter des paramètres tels que la vitesse, la température, la pression, le débit, la position, le niveau, etc. Ces capteurs et leur conditionnement sont classés en fonction de leur type de sortie : [8]

- Capteurs Analogiques : la sortie peut prendre une infinité des valeurs de continues, et la sortie de ces capteurs peut être du type tension ou courant. Par exemple (température, pression...).
- Capteurs Numérique (TOR) : la sortie prend un état logique 1 ou 0. par exemple (capteur de fin de course, ...).

III.4.4. Les Interfaces

C'est le système de transmission d'informations qui assure la communication entre l'opérateur, la partie opérative (PO), et la partie commande (PC). Ce dialogue s'effectue par le biais d'un pupitre de commande et de signalisation.

Le pupitre permet à l'opérateur d'interagir avec la partie opérative du système et comprend:

- Des voyants de signalisation (état du système, défaut, mise sous tension, anomalies de fonctionnement, buzzer, etc.).
- Des boutons (ou des capteurs) de commande (marche, arrêt, arrêt d'urgence, etc.).
- Des instruments de mesure et d'affichage (manomètre pour la pression, voltmètre pour la tension, ampèremètre pour l'intensité, etc.).

III.5. Généralité sur les automates programmables

III.5.1. Définition de l'API

Selon la norme française EN 61131-1, un automate programmable est un dispositif électronique programmable fonctionnant numériquement, conçu pour être utilisé dans un environnement industriel. Il utilise une mémoire programmable pour stocker des instructions orientées utilisateur en vue de mettre en œuvre des fonctions spécifiques, telles que la logique, la séquence, la temporisation, le comptage et le calcul arithmétique. Ces fonctions visent à commander différents types de machines ou de processus au moyen d'entrées et de sorties Tout ou Rien ou analogiques.[8]

Les rôles principaux de l'automate dans un processus sont les suivants :

- Assurer l'acquisition d'informations fournies par les capteurs.

- Traiter les informations des systèmes.
- Élaborer la commande des actionneurs et des capteurs.
- Assurer la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

III.5.2. Les types d'automate

Les automates classés selon de type compact ou modulaire. [10]

III.5.2.1. Compact : Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties.

Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques...) et recevoir des extensions en nombre limité, ils sont généralement destinés à la commande de petits automatismes. Tel qu'illustré la figure III-2.



Figure III-2 : automate compact (Allen-Bradley). [10]

III.5.2.2. Modulaire : Dans ce modèle, le processeur, l'alimentation et les interfaces entrées/sorties sont des unités séparées (modules). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes de grande puissance de traitement et fusibilité. Comme indiqué à la figure III-3



Figure III-3 : Automate modulaire (Siemens). [9]

III.5.3. L'architecture des automates

III.5.3.1. La structure interne

La structure interne d'un automate programmable est constituée (voir la figure III-4) [11] :

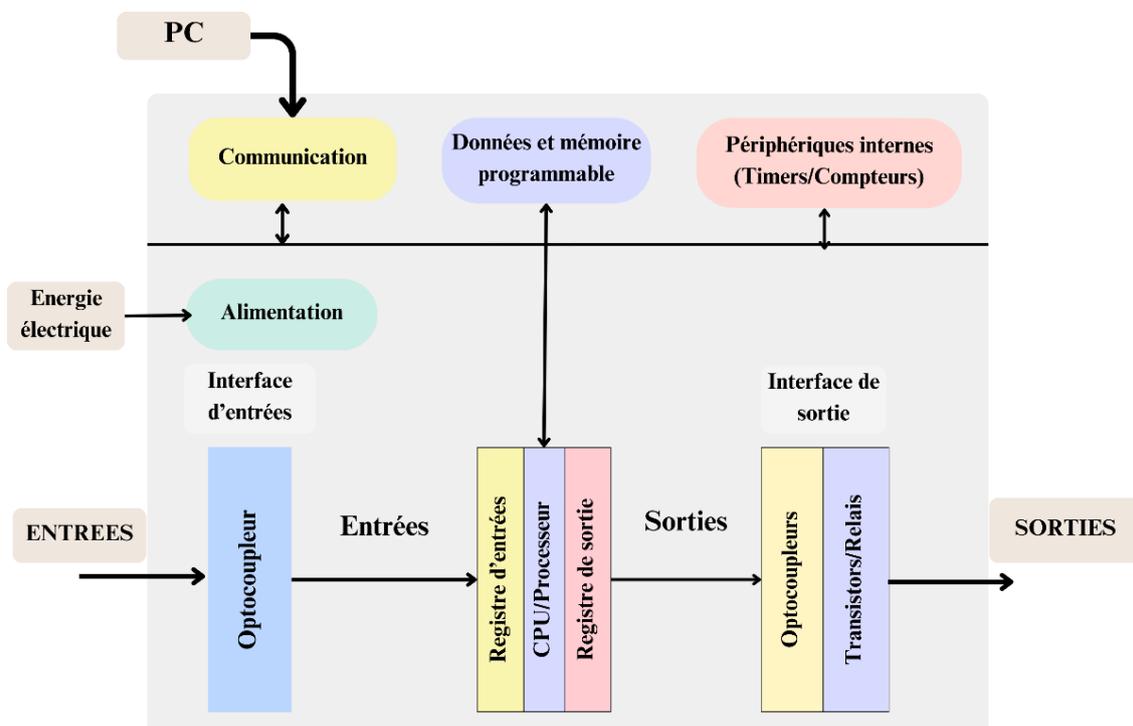


Figure III-4 : La structure matérielle interne d'un API.

III.5.3.1.1. Le module d'alimentation

Composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement. A partir d'une alimentation en 220 volt alternative, ces blocs délivrent des sources de tension dont l'automate a besoin : 24V, 12V ou 5V en continu. En règle générale, un voyant positionné sur la façade indique la mise sous tension de l'automate.

III.5.3.1.2. L'unité centrale (UC)

L'unité centrale représente le cœur de la machine, et comprend le regroupement du processeur et de la mémoire centrale. Elle commande l'interprétation et l'exécution des instructions programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

III.5.3.1.3. Le microprocesseur

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées 'BUS' qui véhiculent les informations sous forme binaire.

III.5.3.1.4. La zone mémoires

Une mémoire est un circuit électronique complexe qui n'enregistre que des données binaires.

- La Zone mémoire va permettre :

De recevoir les informations issues des capteurs d'entrées· De recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des compteurs, des temporisations, ...)· De recevoir et conserver le programme du système.

- Action possible sur une mémoire :
 - ECRIRE : pour modifier le contenu d'un programme.
 - EFFACER : pour faire disparaître les informations qui ne sont plus nécessaires.
 - LIRE : pour lire le contenu d'un programme sans le modifier.

III.5.3.1.5. Les interfaces d'entrées/sorties

III.5.3.1.5.1. Le module d'entrées

Les entrées reçoivent des informations des éléments de détection et du pupitre. Le signal

est ensuite traité en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative.[12]

III.5.3.1.5.2. Le module de sorties

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs et aux éléments de signalisation du pupitre. Elles adaptent les niveaux de tension de l'unité de commande à ceux de la partie opérative du système, tout en assurant une isolation galvanique entre ces deux composants.

III.5.3.1.5.3. Le Bus

C'est un ensemble de conducteurs qui réalisent la liaison entre les différents éléments de l'automate. Dans un automate modulaire, il se présente sous forme d'un circuit imprimé situé au fond du bac et supporte des connecteurs sur lesquels viennent s'enficher les différents modules : processeur, extension mémoire, interfaces et coupleurs.

Le bus est organisé en plusieurs sous-ensembles destinés chacun à véhiculer un type bien défini d'informations :

- Bus de données.
- Bus d'adresses.
- Bus de contrôle pour les signaux de service tels que tops de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges, etc...
- Bus de distribution des tensions issues du bloc d'alimentation.

III.5.3.2. La structure externe

La structure externe d'un automate programmable est constituée (voir la figure III-5) :

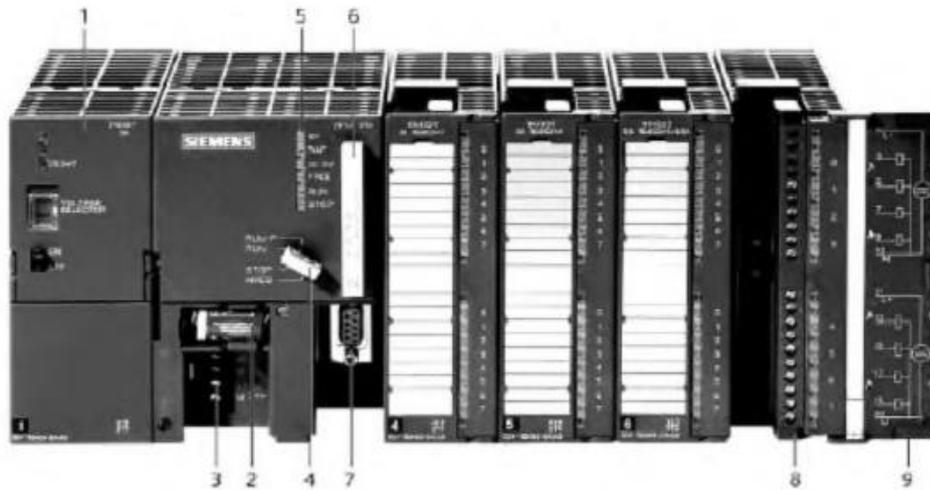


Figure III-5 : Automate Programmable Industriel SIEMENS. [10]

1. Module d'alimentation / 2. Pile de sauvegarde / 3. Connexion au 24V cc
4. Commutateur de mode (à clé) / 5. LED de signalisation d'état et de défauts
6. Carte mémoire / 7. Interface multipoint (MPI) / 8. Connecteur frontal
9. Volet en face avant

III.5.3.3. Nature des informations traitées par l'automate

Les informations peuvent être de type : [10]

III.5.3.3.1. Tout ou rien (T.O.R.)

L'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, ou 1...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...

III.5.3.3.2. Analogique

L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...)

III.5.3.3.3. Numérique

L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

III.5.3.4. Principe de fonctionnement

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Généralement les automates programmables industriels ont un fonctionnement cyclique. Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul... Lorsque le fonctionnement est dit synchrone par rapport aux entrées et aux sorties, le cycle de traitement commence par la prise en compte des entrées qui sont figées en mémoire pour tout le cycle. Comme illustré par la figure III-6. [8]

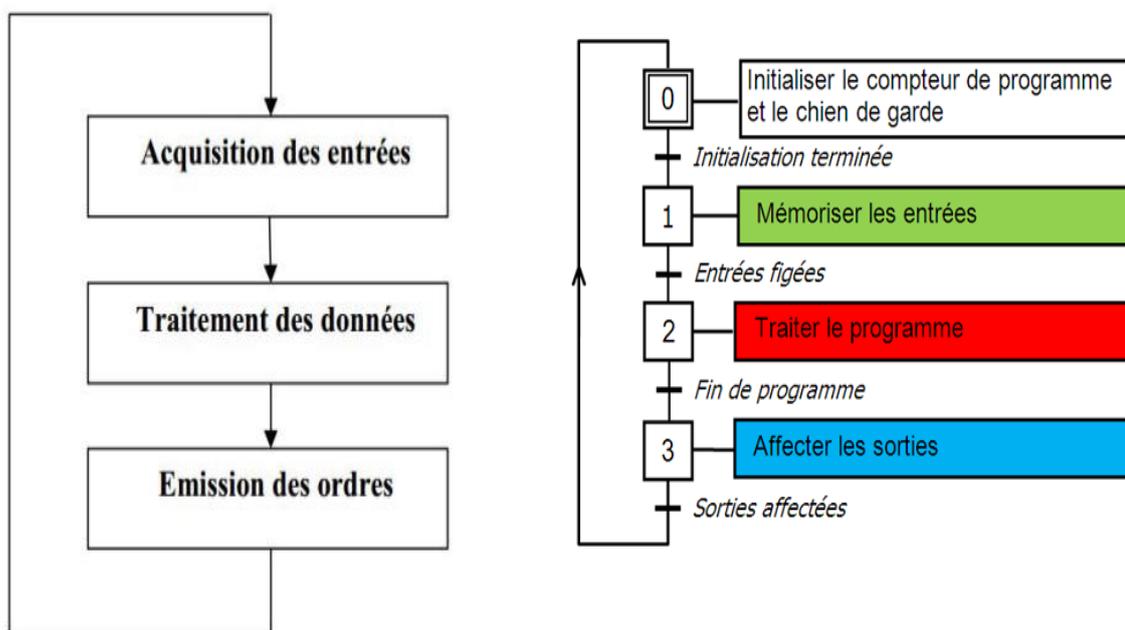


Figure III-6 : principe de fonctionnement d'un automate programmable.[30]

Le processeur exécute alors le programme instruction par instruction en rangeant à chaque fois les résultats en mémoire. En fin de cycle les sorties sont affectées d'un état binaire, par mise en communication avec les mémoires correspondantes. Dans ce cas, le temps de réponse à une variation d'état d'une entrée peut être compris entre un ou deux temps de cycle (durée moyenne d'un temps de cycle est de 5 à 15 ms).

III.5.3.5. Choix d'un automate programmable industriel

Le choix du type d'automate dépend des critères suivants : [13]

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

- Le nombre d'entrées/sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sortie nécessaires devient élevé.
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, TOR).
- Protection contre les parasites (champs électromagnétiques), baisse et pic de tension.
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...).
- Fiabilité du produit.
- Durée de garantie.
- Prix de l'appareil.

III.5.3.6. La sécurité

La sécurité constitue une préoccupation majeure dans les systèmes automatisés en raison des nombreux dangers inhérents tels que les tensions électriques, les mouvements mécaniques et les projections de matière sous pression. Positionné au cœur du système automatisé, l'automate doit garantir une fiabilité absolue, étant donné qu'un dysfonctionnement pourrait entraîner des conséquences graves sur la sécurité des personnes. De plus, les coûts de réparation et les arrêts de production peuvent avoir des impacts significatifs sur le plan financier.

III.5.4. Présentation générale de l'automate S7-300 Siemens

Pour automatiser la nouvelle section de concentration, nous avons opté pour la gamme SIMATIC 300, plus particulièrement le S7-300. Ce choix est justifié par les performances et la grande fiabilité de cet automate, ainsi que sa disponibilité au sein de Briqueterie Tidjelabine.

III.5.4.1. Définition

Le S7-300, produit de la société SIEMENS, est un automate modulaire conçu pour des tâches d'automatisation de moyenne gamme. Il représente un élément clé de la nouvelle génération d'automates programmables. [14]

La famille des systèmes d'automatisation SIMATIC S7 constitue un pilier dans le concept d'automatisation totale pour la fabrication et la conduite des processus.

III.5.4.2. Caractéristiques de l'automate S7-300

- Sa puissance et sa rapidité.

