



FACULTE DE GÉNIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Présenté par

YBEGAZZENE Sarah

ZERROUK Syla

Mémoire proposé par M. HASSAIM Arezki dirigé par Mme. ZAABOT Zohra

Thème

Étude, Automatisation et Supervision de la machine de conditionnement du fromage (Ampack Ammann) avec l'API S7-300

Mémoire soutenu publiquement le 24/06/2024 devant le jury composé de :

Mme ZAABOT Zohra
MAA, UMMTO, Encadrante

M KASRI Ahmed
MAA, UMMTO, Président

M KHATI Hocine
MCB, UMMTO, Examineur

Mme AMOURA Karima
MCB, UMMTO, Examineur

Promotion 2023/2024

Remerciements

Au début, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à Dieu, le Tout-Puissant, pour nous avoir accordé la force, la santé, la volonté et le courage de mener à bien nos études et de réaliser ce travail.

Avant de présenter ce travail, nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à son élaboration.

En premier lieu, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Mme ZAABOT Zohra, pour avoir accepté de nous encadrer tout au long de ce travail. Ses précieux conseils, remarques et encouragements ont été d'une aide inestimable pour nous.

Nous adressons également nos vifs remerciements aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.

Nous tenons à remercier vivement tous les enseignants qui ont contribué à notre formation, en particulier M. CHARIF Moussa et M. TOUAT Mohand Achour. Leurs cours et leurs conseils ont été essentiels pour notre apprentissage.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide et leurs conseils lors de la réalisation de ce travail, en particulier notre Co-encadreur M. HASSAIM Arezki et toute l'équipe de la SPA de Draa Ben Khedda « TASSILI ».

ZERROUK ET YBEGAZZENE

Dédicaces

À ceux qui ont façonné mon être et éclairé mon chemin,

Je dédie ce mémoire de fin d'études avec une profonde reconnaissance à mes parents, source inépuisable d'amour et de soutien, qui m'ont imprégné les valeurs du travail, de la persévérance et de l'ambition. Votre foi en moi a été mon inspiration tout au long de ces années d'études.

À ma sœur Meriem, complice de toujours et amie indéfectible, tes encouragements constants et ta présence bienveillante ont été une source de réconfort inestimable.

À mes frères, Ahmad El Mehdi et Omar, Nos moments de partage et de complicité ont été une source de motivation et de joie.

À Anis, ta présence à mes côtés a été un véritable havre de paix. Ton soutien m'a permis de garder le cap et de croire en mes rêves.

Grâce à vous tous, j'ai pu réaliser ce que je m'étais fixé et franchir cette étape importante de ma vie. Je suis infiniment reconnaissante pour votre amour, votre soutien et votre présence dans ma vie.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail. Sans oublier ma binôme Zerrouk Sylia.

YBEGAZZENE Sarah

Dédicaces

C'est avec une profonde gratitude et en toute sincérité que je dédie ce modeste travail de fin d'études

A mes adorables parents, qui m'ont énormément soutenu dans les moments les plus difficiles, qui ont partagé mes joies et mes peines, et qui ont attendu ce jour avec patience .

À mes frères Slimane, Sofiane, et Aziz, votre soutien m'a permis de croire en mes rêves.

À mes sœurs Hakima et Thinhinane, qui sont un exemple de réussite pour moi. Vos encouragements constants m'ont poussé à m'améliorer.

À Yanis, ta présence à mes côtés durant ce projet m'a donné la force et le courage.

À mes neveux et nièces, les rayons de soleil de notre famille (Sifaxe, Thileli, Arinas, Imane, Aksel, Mayles, Lina, Yassmine, Anais et Iliane), je vous aime.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, particulièrement à ma binôme Sarah Ybegazzenne.

zerrouk sylvia

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE01 : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DE LA MACHINE DE CONDITIONNEMENT DU FOMAGE.

I. Introduction	3
II. Présentation l'entreprise.....	3
II.1. Description.....	3
II.2. Historique	3
II.3. Position géographique	5
II.4. Missions et Objectifs de l'unité.....	6
II.5. Organigramme de l'unité	7
III. Présentation de la machine rotative Ampack Ammann	8
III.1. Description	8
III.2. Avantages.....	8
III.3. Spécifications.....	8
III.4. Fabricant.....	9
III.5. Les composants principaux	9
III.6. Ancien cahier des charges	17
IV. Conclusion	18

CHAPITRE02 : NOUVEAU CAHIER DE CHARGES ET MODELISATION DE LA MACHINE DE CONDITIONNEMENT.