- La possibilité d'intégration de nouvelles tâches.
- Hautes performances grâce aux nombreuses fonctions intégrées.
- Possède 24 sortes de CPU standards : avec interface Ethernet/PROFINET intégrée.
- CPU compactes avec fonctions technologiques et périphérie intégrées.
- Modules d'E/S TOR et analogiques pour la quasi-totalité des signaux avec possibilité de traitement des interruptions et du diagnostic.

III.5.4.3. Les modules de S7-300

Le S7-300 est un mini automate modulaire, conçu pour les applications d'entrées et de milieu de gamme. Comme représenté dans la figure III-7 montrant les différents modules.

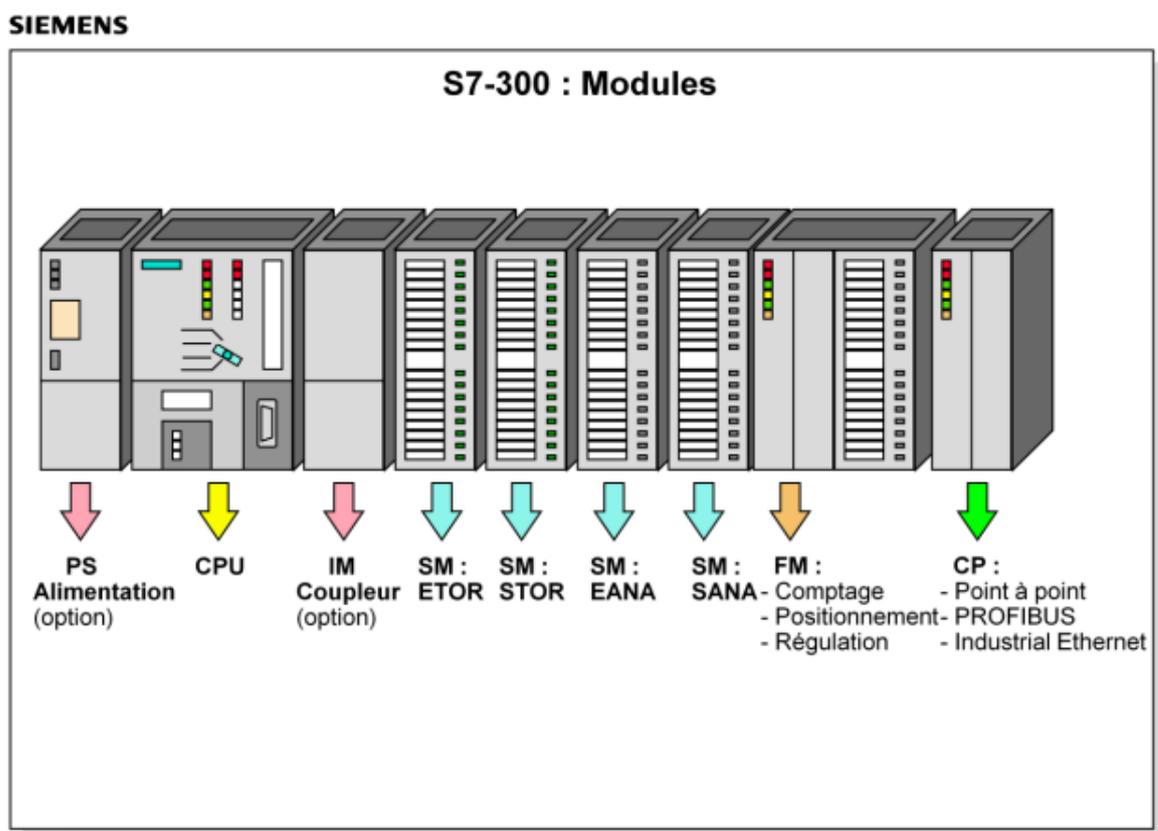


Figure III-7 : Constitution de l'automate S7-300.

III.5.4.3.1. Module d'alimentation PS

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 120V/230V en tension de 24 VCC nécessaire pour l'alimentation de l'automate.

III.5.3.2. L'unité centrale CPU

L'automate S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance on compte les versions suivantes : [15]

- CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314, ...
- CPU avec fonction intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM.

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre cout des taches suivante qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction.

III.5.3.3. Programme utilisateur

Un programme élaboré par l'utilisateur, puis chargé dans l'unité centrale de traitement (CPU). Il englobe toutes les fonctions requises pour le traitement de la tâche d'automatisation spécifique, comprenant notamment la configuration des propriétés de la CPU (comme le temps de cycle, la réaction aux alarmes, le traitement des perturbations, etc.).

III.5.3.3.1. Système d'exploitation

Le système d'exploitation, intégré dans chaque CPU, coordonne l'ensemble des fonctions et procédures non directement liées à une tâche d'automatisation particulière.

Ces tâches incluent notamment.

- ✓ L'actualisation de la mémoire image (MIE, MIS).
- ✓ L'appelle du programme utilisateur.
- ✓ L'enregistrement des alarmes et l'appel des OB d'alarme.
- ✓ Gestion des zones de mémoire.
- ✓ Communication.

III.5.3.3.2. Module de couplage

Ils ont pour rôle le raccordement du châssis d'extension au châssis de base. Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont : [15]

- IM 365 : pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM360 / IM361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.

III.5.3.3.3. Module de fonction (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des taches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivants : [15]

- FM 353/FM 357 : module de positionnement. Exemple moteur pas-à-pas.

- FM 355 : module de régulation.
- FM 350 : module de comptage.

III.5.3.3.4. Modules de signaux (SM)

Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées et des modules de sorties TOR, ainsi que des modules d'entrées et des modules de sorties analogiques. [15]

III.5.3.3.4.1. Module d'entrées /sortie TOR (SM 321 / SM 322)

Les modules entrées/sorties TOR constitue les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc....). [15]

III.5.3.3.4.2. Module d'entrées /sortie analogiques (SM 331/SM 332)

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et des actionneurs analogiques.

- Les modules d'entrées analogiques (SM 331) réalisent la conversion des signaux analogiques, issus de processus, aux signaux numériques pour le traitement interne dans S7- 300.
- Les modules de sorties analogiques (SM 332) convertir les signaux numériques interne (du S7-300) aux signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré-actionneurs analogiques. [16]

III.5.3.3.5. Le châssis (rack)

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du SIMATIC S7-300. Ils remplissent les fonctions suivantes : [15]

- Assemblage mécanique des modules.
- Distribution de la tension d'alimentation des modules.

III.5.3.3.6. Module de communication (CP)

Les processeurs de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, PC, etc.). [15]

III.5.3.3.6.1. Caractéristiques

- Mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme.
- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré aux modules.
- Possibilité de mise en réseau avec : l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industriel Ethernet.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil "Configuration matérielle".

Le CPU choisie pour notre automate, est le CPU 312. Ce type de CPU a le nombre d'entrées /sorties nécessaire pour la programmation de la station.

III.6. Les avantages de l'automatisation

- La réduction des coûts de production : un retour sur investissement rapide permet de compenser les coûts initiaux d'installation.
- L'optimisation des temps de cycle des pièces : une ligne de production allégée est cruciale dans tout effort visant à en accroître l'efficacité. Les robots peuvent fonctionner plus longtemps et plus rapidement, ce qui augmente les taux de production.
- L'amélioration de la qualité et de la fiabilité : les tâches effectuées dans une ligne de production automatisée sont précises et reproductibles à l'identique, ce qui assure que tous les produits sont fabriqués avec les mêmes spécifications et qu'ils auront la même qualité.
- Les réparations sont espacées et peu nombreuses.
- Une meilleure utilisation de l'espace au sein de l'unité de production : l'automatisant des équipements et des machines intégrés dans votre ligne de production pourra vous faire gagner beaucoup d'espace et vous permettra de rendre le flux du processus plus efficace.
- La réduction des déchets : les robots sont si précis qu'ils peuvent économiser de la matière première, ce qui diminue les coûts de traitement des déchets.
- La préservation des emplois locaux : au lieu de délocaliser votre production vers des pays « Löw cost » en termes de main-d'œuvre, vous pouvez intégrer l'automatisation

dans quelques étapes clés du processus de la production où, par exemple, la précision d'un robot est essentielle.

- Demeurer compétitif : la réduction des délais de livraison et les coûts de production sont des éléments qui attirent les clients. L'automatisation permet, justement, d'attendre un rapport qualité/prix très avantageux.

III.7. Les inconvénients de l'automatisation

- Incidence sur l'emploi (licenciement - chômage : la mise en place d'une machine se substituant à 10 salariés n'aboutit pas à la création de 10 emplois).
- Investissement pour l'achat de machines.
- Coût de maintenance.
- Pannes.
- Consommation d'énergie.
- Formation d'un personnel plus qualifié (technicien de maintenance, de contrôle). [17]

III.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné les automates programmables industriels (API), des dispositifs essentiels dans le domaine de l'automatisation industrielle. En explorant les différentes composantes des API, nous avons renforcé notre compréhension de ces outils fondamentaux, de leur fonctionnement à leur choix en passant par leurs composants et leurs applications.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons le logiciel de programmation STEP 7, suivi de la création du programme à l'aide de ce logiciel. Ce qui nous permettra d'approfondir notre exploration des technologies fondamentales de l'automatisation industrielle.

Chapitre IV :

Aperçu sur STEP7 et WinCC.

IV.1. Introduction

La programmation et la supervision sont des éléments essentiels dans le domaine de l'automatisation industrielle. Le logiciel STEP7 de Siemens est un outil fondamental pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400. Intégré à l'industrie logicielle SIMATIC, STEP7 assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. Nous aborderons également la programmation de l'installation, incluant la création du programme dans STEP7, la configuration matérielle, et la simulation à l'aide de S7-PLCSIM. D'autre part, WinCC flexible est un logiciel de supervision permettant le contrôle et la surveillance des processus de production. Ces deux logiciels, combinés à des systèmes HMI, constituent une infrastructure puissante pour la gestion des procédés industriels.

IV.2. Présentation de logiciel de programmation STEP7

IV.2.1. Définition du logiciel STEP7

STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S-400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation. Il permet : la création et la gestion de projets, la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, et la création de programme.[18]

IV.2.2. La programmation en STEP 7

La programmation en STEP 7 présente trois modes de représentation qui peut être combinés dans une même application :

IV.2.2.1. Programmation à Le schéma logique (LOG)

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques et les fonctions complexes.

IV.2.2.2. Programmation à Le schéma contact (CONT)

C'est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions est très semblable aux schémas de circuits électriques. Le langage à CONT permet de suivre facilement

le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

IV.2.2.3. Programmation à Liste d'instruction (LIST)

C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans cette programmation, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (paramètres de blocs et accès structurés aux données).

IV.2.3. Structure du programme STEP7

La programmation structurée permet la rédaction claire et transparente de programmes. Elle permet la construction d'un programme complet à l'aide de modules qui peuvent être échangés et/ou modifiés à volonté. Pour permettre une programmation structurée confortable, il faut prévoir plusieurs types de modules : (OB) Bloc d'organisation, (FB) Bloc fonctionnel, (FC) Fonction, (SFB) Bloc fonctionnel système, (SFC) Fonction système, (DB) Bloc de données.

IV.2.3.1. Blocs existant sur STEP7

Le système d'automatisation utilise différents types de blocs dans lesquels peuvent être mémorisés le programme utilisateur et les données correspondantes. Selon les exigences du processus, le programme peut être structuré en différents blocs qui sont :

Bloc d'organisation : Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Fonction : Une fonction (FC) assure une fonctionnalité spécifique du programme. Les fonctions peuvent être paramétrables.

Bloc fonctionnel : Du point de vue du programme, les blocs fonctionnels s'apparentent aux fonctions FB et SFB, mais ils disposent en plus de zones mémoires spécifiques, sous forme de blocs de données d'instance. Les blocs fonctionnels conviennent pour la programmation de fonctionnalités récurrentes encore plus complexes (ex., assurés des tâches de régulation).

Blocs de données : Les blocs de données (DB) sont des zones de données du programme. DB utilisateur, mise à la disposition d'espace mémoire pour les variables de types données.

La structure des programmes en STEP7 est illustrée dans la figure IV-1.

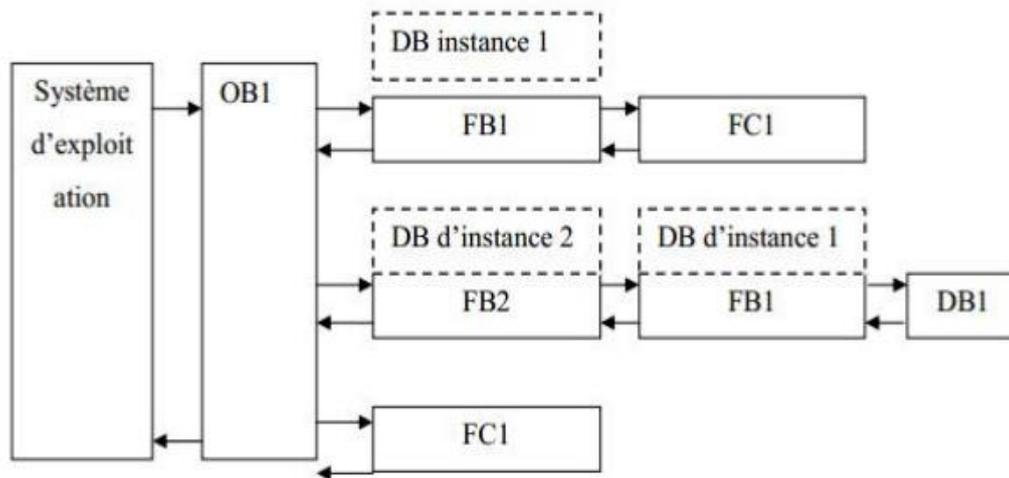


Figure IV-1 : Structure des programmes en STEP7.

IV.2.3.2. Editeur des mnémoniques

Le terme "mnémoniques" désigne les libellés assignés aux variables globales de l'API. L'utilisation de ces mnémoniques en lieu et place des adresses absolues présente des avantages significatifs en termes de lisibilité et de clarté des programmes. De plus, elle facilite l'identification et l'isolement des éventuels défauts. Ces mnémoniques définis peuvent être employés dans l'ensemble du programme utilisateur d'un module programmable. [18]

IV.2.3.3. Configuration matérielle

Ce processus implique la configuration et le paramétrage du matériel dans un projet d'automatisation. Il consiste simplement à choisir le châssis (Rack) à partir d'un catalogue électronique, puis à attribuer les modules sélectionnés aux emplacements désirés dans les racks (CPU, SM, FM...). [18]

IV.2.4. Création d'un projet STEP7

Pour démarrer le logiciel STEP7, vous recherchez l'icône SIMATIC Manager sur l'écran de votre ordinateur, comme indiqué dans la figure IV-2. puis vous ouvrez sa fenêtre fonctionnelle en double-cliquant sur cette icône. Ce programme constitue l'interface graphique qui facilite la manipulation du projet et l'accès aux autres programmes de STEP7.



Figure IV-2 : l'icône SIMATIC Manager.



Figure IV-3 : Création du projet avec SIMATIC Manager.