I. Introduction.....	20
II. Définition du Grafcet	20

III. Améliorations souhaitées	23
IV. Nouveau cahier des charges de la machine	23
V. modélisation de la machine	30
VI. Conclusion	34

**CHAPITRE03 : ELABORATION D'UNE SOLUTION
PROGRAMMABLE AVEC L'AUTOMATE S7-300.**

I. Introduction	36
II. Les APIs	36
II.1 Présentation de la gamme SIMATIC de siemens.....	37
II.2 Présentation du S7-300	38
II.3 Architecteur d'un API S7-300	39
II.4 Automate S7-300 CPU 315- 2 PN/DP	42
III. Logiciel de programmation SIMATIC STEP7	43
IV. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM pour notre système	45
IV.1 Création du projet.....	45
IV.2 Configuration matériel.....	47
IV.3 Définition de la table des mnémoniques	48
IV.4 Création du programme	49
IV.5 Tests et validation	49
V. Conclusion	50

**CHAPITRE04 : PLATEFORME DE SUPERVISION SUR WINCC
FLEXIBLE.**

I. Introduction	52
II. La supervision.....	52
II.1 Définition de la supervision.....	52
II.2 Constitution d'un système de supervision	52

II.3 Rôle de la supervision	53
II.4 Avantages de la supervision	53
III. Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible	54
III.1 Avantages.....	54
III.2 Fonctionnalités	54
III.3 Eléments WinCC Flexible.....	55
IV. Le WinCC Flexible et SIMATIC Step7.....	55
IV.1 Intégration de WinCC Flexible dans Step 7	55
IV.2 Avantages de l'intégration au Step7.....	55
IV.3 Liaison Step7/WinCC.....	56
IV.4 Création d'un projet sous WinCC Flexible 2008	56
IV.5. La machine de conditionnement sous WinCC flexible	58
V. Conclusion	62
CONCLUSION GENERALE	
Références bibliographiques	
Annexe	

LISTE DES ABREVIATIONS

ABREVIATIONS	SIGNIFICATIONS
DBK	Draa Ben KHEDDA
SPA	Société par actions
ISO	International Organisation for Standardisation
SAP	systèmes automatisés de productions
DNC/ANP	Direction des Nouveaux Comptes / Agence Nationale des Projets
ONALAIT	Offices national du lait et des produits laiteries
ORELAIT	Offices régional de l'Est
ORLAC	Offices régional de centre
OROLAIT	Office régional de l'ouest
GIPLAIT	Groupe Industriel de Production Laitières avec abréviation
OB	Bloc d'Organisation
FB	Bloc de Fonction
FC	Fonction
DB	Bloc de données
FSB	Blocs fonctionnels système
SFC	Fonctions système
SDB	Données système
API	Automate Programmable Industriel
IHM	Interface Homme Machine / Human Machine Interface
WinCC	Windows Control Center
CPU	Central Processing Unit
E/S	Entrée/Sortie
GRAPHCET	Graphe Fonctionnel de Commande des Etape et Transitions
TOR	Tout ou Rien
SIMATIC	Siemens Automatique
LIST	Liste d'instruction
CONT	Schéma à contacts
LOG	Logigramme

LISTE DES ABBREVIATIONS

BM/ BMS	Bouton poussoir marche/ Bouton poussoir marche supervision
BR/ BRS	Bouton remplissage / Bouton remplissage supervision
BA/ BAS	Bouton poussoir arrêt/ Bouton poussoir arrêt supervision
AR	arrêt d'urgence
A1,2,3,4/ A1,2,3,4S	Activation de la phase numéro 1,2,3,4 (S : supervision)
AUTO/MAN	Automatique /manuel.
CMG	Capteur de présence des couvercles dans le magasin
PMG	Capteur de présence des pots dans le magasin
PP1	Capteur présence pot1
PP2	Capteur présence pot2
PA/ PAS	Pressostat d'air/ Pressostat d'air supervision
M	Moteur
p	Pompe
Dth_M	Disjoncteur thermique moteur
Dth_P	Disjoncteur thermique pompe
CPC	Capteur pression couvercle
C1,2,3,4,5,6,7,8	Les capteurs de début et de fin de course des vérins.
CM1,2,3,4	Détection des cames par les capteurs inductifs
ES	Les essaye des actionneurs
EV1.1	Electrovanne du vérin 1.1
EV2.1	Electrovanne du vérin 2.2
EV4.1	Electrovanne des vérins 4.1 et 4.2
EVV1,2	Electrovanne du vide (venteuses de la phase1 , ventouses de la phase3)
NIV	Capteur de niveau analogique
NB	Niveau bas
NH	Niveau haut
NM	Niveau moyen
T	Capteur de température analogique
Th_D	Température haute détecté
Tb_D	Température base détecté