Une fois le logiciel SIMATIC Manager à partir de « assistant nouveau projet » on effectué la sélection du type de la CPU et l’insertion du bloc d’organisation et le langage à liste, une fenêtre s’ouvre pour donne un nom au projet et on clique sur créer, comme illustré dans la figure IV-4.

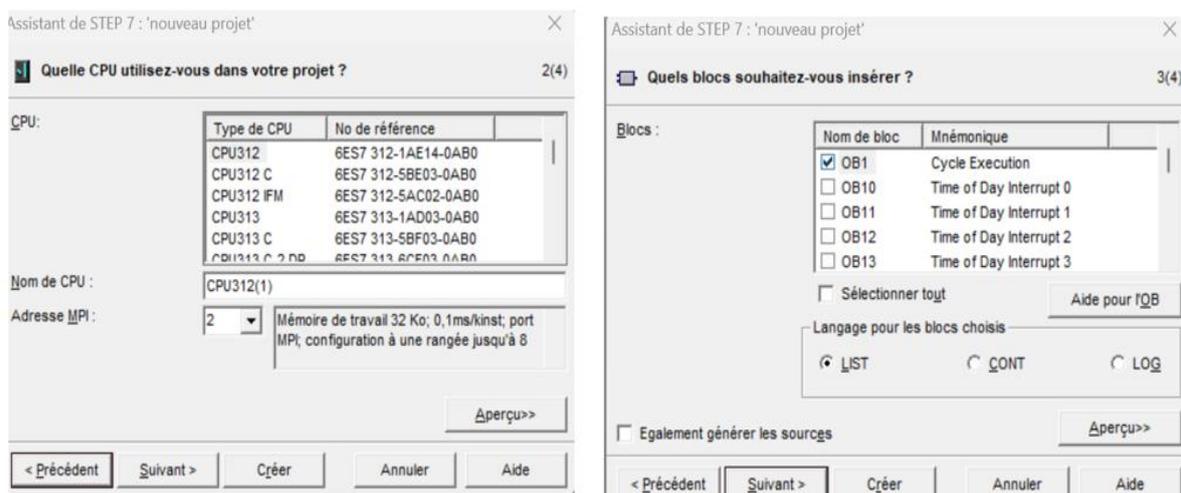


Figure IV-4 : Choix de la CPU de S7-300 et du Bloc d'Organisation.

IV.2.4.1. Configuration matérielle (Partie Hardware)

La configuration matérielle, basée sur le choix du matériel SIMATIC S7-300 avec une CPU315-2DP, est illustrée dans la figure IV-6, où la hiérarchie correspondante est détaillée.

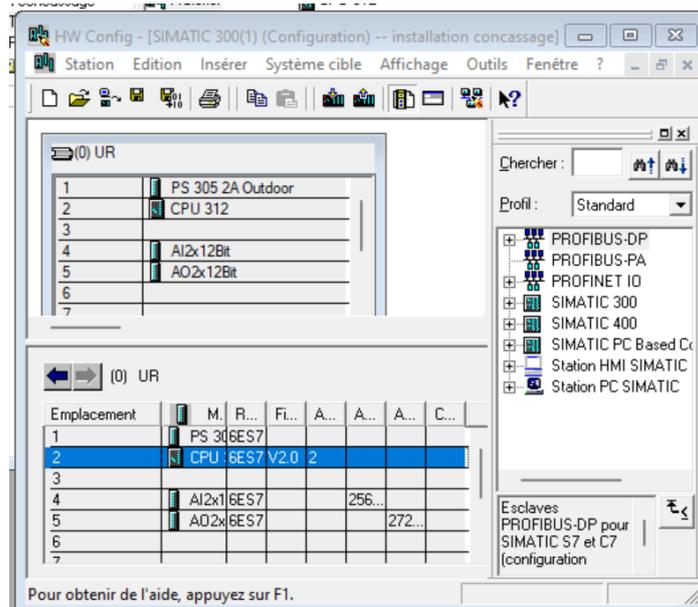


Figure IV-5 : Configuration matérielle.

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant. Pour la station SIMATIC S7-300, on aura <<RACK-300>> et on glisse un rail profile.

L'emplacement N°1 est réservé pour l'alimentation. Parmi celles proposées notre choix c'est sur la << PS-307 5A>>.

Après avoir choisie le RACK, on lui choisit la CPU315-2DP dans l'emplacement N°2. L'emplacement N°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

Les autres emplacements (4, 5...) sont réservés pour les modules qui se trouvent dans le fichier SM-300, processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM). Enfin, on va enregistrés et compiler.

Alors, La configuration matérielle étant terminée et un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indique dans la figure suivante :



Figure IV-6 : Création du programme S7.

IV.2.4.2. Le Simulateur des programmes S7-PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester du programme utilisateur destinés aux CPU S7-300. [19]

La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque. Lorsque S7-PLCSIM s'exécute, toute nouvelle liaison est automatiquement dirigée vers la CPU de simulation. S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme), Comme illustré dans la figure IV-5. [19]

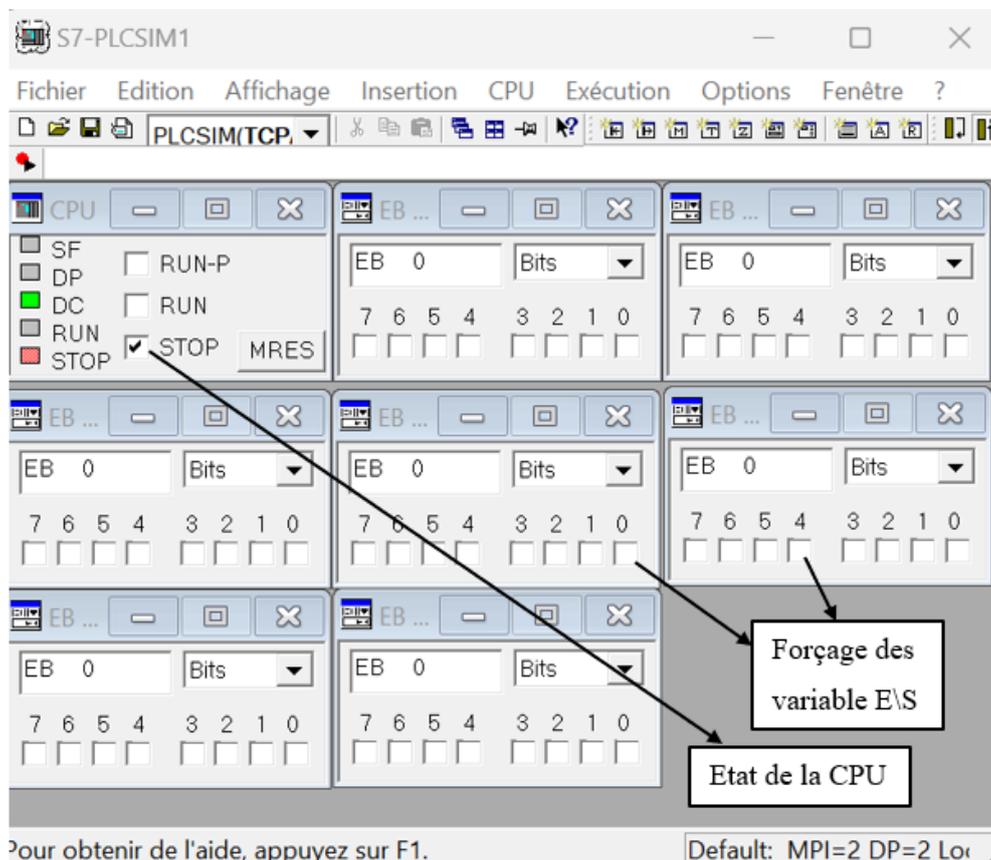


Figure IV-7 : Simulation de module.

En outre, S7-PLCSIM possède les fonctions suivantes : [19]

On peut créer des fenêtres dans lesquelles on a la possibilité d'accéder aux zones de mémoire d'entrée et de sortie.

On peut sélectionner l'exécution automatique des temporisations ou encore les définir et les réinitialiser manuellement.

On a la possibilité de changer l'état de fonctionnement de la CPU (STOP, RUN et RUNP) comme pour une CPU réelle.

IV.3. Présentation de logiciel de supervision WinCC flexible

IV.3.1. Définition de WinCC flexible

Le WinCC (Windows Control Center) de SIEMENS, est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriels SIMATIC et de PC standard avec le logiciel de visualisation WinCC Runtime.

Par la programmation, on peut effectuer les tâches de supervision concernant la surveillance de l'opérateur, de fabrication et le contrôle de l'automate de la production. Il fournit des unités fonctionnelles appropriées à l'industrie pour la représentation graphique, les alarmes, l'archivage et le protocole. [19]

IV.3.2. Définition de la supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique des procédés de fabrication à système automatisés. La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé et des paramètres de commande des processus généralement communiqués à des automates programmables. En informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité. [20]

La figure IV-9 illustre un exemple concret de système de supervision.

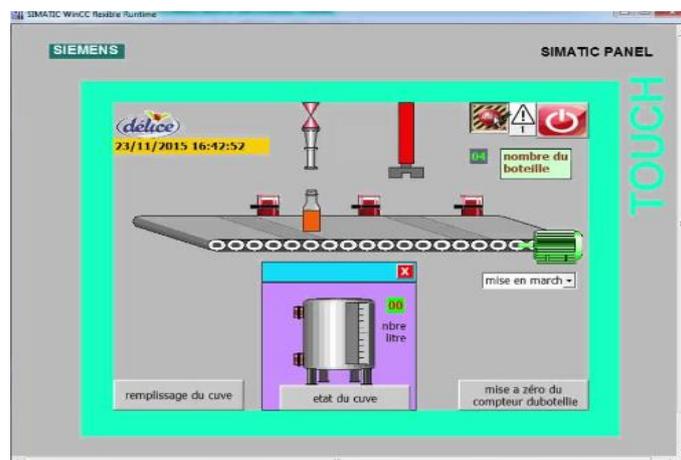


Figure IV-8 : Exemple de système supervision.[31]

IV.3.3. Système HMI

Un système HMI constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). L'HMI est généralement une interface graphique qui affiche l'état actuel d'un processus, tel que l'état d'un moteur, l'état d'une vanne, les températures, les pressions et d'autres variables système. Le rôle de l'interface Homme-Machine est de fournir aux opérateurs, aux personnels de maintenance et à la direction les outils nécessaires pour accéder, contrôler et afficher les paramètres d'un processus. [21]

IV.3.4. Eléments de WinCC flexible

Le WinCC flexible comprend les éléments suivants :

- WinCC flexible Engineering Système : WinCC Engineering système est le logiciel avec lequel nous réalisons toutes les tâches de configuration requises.
- L'édition WinCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.
- WinCC flexible Runtime : WinCC flexible Runtime est le logiciel de visualisation de processus. Dans Runtime, nous exécutons le projet en mode processus.
- Option Win CC flexible : les options Win CC flexible permettent d'étendre les fonctionnalités de base de Win CC flexible. Chaque option nécessite une licence particulière. [19]

IV.3.5. Intégration de WinCC flexible à STEP7

Lors de la configuration intégrée, on a accès aux données de configuration qu'on a créée lors de l'initialisation de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants : [19]

- On a utilisé le gestionnaire SIMATIC Manager comme poste central de création, d'édition et de gestion des automates SIMATIC et des projets WinCC flexible.
- Les paramètres de communication de l'automate sont entrés par défaut lors de la création du projet WinCC flexible. Toute modification sous STEP 7 se traduit par une mise à jour des paramètres de communication sous WinCC flexible.

La Figure IV-10 détaille ces paramètres de connexion, illustrant l'interaction entre STEP 7 et WinCC flexible pour une intégration fluide et efficace.



FigureIV-9 : Paramètres de Connexion.

IV.3.6. La liaison WinCC avec PLCSIM

Concernant la communication dans notre application on a deux types de réseaux : [22]

- Communication SIMATIC 300-PC déporté via un réseau MPI.
- Communication SIMATIC 300-Pupitre opérateur via un réseau PROFIBUS-DP.

Le schéma de principe de l'application est illustré dans la Figure IV-11

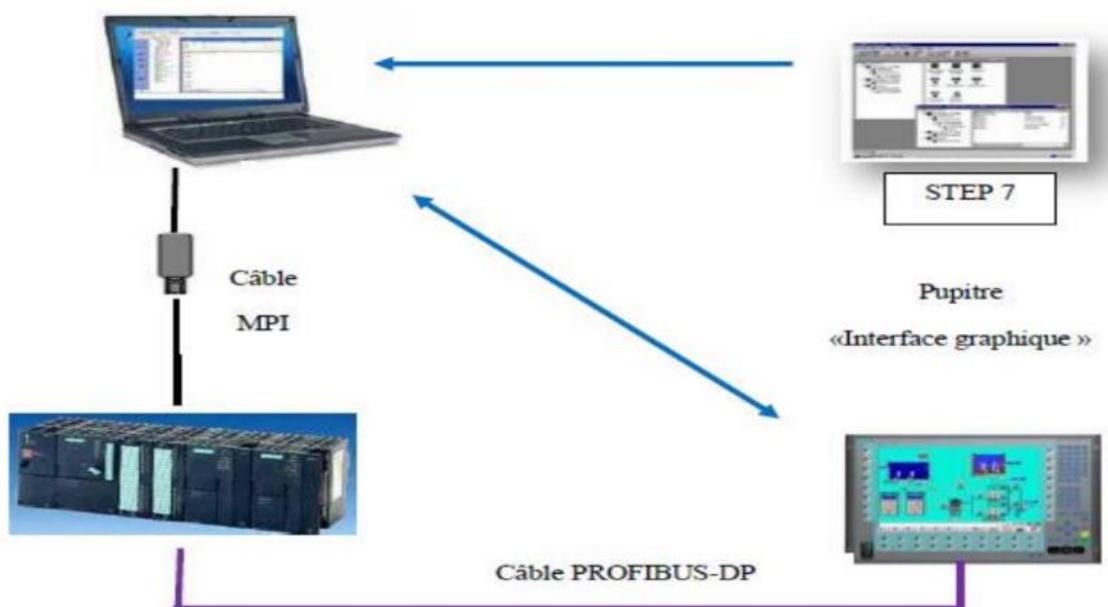


Figure IV-10 : Schéma de principe de l'application.

IV.3.6.1 Compilation et Simulation

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

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela à l'aide du simulateur Runtime par la commande « démarrer le système Runtime du simulateur ». [23]

IV.4. Conclusion

La présentation antérieure des outils de programmation STEP7 et de supervision WinCC flexible, ainsi que les étapes de création et de configuration des projets, nous permet de jeter les bases nécessaires à la mise en œuvre de notre application sur la séquence de concassage. Ce processus sera exploré en détail dans le chapitre suivant.

Chapitre V :

Application et validation

V.1. Introduction

Dans ce chapitre, notre objectif est de développer et de programmer la séquence de fonctionnement ainsi que le contrôle du processus de vidange dans notre installation. À partir de l'explication détaillée de la séquence opérationnelle et de la présentation du cahier des charges établis dans le premier chapitre, nous traduirons ces exigences en un programme utilisant le langage LADDER grâce au logiciel STEP7. Enfin, pour assurer la supervision du processus, nous mettrons en place une interface graphique HMI spécialement conçue à l'aide du logiciel WinCC.

V.2. Les étapes de développement de notre travail

Pour le développement du système étudié, on a suivi le plan décrit par la figure V-1.

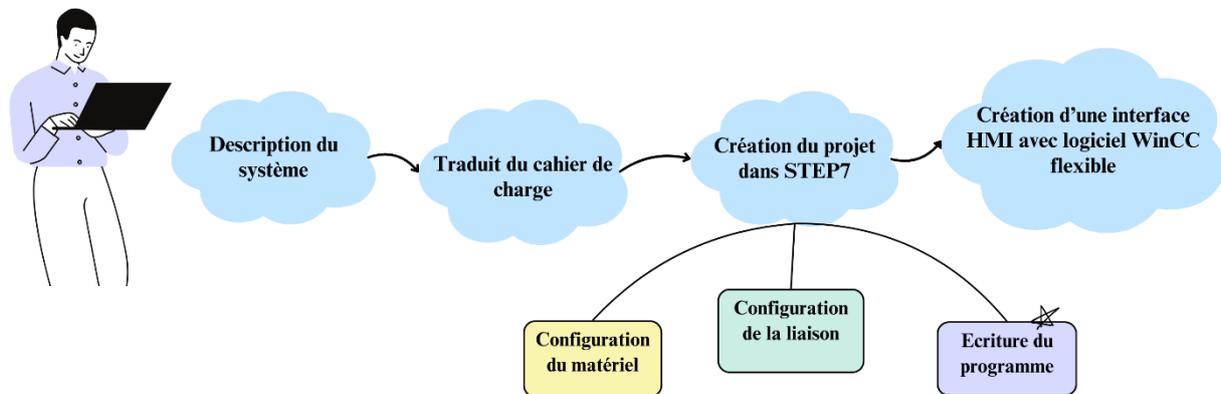


Figure V-1 : Organigramme de l'application.

V.3. Conception d'installation de concassage et tamisage

Nous avons utilisé SolidWorks pour concevoir l'installation de broyage et de tamisage, qui se compose de quatre bandes à convoyeur, une trémie vibrante, un tamis et un broyeur. La conception de cette installation est illustrée dans la figure V-2.

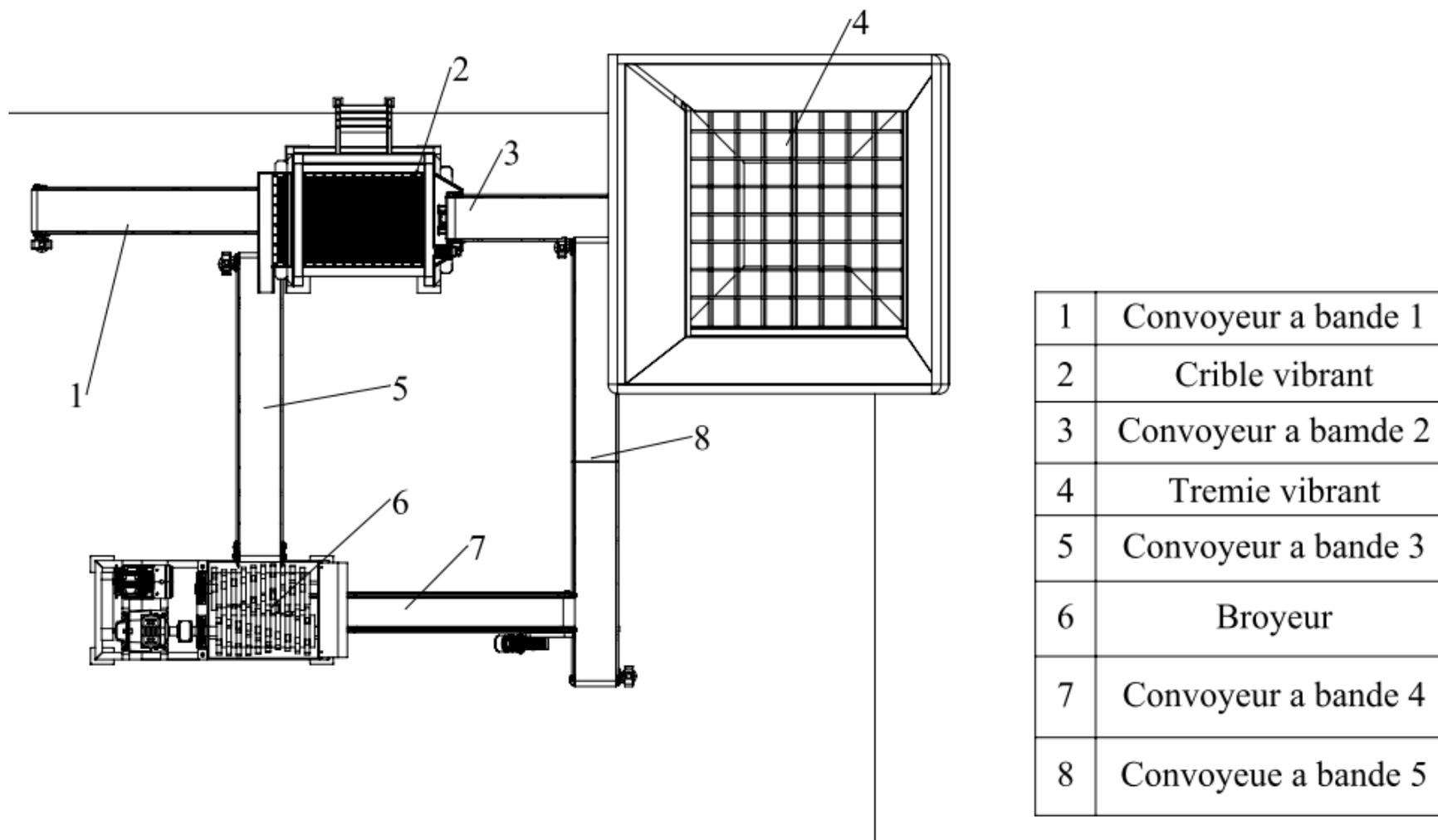


Figure V-2 : La conception d’installation de concassage et tamisage.

V.4. La description de fonctionnement des modes de programme

V.4.1. Le fonctionnement d'installation devisé en trois modes d'après le programme

- Mode manuel : (Pour la maintenance).
- Mode automatique : (Pour la production).
- Mode semi-automatique : (Pour les vidanges d'installation), divisé en deux :
 - Vidange Semi auto demandé par la machine : En cas de présence des défauts (relais thermique - défaut rotation- absence de tension de commande - arrêt d'installation sans vidange en cas de basculement sélecteur de mode automatique vers zéro directement).
 - Vidange Semi auto demandé par l'opérateur : À la fin de poste de travail.

Nous avons ajouté aussi le défaut "Détecteur des métaux "sur tapis 40 avec deux sens de rotation en cas de présence des métaux sur le tapis 40 basculé vers le 2eme sens automatique pour vidé la partie de matière qui contient les métaux (temporisation), et les deux "Electrovannes d'arrosages" sur le tamis et concasseur.

V.5. Programmation sur STEP7

Un projet STEP7 est créé selon la procédure vue dans le chapitre 4. La création d'un projet sur STEP7 commence tout d'abord par définir une configuration matérielle. L'intérêt de cette dernière est de spécifier les modules d'alimentation, d'entées et de sorties du projet. Cela est nécessaire pour pouvoir le relier avec la CPU correspondante au niveau de l'automate.

V.5.1. Configuration du matériel dans STEP7

On a choisi la configuration suivante pour notre travail :

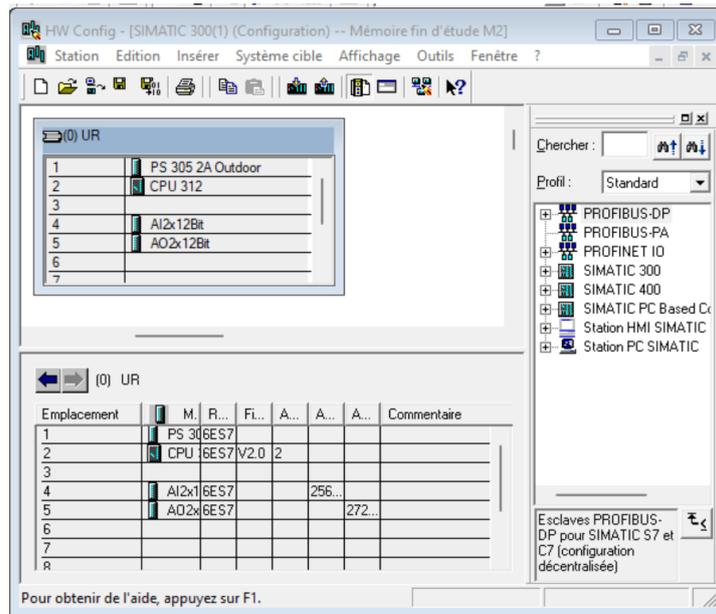


Figure V-3 : Configuration du matériel.

V.5.2. Table des mnémoniques

La définition des variables du programme nécessite la création de la table des mnémoniques.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Acqui	E 5.6	BOOL	Bouton Acquiescement des défauts / Reset des alarmes
2		Arr-urg inst ok	M 5.0	BOOL	Arrêt d'urgence installation ok
3		Arr-urg N°1 OK	E 4.6	BOOL	Arrêt d'urgence N°1
4		Arr-urg N°2 OK	E 4.7	BOOL	Arrêt d'urgence N°2
5		Automatique blo...	M 2.4	BOOL	Mode Automatique Bloqué
6		C.atu.inst	E 10.0	BOOL	Commande marche automatique installation
7		C.Man Inverse T...	E 40.2	BOOL	Commande marche manuelle moteur tapis M40 Sens Inverse
8		C.Man.C50	E 50.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur concasseur M50
9		C.Man.TP20	E 20.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur tapis M20
10		C.Man.TP40	E 40.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur tapis M40
11		C.Man.TP60	E 60.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur tapis M60
12		C.Man.TP70	E 70.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur tapis M70
13		C.man.Tr10	E 10.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur trémie
14		C.Man.Ts30	E 30.1	BOOL	Commande marche manuelle moteur tamis M30
15		C.N.P.Tr10	E 10.2	BOOL	Capteur niveau plein trémie 10
16		C.P.M.TP20	E 20.4	BOOL	Capteur présence matière sur le tapis M20
17		C.P.M.TP40	E 40.4	BOOL	Capteur présence matière sur le tapis M40
18		C.P.M.TP60	E 60.4	BOOL	Capteur présence matière sur le tapis M60
19		C.P.M.TP70	E 70.4	BOOL	Capteur présence matière sur le tapis M70
20		C.V.R.C50	E 50.5	BOOL	Capteur vitesse rotation Concasseur M50
21		C.V.R.TP20	E 20.5	BOOL	Capteur vitesse rotation tapis M20
22		C.V.R.TP40	E 40.5	BOOL	Capteur vitesse rotation Tapis M30
23		C.V.R.TP60	E 60.5	BOOL	Capteur vitesse rotation Tapis M60
24		C.V.R.TP70	E 70.5	BOOL	Capteur vitesse rotation Tapis M70
25		C.V.R.Ts30	E 30.5	BOOL	Capteur vitesse rotation tamis M30
26		C.vid semi-Auto	E 10.4	BOOL	Commande vidange semi automatique des tapis
27		Comm_Vl_De_O...	E 10.7	BOOL	Commende Vidange demandé par l'operateur
28		cord-TP ok	M 5.2	BOOL	Cordes sécurité installation ok

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- Mémoire fin d'étude M2\SIMATIC 300(1)\CPU 312]

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

Tous les mnémoniques

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
29		cord-TP20	E 5.2	BOOL	Corde sécurité tapis 20
30		cord-TP40	E 5.3	BOOL	Corde sécurité tapis 40
31		cord-TP60	E 5.4	BOOL	Corde sécurité tapis 60
32		cord-TP70	E 5.5	BOOL	Corde sécurité tapis 70
33		Coupeur d'electri...	E 0.1	BOOL	Attention absence tension de commande (Coupeur d'electricite)
34		D.D.Méteux	E 10.5	BOOL	Défaut détecteur des méteux
35		D.R.C50	M 50.5	BOOL	Défaut rotation Concasseur M50
36		D.R.TP20	M 20.5	BOOL	Défaut rotation Tapis M20
37		D.R.TP40	M 40.5	BOOL	Défaut rotation Tapis M40
38		D.R.TP60	M 60.5	BOOL	Défaut rotation Tapis M60
39		D.R.TP70	M 70.5	BOOL	Défaut rotation Tapis M70
40		D.R.Ts30	M 30.5	BOOL	Défaut rotation Tamis M30
41		Déf-inst	M 10.0	BOOL	Défaut installation au mode automatique
42		Défaut installation	M 4.1	BOOL	Présence défaut dans l'installation
43		Désact-Vid-Conc...	M 60.3	BOOL	Désactivé le vidange de concasseur
44		DRTHC50	E 50.3	BOOL	Defaut relais thermique Concasseur 50
45		DRHT20	E 20.3	BOOL	Defaut relais thermique Tapis 20
46		DRHT40	E 40.3	BOOL	Defaut relais thermique Tapis 40
47		DRHT60	E 60.3	BOOL	Defaut relais thermique Tapis 60
48		DRHT60 - S in	E 60.6	BOOL	Defaut relais thermique Tapis 60 sens inverse
49		DRHT70	E 70.3	BOOL	Defaut relais thermique Tapis 70
50		DRHTr10	E 10.3	BOOL	Défaut relais thermique moteur trémie M10
51		DRHTs30	E 30.3	BOOL	Defaut relais thermique tamis 30
52		EV 30	A 30.2	BOOL	Electrovanne d'arrosage Tamis
53		EV 50	A 50.2	BOOL	Electrovanne d'arrosage Concasseur
54		EV30-activé	E 7.1	BOOL	Commutateur d'activation Electrovanne tamis 30
55		EV30-Test	M 30.2	BOOL	Test de fonctionnement Electrovanne EV30
56		EV50-activé	E 7.2	BOOL	Commutateur d'activation Electrovanne Concasseur 50

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- Mémoire fin d'étude M2\SIMATIC 300(1)\CPU 312]

Table Edition Insertion Affichage Outils Fenêtre ?