LISTE DES ABREVIATIONS

PC_NE	Pose des couvercles non effectuée
PI5	Pression inférieure 5 bars

➤ CHAPITRE01

Figure I.1 : Direction de la laiterie Draa Ben Khedda.....	3
Figure I.2 : Emplacement géographique.....	5
Figure I.3 : Organigramme de l'unité	7
Figure I.4 : Machine Ampack Ammann.....	8
Figure I.5 : Trémie	9
Figure I.6 : Doseur volumique.....	10
Figure I.7 : Sonde de niveau.....	10
Figure I.8 : Capteurs inductifs.....	10
Figure I.9 : Arbre à cames	11
Figure I.10 : Commutateur.....	14
Figure I.11 : Bouton d'arrêt d'urgence	12
Figure I.12 : Variateur de vitesse.....	12
Figure I.13 : Potentiomètre	12
Figure I.14 : Pompe à vide.....	12
Figure I.15 : Pressostat	12
Figure I.16 : Relais en base.....	15
Figure I.17 : Régulateur de température.....	15
Figure I.18 : Ventouse	15
Figure I.19 : Armoire	15
Figure I.20 : Sectionneur et son symbole électrique.....	14
Figure I.21 : Fusible et son symbole électrique	14
Figure I.22 : Disjoncteur et son symbole électrique	14
Figure I.23 : Contacteur et son symbole électrique	14
Figure I.24 : Relais et son symbole électrique	15
Figure I.25 : Distributeur pneumatique	15
Figure I.26 : Vérin pneumatique double effet.....	16
Figure I.27 : Moteur asynchrone.....	16

➤ CHAPITRE02

Figure II.1 : Eléments de base d'un grafcet	20
Figure II.2 : Présentation de grafcet sous trois niveaux.....	21

LISTE DES FIGURES

Figure II.3 : Présentation d'une divergence/ convergence en OU et en ET	21
Figure II.4 : Exemples de saut et reprise d'étapes.....	22
Figure II.5 : Vérin1.1	26
Figure II.6 : Etat initial du doseur	25
Figure II.7 : Vérin2.2	25
Figure II.8 : Remplissage du doseur.....	26
Figure II.9 : Dosage du produit dans les pots	26
Figure II.10 : Retour du doseur a l'état initial	27
Figure II.11 : Vérin4.1 et vérin4.2	28
Figure II.12 : Organigramme du cycle de conditionnement	29
Figure II.13 : Phase de démarrage et d'arrêt de la machine.....	30
Figure II.14 : Phase d'alimentation des pots (vérin) {mode automatique}.....	32
Figure II.15 : Phase d'alimentation des pots (ventouses) {mode automatique}.....	32
Figure II.16 : Phase de dosage {mode automatique}.....	32
Figure II.17 : Phase de la pose des couvercles {mode automatique}.....	33
Figure II.18 : Phase de soudure {mode automatique}	33

➤ CHAPITRE03

Figure III.1 : Exemple d'automate compact (gauche) et modulaire (droit)	36
Figure III.2 : Automate S7-200.....	37
Figure III.3 : Automate S7-400.....	37
Figure III.4 : Automate S7-1200.....	38
Figure III.5 : Automate S7-1500.....	38
Figure III.6 : Automate S7-300.....	38
Figure III.7 : Constitution d'un automate S7-300	39
Figure III.8 : Modules d'un API S7-300	39
Figure III.9 : Module d'alimentation.....	40
Figure III.10 : Module CPU d'un API.....	40
Figure III.11: Automate S7-300 CPU 315- 2 PN/DP	42
Figure III.12 : Logiciel de programmation SIMATIC STEP7.....	43
Figure III.13 : Création d'un nouveau projet sur STEP7	45
Figure III.14 : Choix de la CPU	45
Figure III.15 : Sélection des blocs et langage de programmation	46
Figure III.16 : Insérer le nom de projet.....	46

Figure III.17 : Fenêtre de configuration de notre automate.....	47
Figure III.18 : Tableau des mnémoniques	48
Figure III.19 : Structure des blocs.....	49
Figure III.20 : Simulateur S7-PLCSIM	49