Tous les mnémoniques

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
57		EV50-Test	M 50.2	BOOL	Test de fonctionnement Electrovanne EV50
58		KM 41	A 40.1	BOOL	Sens Inverse TP 40
59		KM 61	A 60.1	BOOL	Sens Inverse TP 60
60		KM inst -ok	M 0.1	BOOL	Les bobines des contacteurs installation ok
61		KM10	A 10.0	BOOL	Contacteur Moteur Trémie M10
62		KM20	A 20.0	BOOL	Contacteur Moteur Tapis M20
63		KM30	A 30.0	BOOL	Contacteur Moteur Tamis M30
64		KM40	A 40.0	BOOL	Contacteur Moteur Tapis M40
65		KM50	A 50.0	BOOL	Contacteur Moteur Concasseur M50
66		KM60	A 60.0	BOOL	Contacteur Moteur Tapis M60
67		KM70	A 70.0	BOOL	Contacteur Moteur Tapis M70
68		M.M.C50	M 50.0	BOOL	Manque matière avant le Concasseur M50
69		M.M.TP40	M 40.0	BOOL	Manque matière avant le tapis M40
70		M.M.TP60	M 60.0	BOOL	Manque matière avant le tapis M60
71		M.M.TP70	M 70.0	BOOL	Manque matière avant le tapis M70
72		M.M.Ts30	M 30.0	BOOL	Manque matière avant le tamis M30
73		Manque matière	M 10.2	BOOL	Manque matière dans la trémie
74		Mode_Vi_De_Op...	M 4.2	BOOL	Mode Vidange demandé par l'operateur
75		Niv-bas-tr	M 20.0	BOOL	Attention niveau bas trémie
76		Port-insta ok	M 5.1	BOOL	Porte Sécurité installation ok
77		Port-Sécu N°1	E 5.0	BOOL	Porte Sécurité N°1 OK
78		Port-Sécu N°2	E 5.1	BOOL	Porte Sécurité N°2 OK
79		Pré-def-rotation	M 0.3	BOOL	Présarve d'un défaut de rotation dans l'installation
80		Pré DR Inst	M 1.2	BOOL	Présence défaut rotation dans l'installation
81		Pré DRTH INSTA	M 1.1	BOOL	Présence défaut relais thermique dans l'installation
82		Pré matier sur TP	M 4.0	BOOL	Présence matiere sur les tapis
83		Sécu-inst ok	M 5.3	BOOL	Sécurité installation ok
84		Semi-Auto machi...	M 3.6	BOOL	Mode semi-automatique demandé par la machine desactivé

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de d	Commentaire
83		Sécu-inst ok	M 5.3	BOOL	Sécurité installation ok
84		Semi-Auto machi...	M 3.6	BOOL	Mode semi-automatique demandé par la machine désactivé
85		Semi-Auto machi...	M 2.2	BOOL	Mode semi-automatique demandé par la machine activé
86		T1	T 1	TIMER	Retard démarrage Trémie au mode automatique
87		T11	T 11	TIMER	Timer défaut rotation Tapis M40
88		T13	T 13	TIMER	Retard démarrage Concasseur M50 au mode automatique
89		T15	T 15	TIMER	Timer défaut rotation Concasseur M50 NO
90		T17	T 17	TIMER	Retard démarrage Tapis M60 au mode automatique
91		T19	T 19	TIMER	Timer défaut rotation Tapis M60
92		T21	T 21	TIMER	Retard démarrage Tapis M70 au mode automatique
93		T23	T 23	TIMER	Timer défaut rotation Tapis M70
94		T27	T 27	TIMER	
95		T3	T 3	TIMER	Timer défaut rotation Tapis M20
96		T5	T 5	TIMER	Retard démarrage Tamis au mode automatique
97		T7	T 7	TIMER	Timer défaut rotation Tamis M30
98		T9	T 9	TIMER	Retard démarrage Tapis 40 au mode automatique
99		Test EV	E 7.3	BOOL	Commutateur d'activation Electrovennes (Test)
100		Touche 1	E 4.4	BOOL	Activation
101		Touche 2	E 4.5	BOOL	Désactivation
102		V-Semi aut CC50	M 3.5	BOOL	Vidange semi automatique Concasseur 50
103		V-Semi aut TP20	M 3.1	BOOL	Vidange semi automatique TP20
104		V-Semi aut TP40	M 3.3	BOOL	Vidange semi automatique TP40
105		V-Semi aut TP60	M 3.2	BOOL	Vidange semi automatique TP60
106		V-Semi aut TP61	M 3.7	BOOL	Vidange semi automatique TP61
107		V-Semi aut TP70	M 3.0	BOOL	Vidange semi automatique TP70
108		V-Semi aut Ts30	M 3.4	BOOL	Vidange semi automatique Tamis 30
109		V dem-machine	M 2.0	BOOL	Vidange demande par la machine
110		Vidange Conacss...	M 60.1	BOOL	vidange de concasseur a cause de présence DRTH dans l'install...
111		Vidange Concass...	M 60.2	BOOL	Vidange de concasseur a cause de présence défaut de rotation...
112					

Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.

Figure V-4 : le tableau des mnémoniques d'installation.

V.5.3. Simulation dans PLCSIM

L'application S7-PLCSIM nous permet de simuler notre programme sans besoin de faire la liaison au matériel S7-300. La S7-PLCSIM fournit une interface utilisateur graphique permettant de visualiser les variables du programme de commande et de l'exécuter sur la CPU, ainsi que de modifier l'état de fonctionnement de l'API de simulation [25].

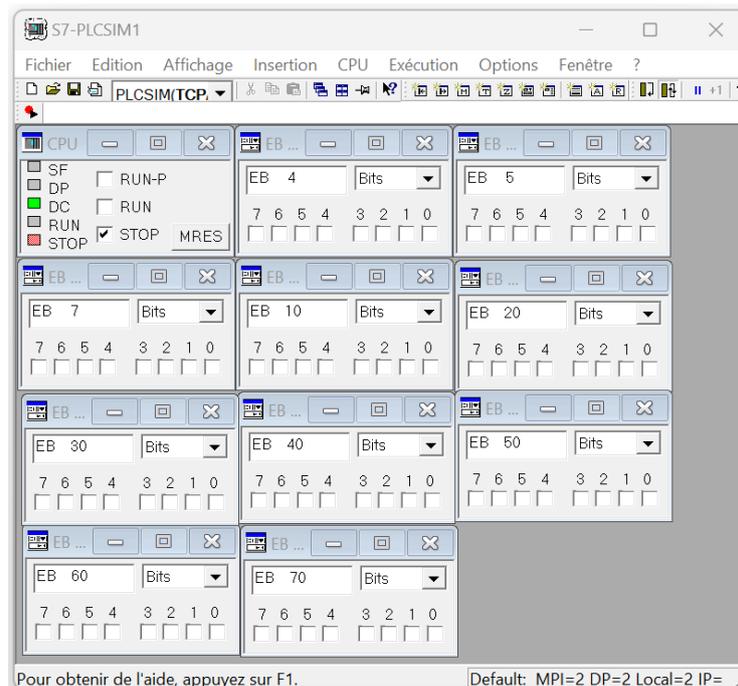


Figure V-5 : Simulation dans PLCSIM.

V.5.4. Programme en STEP7

V.5.4.1. Réseaux 4

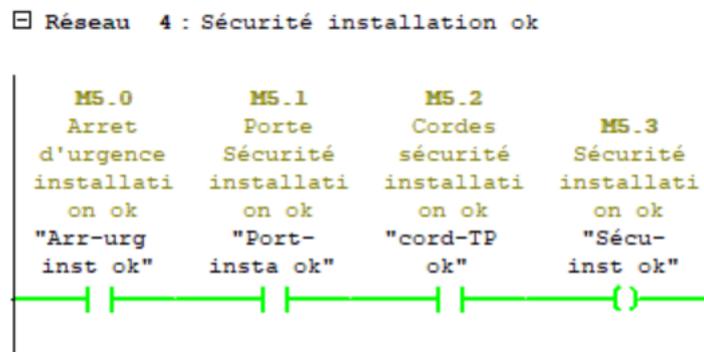


Figure V-6 : sécurité installation ok.

Interprétation des réseaux

Le réseau 4 est dédié à assurer la sécurité de l'installation. Lorsque tous les arrêts d'urgence, les portes de sécurité et les cordes des tapis sont activés, cela signifie que toutes les mesures de sécurité sont en place et opérationnelles. En conséquence, la sécurité de l'installation est assurée, ce qui permet un fonctionnement sécurisé de l'ensemble du système. Ces réseaux sont essentiels pour garantir la protection des opérateurs et la préservation de l'intégrité de l'installation.

V.5.4.2. Réseau 5

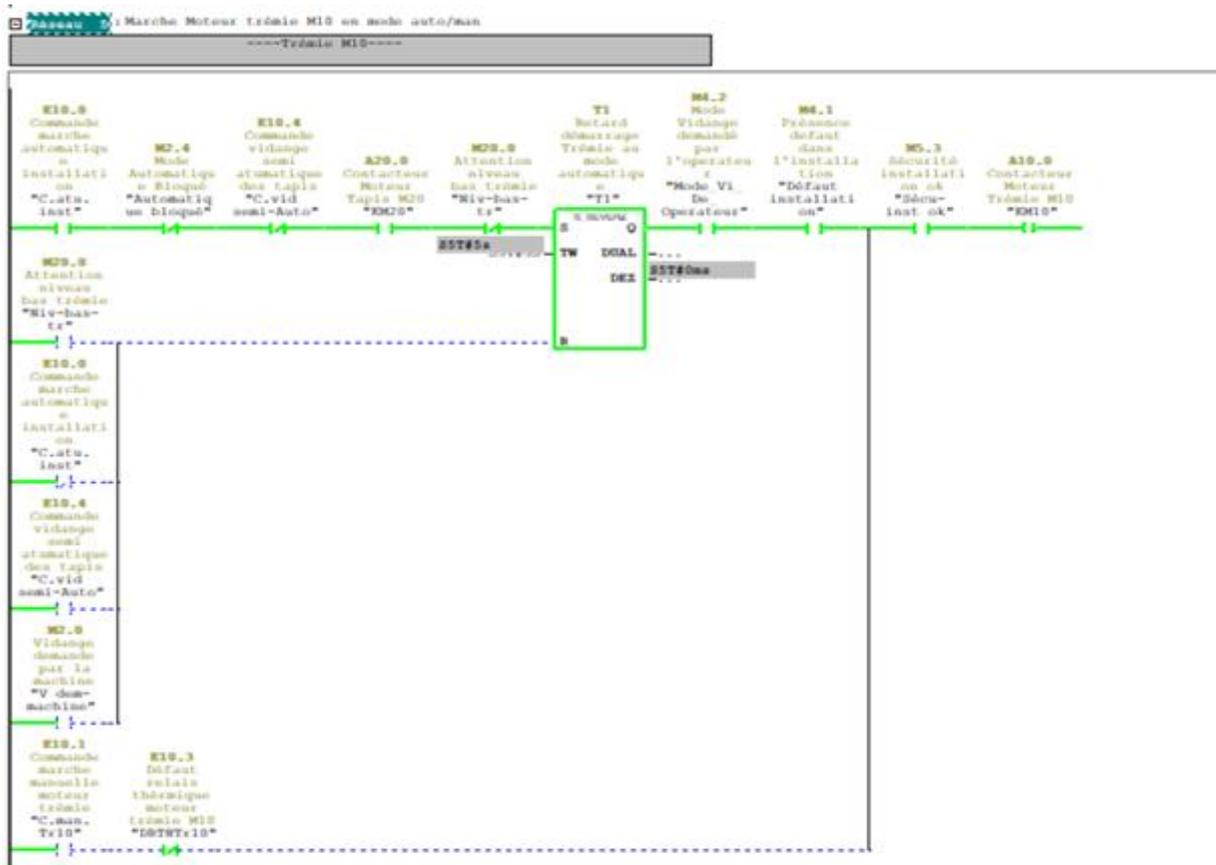


Figure V-7 : Marche moteur trémie M10 en mode auto/man.

Interprétation de réseau 5

Ce réseau est responsable du démarrage du moteur de la trémie M10. Lorsque le capteur de présence de matière est activé, il déclenche la commande automatique. Après un délai T1, la commande de vidange est initiée, ce qui permet le démarrage de la trémie.

V.5.4.3. Réseau 6

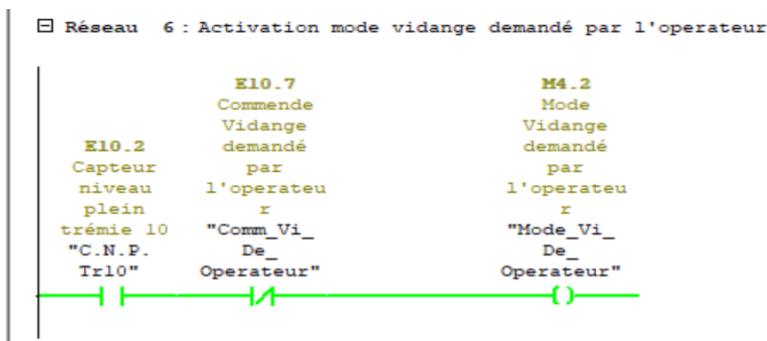


Figure V-8 : Activation mode vidange demande par l'opérateur.

Interprétation de réseau

Ce réseau gère la vidange de l’installation en réponse à une demande de l’opérateur. Lorsque le mode vidange est activé suite à une action sur l’entrée "Comm_Vi_De_Opérateur", l’automate annule le signal du capteur de présence de matière C.N.P Tr10, envoie une information signalant un manque de matière, puis effectue la vidange. Cela garantit que la vidange est réalisée même si le capteur indique la présence de matière.

V.5.4.4. Réseau 9

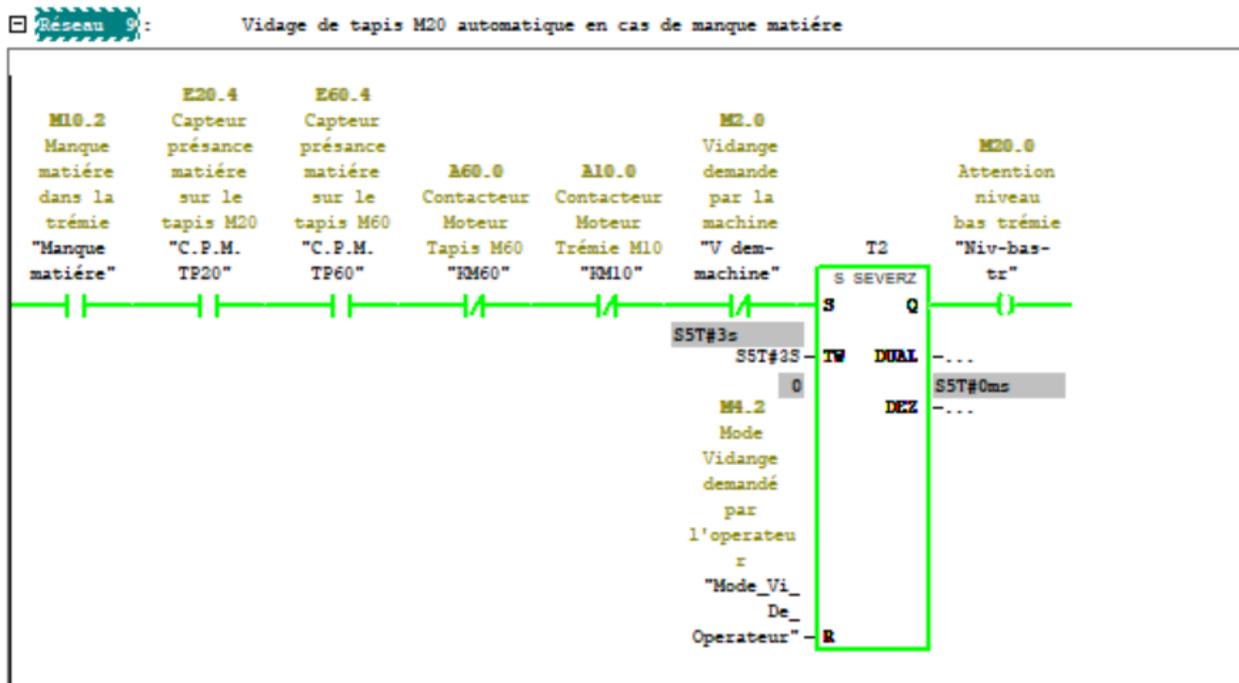


Figure V-9 : Vidange de tapis M20 automatique en cas de manque matière.

Interprétation de réseau

Ce réseau gère la vidange automatique du tapis M20 en cas de manque de matière. Lorsque la condition de manque de matière est détectée, le tapis M20 se met en marche pour vider la trémie. Après avoir désactivé l’entrée E10.2, les capteurs de présence de matière sur les tapis M20, M40 et M60 sont activés, ce qui déclenche l’exécution du réseau et permet la vidange du tapis M20.

V.5.4.6. Réseau 28

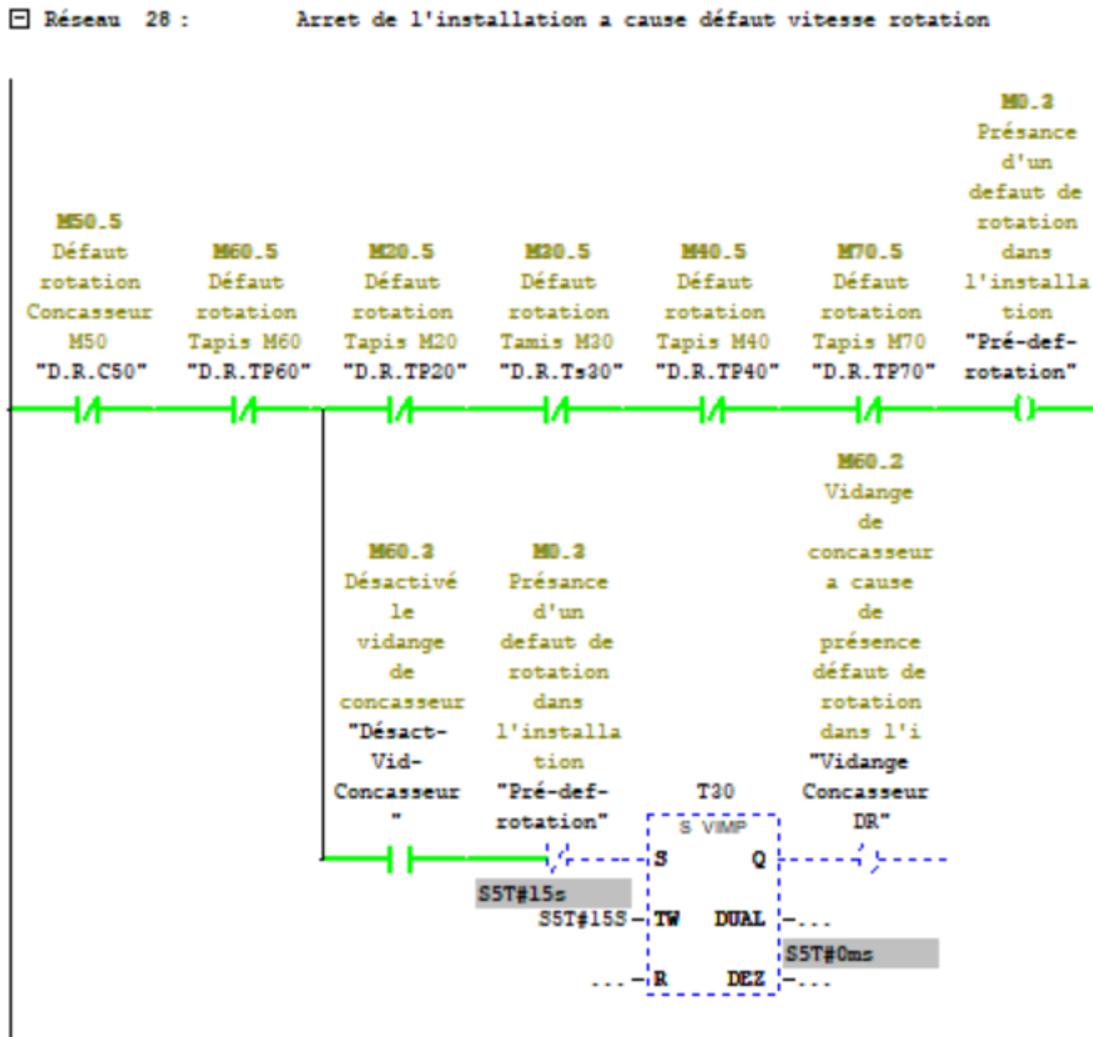


Figure V-11 : Arrêt de l'installation a cause défaut vitesse rotation.

Interprétation de réseau

Ce réseau est dédié à l'arrêt de l'installation en cas de défaut de vitesse de rotation. Lorsqu'un défaut de vitesse de rotation est détecté au niveau du tapis M60 ou du concasseur M50, l'installation est immédiatement arrêtée pour des raisons de sécurité. Par contre, si un défaut est signalé au niveau des autres stations, une temporisation est activée. Pendant cette période, la station concernée continue de fonctionner, mais elle se met en pause pour effectuer la vidange du concasseur. Une fois la vidange terminée, l'installation s'arrête complètement. Le réseau 29 fonctionne de la même manière pour gérer les défauts des relais thermiques.

V.5.4.7. Réseau 30

☐ Réseau 30 : Désactivation le vidange de concasseur a casue defaut dans CC/TP

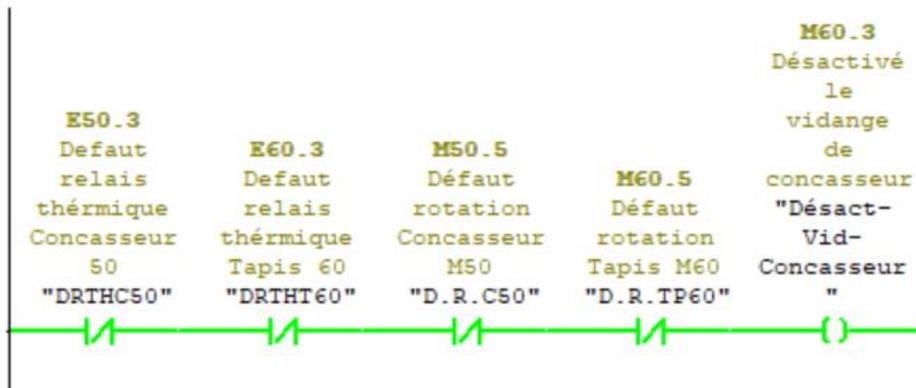


Figure V-12 : désactivation le vidange de concasseur a case défaut dans CC/TP.

Interprétation de réseau :

Ce réseau est conçu pour désactiver le processus de vidange du concasseur M50 lorsqu'un défaut est détecté soit dans le concasseur M50 lui-même, soit dans le tapis M60. Lorsqu'un défaut est détecté dans le concasseur M50 ou dans le tapis M60, le réseau 30 agit pour arrêter le processus de vidange du concasseur M50.

V.5.4.8. Réseau 31

☐ Réseau 31 : "Défaut installation"

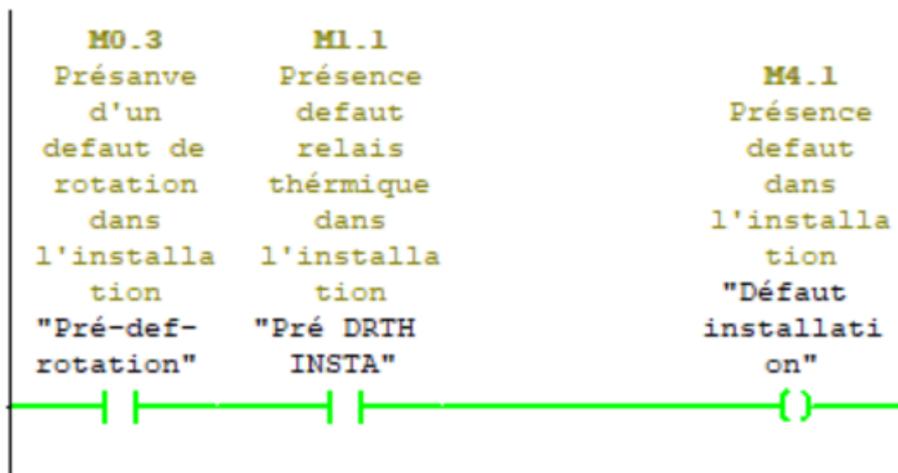


Figure V-13 : défaut installation.

Interprétation de réseau

Ce réseau est dédié à la détection et à la signalisation des défauts dans l'installation. Lorsqu'un défaut de vitesse de rotation ou un déclenchement du relais thermique survient, le réseau 31 signale un défaut dans l'installation. Cette fonctionnalité permet d'alerter les opérateurs ou les systèmes de supervision sur des anomalies potentiellement critiques, garantissant ainsi une réponse rapide pour résoudre le problème et maintenir la sécurité de l'installation.

V.5.4.9. Réseau 32 :

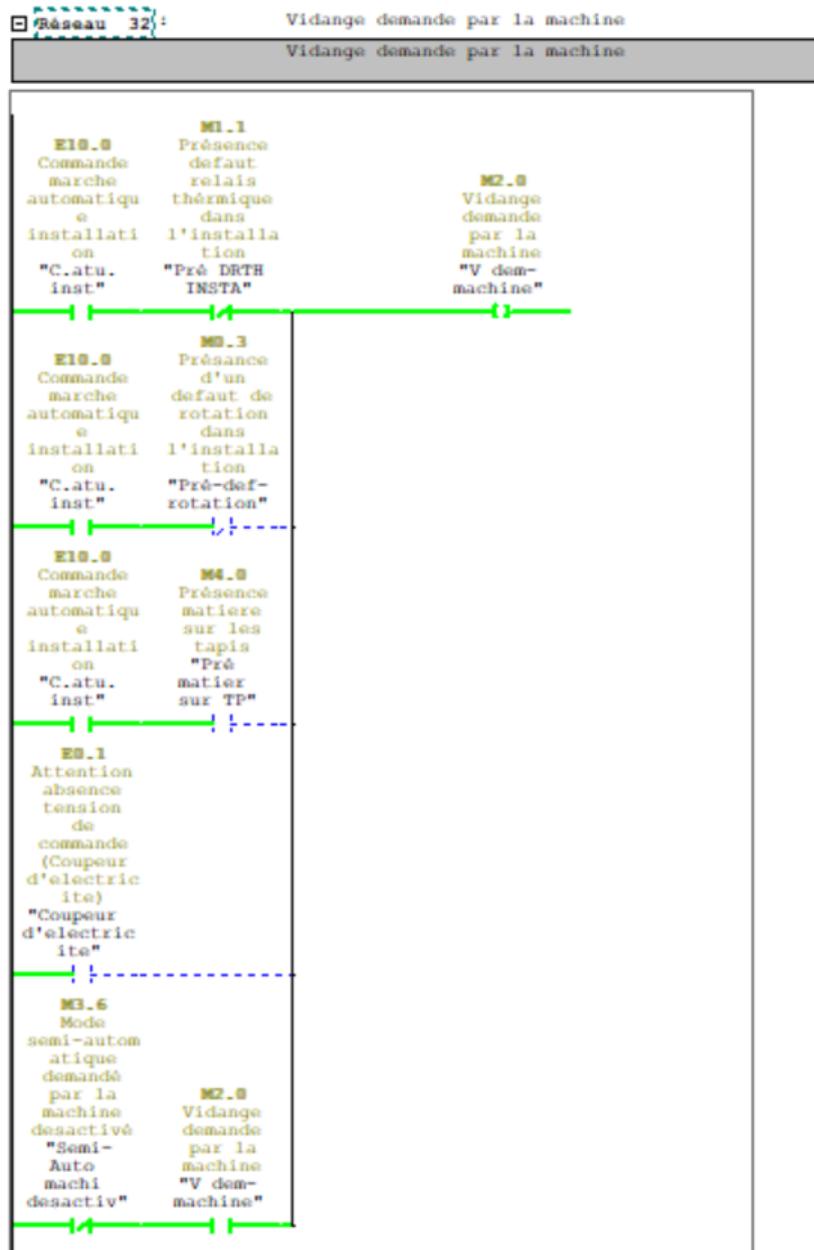


Figure V-14 : vidange demande par la machine.

Interprétation de réseau :

Ce réseau représente la demande de vidange initiée par la machine. Il réagit à plusieurs conditions pour déclencher une vidange. Premièrement, en cas de défaut de rotation ou de déclenchement du relais thermique, le système reconnaît la nécessité de vidanger pour redémarrer. De plus, si les tapis sont obstrués et que le sélecteur passe de 0 à 1 automatiquement, indiquant que le problème persiste même après une tentative de redémarrage, le capteur de présence de matière reste activé, exigeant une vidange pour résoudre le problème. En outre, si le coupeur électrique détecte une absence de tension, indiquant que l'alimentation principale est défaillante et que l'installation fonctionne sur l'alimentation de l'automate, cela est également signalé. En résumé, le réseau 32 assure que la vidange est effectuée en réponse à différentes situations de dysfonctionnement pour garantir le bon fonctionnement et la sécurité de l'installation.

V.5.4.10. Réseau 34

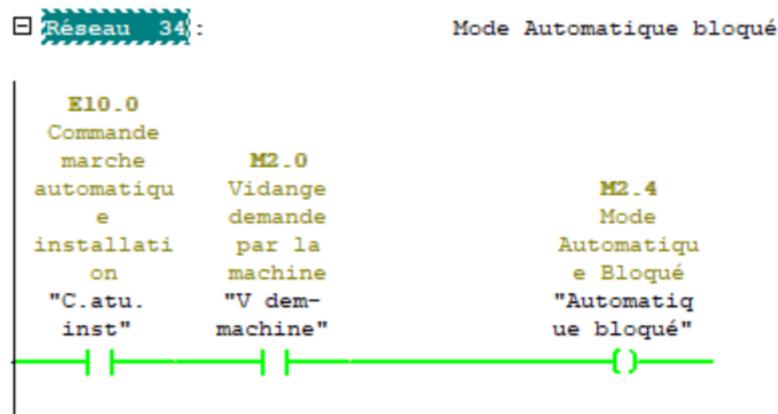


Figure V-15 : Mode automatique bloque.

Interprétation de réseau

Ce réseau représente le blocage du mode automatique pendant le processus de vidange. Il est conçu pour bloquer le mode automatique dès que la vidange est en cours. Cela empêche toute utilisation du mode automatique jusqu'à ce que la vidange soit terminée. Une fois la vidange achevée, le mode semi-automatique est activé. La machine attend ensuite une demande pour retourner au mode automatique.

conséquence. En réponse, la vidange est initiée à l'aide de temporisateurs, puis le tapis M70 est activé. Ensuite, les séquences suivantes sont activées dans l'ordre : le tapis M61 pour maintenir le concasseur M50 en marche, suivi du tapis M40 ou M41, puis du tamis M30, ensuite le tapis M20, et enfin le tapis M60 dans le sens normal.

V.5.12. Réseau 36

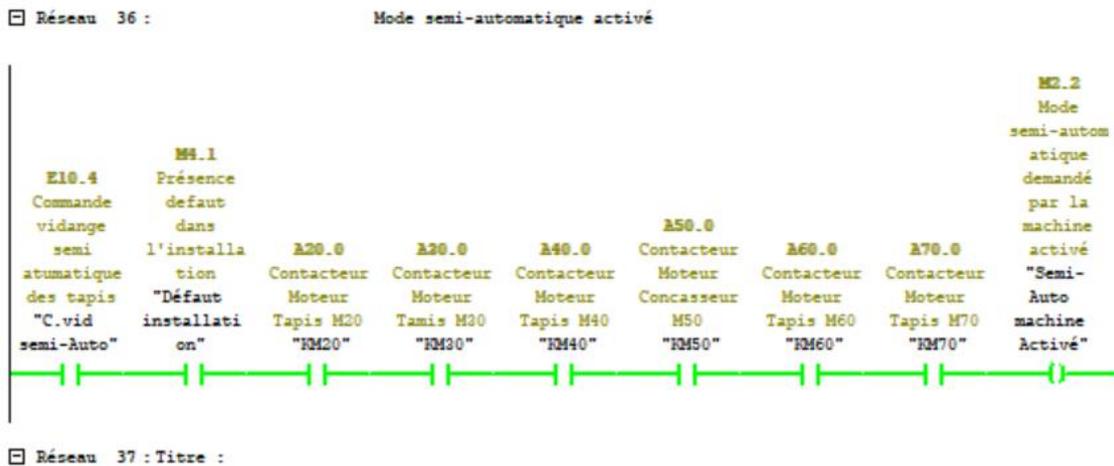


Figure V-17 : Mode semi-automatique active.

Interprétation de réseau

Ce réseau est dédié à l'activation du mode semi-automatique. Pour que ce mode soit déclenché, tous les contacteurs de toutes les stations de l'installation, de M20 à M70, doivent être activés. Cela signifie que chaque composant de l'installation doit être prêt avant que le mode semi-automatique ne puisse être enclenché.

V.5.13. Réseau 37

☐ Réseau 37 : semi-automatique désactivé

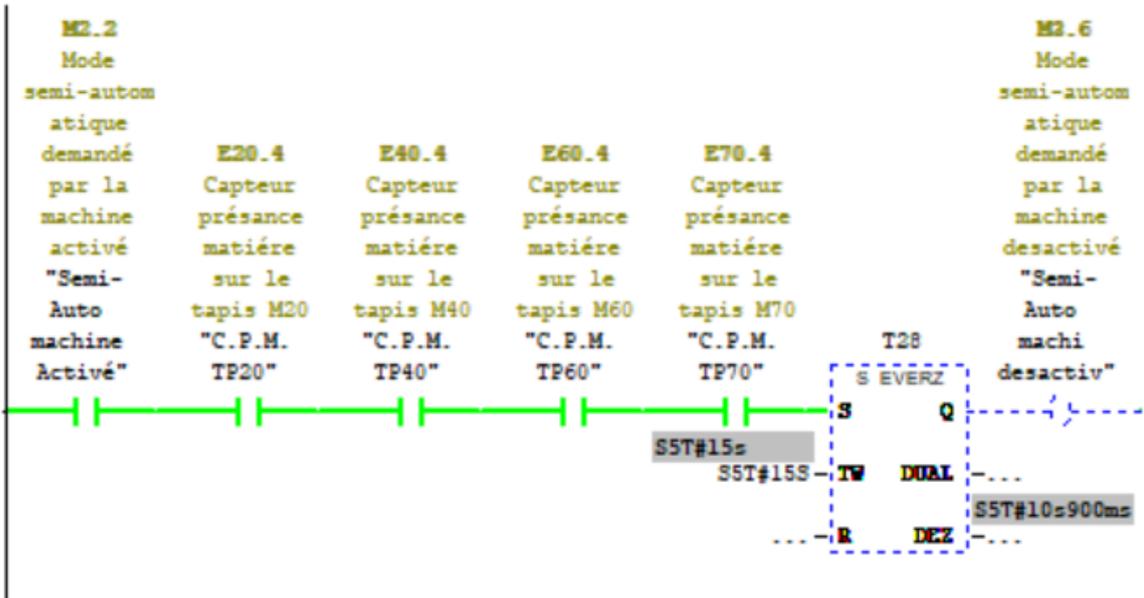


Figure V-17 : Semi-automatique désactive.

Interprétation de réseau :

Ce réseau représente la désactivation du mode semi-automatique. Il est chargé de mettre fin au mode semi-automatique. Il surveille l'état du capteur de présence de matière du dernier tapis dans l'installation. Lorsque ce capteur est désactivé, cela indique que la dernière étape du processus est terminée. En réponse, le réseau passe à l'état désactivé, ce qui signifie que le mode semi-automatique est désactivé.

V.5.14. Les réseaux 38 et 39

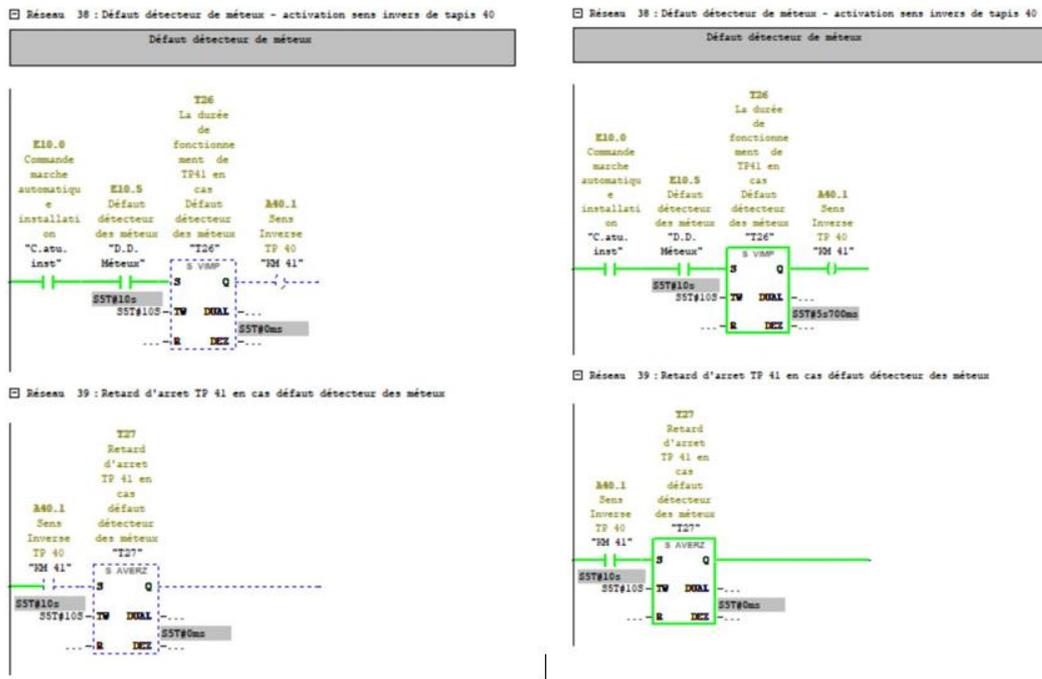


Figure V-19 : Réseaux 38 et 39.

Interprétation de réseau

Représentent le fonctionnement du détecteur de métaux. Lorsque le détecteur de métaux détecte la présence d'un métal, il déclenche un temporisateur T26. En conséquence, le tapis M40 se met en marche dans le sens inverse, probablement pour éliminer le métal détecté. Après une durée spécifiée par le temporisateur T27, le tapis revient à son sens normal, indiquant que le processus de détection et de retrait du métal est terminé et que le fonctionnement normal peut reprendre.

V.5.15. Réseau 40

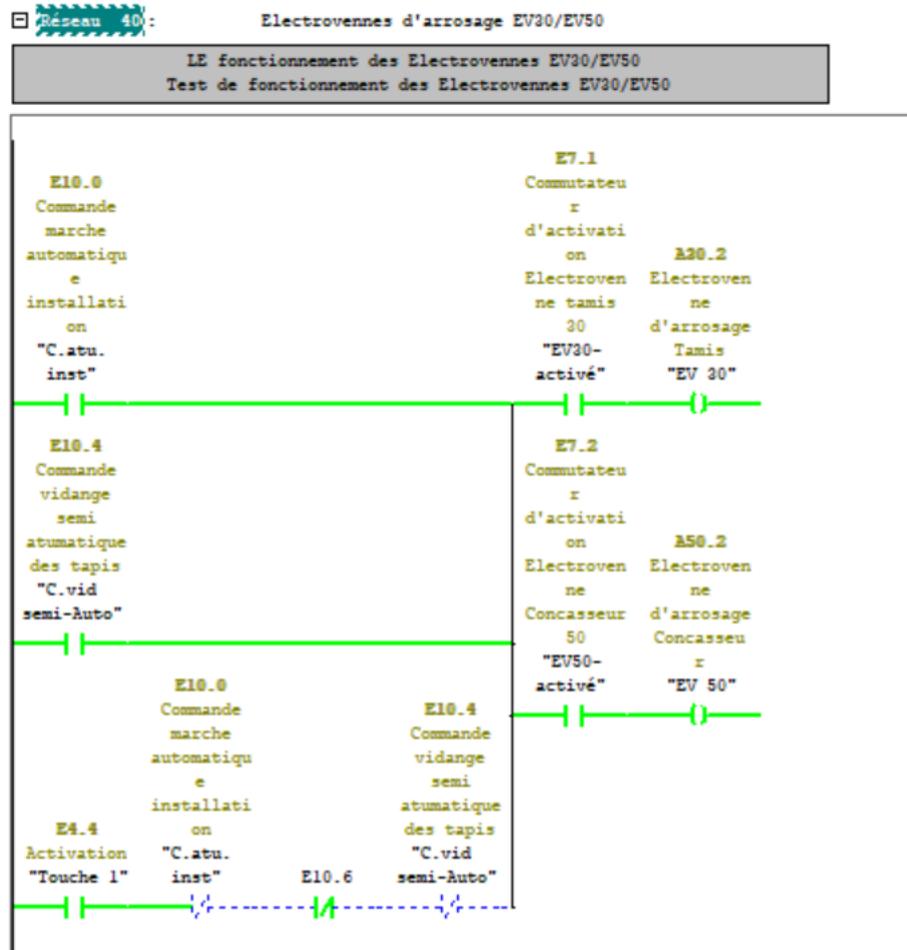


Figure V-20 : Electrovannes d'arrosage EV30/EV50.

Interprétation de réseau

Ce réseau gère le fonctionnement des électrovannes d'arrosage EV30 et EV50. De plus, il permet d'activer la touche 1 pour tester l'électrovanne en mode automatique.

V.5.16. Réseau 41

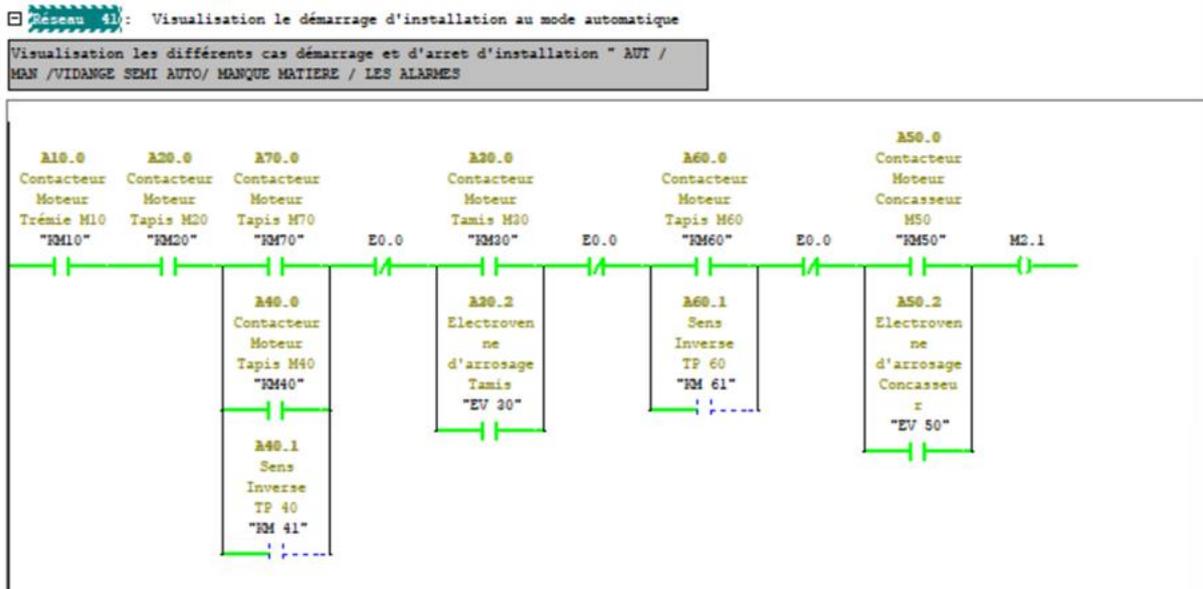


Figure V-21 : Visualisation le démarrage d'installation au mode automatique.

Interprétation de réseau

Ce réseau assure la visualisation du démarrage de l'installation en mode automatique. Après la détection de la présence de matière dans la trémie, le mode automatique est activé, mettant ainsi la trémie en marche. Ensuite, lorsque le capteur E20.4 est désactivé, les tapis M70 et M40 doivent être activés simultanément. Après une temporisation, le tamis M30 démarre automatiquement. Enfin, lorsque le capteur E40.4 est désactivé, le tapis M60 est activé avec un léger retard, suivi du démarrage du concasseur M50.

V.6. Création de la station HMI sur WinCC flexible

En suivant les étapes décrites dans le chapitre IV « Logiciels utilisés », nous avons créé un nouveau projet.

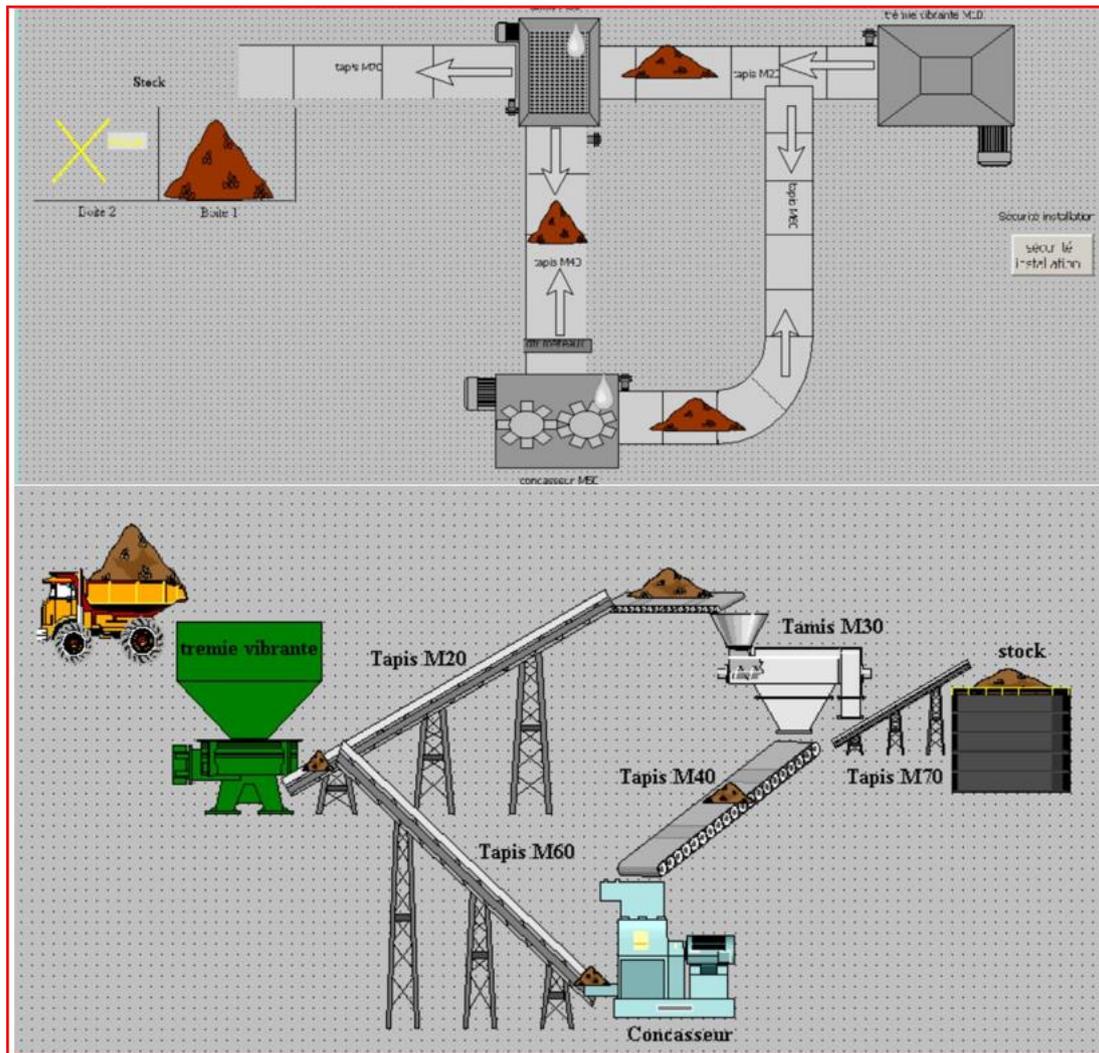


Figure V-22 : Vue globale dans la séquence de notre application.

V.6.1. Création des variables de notre application

La figure montre le tableau de variables définit pour la transmission des données entre la station et le pupitre opérateur.

Nom	Nom d'affichage	Connexion	Type de données	Mnémonique	Adresse
Arr-urg inst ok		CPU 312	Bool	Arr-urg inst ok	M 5.0
Automatique b...		CPU 312	Bool	Automatique bloqué	M 2.4
cord-TP ok		CPU 312	Bool	cord-TP ok	M 5.2
D.R.C50		CPU 312	Bool	D.R.C50	M 50.5
D.R.TP20		CPU 312	Bool	D.R.TP20	M 20.5
D.R.TP40		CPU 312	Bool	D.R.TP40	M 40.5
D.R.TP60		CPU 312	Bool	D.R.TP60	M 60.5
D.R.TP70		CPU 312	Bool	D.R.TP70	M 70.5
D.R.Ts30		CPU 312	Bool	D.R.Ts30	M 30.5
Défaut installa...		CPU 312	Bool	Défaut installation	M 4.1
Déf-inst		CPU 312	Bool	Déf-inst	M 10.0
Désact-Vid-Co...		CPU 312	Bool	Désact-Vid-Concasseur	M 60.3
DRTHTs30		CPU 312	Bool	DRTHTs30	I 30.3
EV30		CPU 312	Bool	EV30	M 11.5
EV30-Test		CPU 312	Bool	EV30-Test	M 30.2
EV50		CPU 312	Bool	EV50	M 11.4
EV50-Test		CPU 312	Bool	EV50-Test	M 50.2
KM 61		CPU 312	Bool	KM 61	Q 60.1
KM inst -ok		CPU 312	Bool	KM inst -ok	M 0.1
KM20		CPU 312	Bool	KM20	Q 20.0
KM60		CPU 312	Bool	KM60	Q 60.0

Figure V-23 : Variables de notre application.

V.6.2. Configuration de la liaison

La figure illustre l'étape de la configuration de la liaison indispensable. Cette dernière est établie en choisissant le protocole de communication MPI.

Nom	Actif	Pilote de communication	Station	Partenaire	Noeud	En ligne	Commentaire
CPU 312	Activé	SIMATIC S7 300/400	\NMG_3\SIM...	CPU 312	CPU 312	Activé	

Paramètres Pointeurs de zone

PC 477 19" Touch Interface: CP 5611

Pupitre opérateur
 Type: TTY, RS232, RS422, RS485, Simatic
 Débit: 187500
 Adresse: 2
 Point d'accès: STONLINE
 Unique maître sur le bus

Réseau
 Profil: MPI
 Adresse station la plus élevée: 31
 Nombre de maîtres: 1

Automate
 Adresse: 3
 Emplacement: 2
 Châssis: 0
 Exécution cyclique

Figure V-24 : La liaison entre le pupitre et la station.

V.6.3. La simulation de projet à l'aide de WinCC flexible

La simulation du système est faite dans l'environnement WinCC flexible Runtime. La figure illustre l'exécution de la séquence de de concassage et de tamisage.

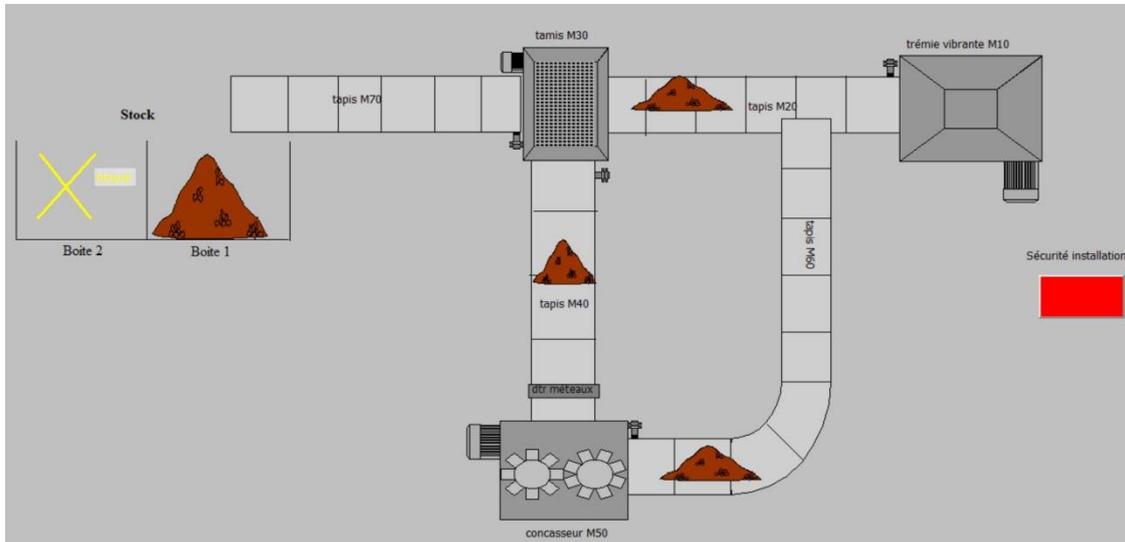


Figure V-25 : L'exécution du système (en état d'arrêt).

On utilise S7-PLCSIM pour forcer les variables, on coche les cases de signal ready pour chaque unité.

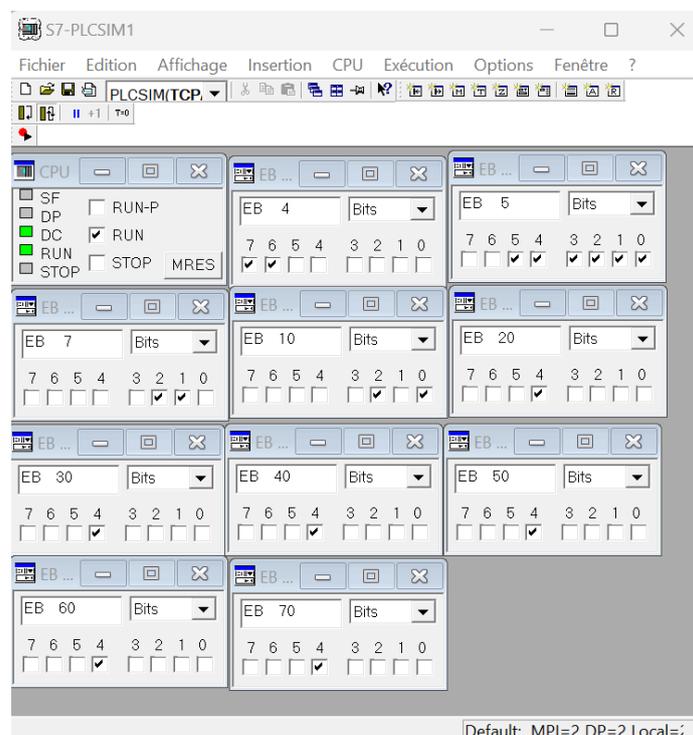


Figure V-26 : Forçage des variables en S7-PLCSIM.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre mission consistait à automatiser un processus industriel au sein de l'usine BRIQUETERIE TIDJELABINE, plus précisément sur l'installation de concassage et tamisage. Pour ce faire, nous avons étudié le fonctionnement de ce processus afin de programmer, simuler et superviser le programme à l'aide des logiciels STEP7 et WINCC.

Nous avons évalué les limitations de la commande en logique câblée sur l'installation, ce qui nous a conduit à opter pour le GRAFCET, offrant une transition fluide vers différents langages de programmation.

Grâce à notre expertise dans le logiciel STEP7, nous avons pu implémenter plusieurs tâches d'automatisation sur l'automate S7-300, en évitant ainsi des problèmes potentiels. Nous avons ensuite récupéré les états des variables pertinentes pour créer une interface homme-machine.

Pour la conception du projet de supervision du système, nous avons exploité les fonctionnalités de WINCC flexible, un logiciel permettant de gérer des interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances acquises pendant notre formation et de les mettre en pratique dans une étude de simulation confrontée à un problème industriel réel. Il nous a ainsi offert une expérience précieuse dans le domaine de la pratique.

Références bibliographiques

- [1] j. T. d. l. G. Beranger et Matériaux, « Technique de l'ingénieur ; Matériaux ».
- [2] « monelectricite.pro, » Le contacteur : rôle et fonctionnement. [En ligne].
- [3] É. Estaunié, « Traité pratique de télécommunication électrique (télégraphique-téléphonie ».
- [4] « electronique71.com, » [En ligne]. Available: RelaiStherm.PDF.
- [5] « CHAP2_ELEC_H_300_PDF, fuuu.be, les machines électriques généralités ».
- [6] D. A. BOUCCHAHED, « Cours « GRAFCET ET PROGRAMMATION DES API », Institut Des Sciences Et Techniques Appliquées.,» UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1. , CONSTANTINE.
- [7] D. Garfee, « Le modèle Grafcet : réflexion et intégration dans une plate-forme multi formalisme synchrone, » UNIVERSITE DE NICE-SOPHIA ANTIPOLI, 1996.
- [8] S. Electric, « Automates Nano et plateforme d'automatisme Micro, » 1999.
- [9] M. B. hamza, « Etude d'un système automatique par un filtre a manche de Cimenterie s7-300, » Université Mohamed Khider, Biskra, 2018.
- [10] A. GONZAGA, « http://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIELS_POUR_GEEA.pdf,» [En ligne]. [Accès le 2020 08].
- [11] C.T. JONES, « « STEP7 in Step7 », first Edition, A practical Guide to ImplementingS7-300/S7-400 Programmable Controllers, » 2006.
- [12] L. BERGOUGNOUX, « Automates Programmables industriels : Généralités sur le système Automatisés de production, » poly-tech mersielle département mécanique énergétique.
- [13] «. L. A. P. I. ». Alain GONZAGA, « LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS, » 7 novembre 2004.
- [14] «<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-step7.html>,» 1996/2024.[Enligne].Available:<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-step7.html>. [Accès le 3 2024].
- [15] « Manuel Système d'automatisation S7-300 Caractéristiques des modules, PDF, » 2013.

- [16] « Formation automate Siemens ». Document de l'entreprise.
- [17] «<http://www.donsangi.org/editorial/72-avantages-de-lautomatisation-industrielle.html>,» [En ligne].
- [18] M. Mohammed-Yazid, « Etude et automatisation de la station d'huile de la cimenterie SPA Biskra, » Université Mohamed Khider de Biskra, Biskra, 2020.
- [19] «. W. f. 2. ». S. H. Manuels SIEMENS, 2008.
- [20] C. B. Brahim, « Mémoire Master Automatisation et supervision d'une station de Thermolaquage par un automate S7-1200, » 2017.
- [21] « Site Web <http://www.seid.it/>, » [En ligne]. [Accès le 15 05 2018].
- [22] « Manuels SIEMENS, « WinCC flexible Getting Started Debutants », SIMATIC, » 2006.
- [23] G. A. Y. Semlali Zakaria, «« Mise à niveau des méthodes de lubrification des équipements mécaniques », Mémoire de projet de fin d'études Licence Mécanique., » Université Sidi Mohammed Ben Abdellah – Fès, Maroc, 2013.
- [24] G. K. BENAMSILI Kamel, « Automatisation et supervision via TIA PORTAL V13 d'une centrale de production d'air comprime pour le process de CEVITAL, » université Abderrahmane MIRA, Bejaia, 2015.
- [25] Support de cours Automatisme industriels, Dr. SAADOUNE Achour, 2013
- [26] <https://www.armaturemotorpump.com/electric-motor-parts-central-il/>
- [27] <https://www.svb-marine.fr/fr/borniers.html>
- [28] <https://french.alibaba.com/g/contactor-220v.html>
- [29] <https://www.confort-electrique.fr/disjoncteur-moteur-tesys-gv2me-23a-schneider-electric-gv2me21-p-68800.html>
- [30] <https://bicours.blogspot.com/2017/11/les-automates-programmables-industriels.html>
- [31] <https://www.youtube.com/watch?v=2fTUE-Clrvo>