➤ CHAPITRE04

Figure IV.1 : Structure d'un système de supervision	52
Figure IV.2 : Liaison Step7/WinCC	56
Figure IV.3 : Icône de SMATIC WinCC	56
Figure IV.4 : Plateforme du logiciel WinCC flexible	57
Figure IV.5 : Choix de pupitre.....	59
Figure IV.6 : Espace de travail.....	58
Figure IV.7 : Fenêtre principale sur WinCC flexible	58
Figure IV.8 : Fenêtre représentant la phase 1 sur WinCC flexible.....	59
Figure IV.9 : Fenêtre représentant la phase 2 sur WinCC flexible.....	59
Figure IV.10 : Fenêtre représentant la phase 3 sur WinCC flexible.....	59
Figure IV.11 : Fenêtre représentant la phase 4 sur WinCC flexible.....	60
Figure IV.12 : Fenêtre représentant les alarmes sur WinCC flexible	60
Figure IV.13 : Les alarmes TOR.....	60
Figure IV.14 : Arrêt d'urgence sur WinCC	61

➤ CHAPITRE01

Tableau I.1 : Fiche technique de la laiterie DBK..... 5

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'automatisation est une force motrice du monde moderne, imprègne notre quotidien et remodèle en profondeur nos modes de vie, de travail et d'interaction. De la robotique industrielle aux applications d'intelligence artificielle en passant par les systèmes automatisés qui gèrent nos foyers et nos transports, l'automatisme s'est imposé comme un élément incontournable de notre époque.

L'automatisme peut être défini comme la faculté d'un système, d'un processus ou d'un mécanisme à opérer de manière autonome ou semi-autonome, sans nécessiter d'intervention humaine directe. Cette autonomie repose sur une synergie entre capteurs, algorithmes, logiciels et dispositifs mécaniques, permettant au système de percevoir son environnement, de prendre des décisions et d'agir en conséquence.

L'automatisation a connu une évolution fulgurante au fil des décennies, délaissant les machines automatisées rudimentaires pour se hisser vers des systèmes complexes et intelligents dotés de capacités d'apprentissage et d'adaptation. Cette transformation a été propulsée par les progrès technologiques dans des domaines tels que l'informatique, l'électronique, la robotique et les sciences cognitives.

Dans le domaine industriel, l'automatisation joue un rôle crucial en augmentant la productivité, la qualité des produits et la sécurité des travailleurs. Les Systèmes Automatisés de Production (SAP) permettent de rationaliser les processus, de réduire les coûts et d'améliorer la compétitivité des entreprises.

L'entreprise Tassili de Draa Ben Khedda, leader dans la production de lait et de dérivés laitiers en Algérie, a pris conscience de l'importance de l'automatisation pour son développement et sa pérennité. En effet, l'entreprise a fait le choix d'investir dans les SAP de moderniser ses installations et de répondre aux exigences croissantes du marché.

L'implémentation des SAP dans l'entreprise Tassili de Draa Ben Khedda s'est traduite par une transformation significative de ses processus de production. L'investissement dans ces technologies lui a permis d'améliorer sa performance globale en augmentant sa production, en réduisant ses coûts et en améliorant la qualité de ses produits.

C'est dans ce cadre que nous avons été chargés, durant notre stage pratique et pour l'élaboration de notre projet de fin d'études effectué à l'entreprise TASSILI, d'étudier et d'automatiser la machine de conditionnement rotative (Ampack Ammann) qui assure l'emballage du fromage dans des pots.

Actuellement, la machine est programmée en logique câblée. Cela signifie que son fonctionnement est régi par un ensemble de relais en base et de composants électriques qui implémentent des fonctions logiques et séquentielles. Cette méthode de programmation est limitée en termes de flexibilité, de coût et de fonctionnalités, ce qui nécessite des modifications fréquentes pour ce système.

La migration vers des API modernes est recommandée pour améliorer la performance, la flexibilité et la durabilité de cette machine.

Durant notre stage nous avons remarqué plusieurs défaillances (manques), ainsi nous avons proposé un nouveau cahier de charge améliorer et adapter un nouveau système de commande en utilisant un automate de la firme SIEMENS, qui est le S7-300.

Notre travail se présente sous la forme de quatre chapitres qui sont répartie comme suit :

Le premier chapitre : présentation de l'entreprise et de la machine de conditionnement du fromage.

Le deuxième chapitre : nouveau cahier des charges et modélisation de la machine de conditionnement.

Le troisième chapitre : élaboration d'une solution programmable avec l'automate S7-300.

Le quatrième chapitre : plateforme de supervision sur WINCC flexible.

**CHAPITRE 01 : PRESENTATION
DE L'ENTREPRISE ET DE LA
MACHINE DE CONDITIONNEMENT
DU FROMAGE.**

I. Introduction

Ce chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise TASSILI, un acteur majeur dans le domaine de la production et de la distribution des produits laitiers. Nous y présenterons la machine de conditionnement Ampack Ammann, en explorant son fonctionnement, ses principaux composants et ses caractéristiques générales.

II. Présentation de l'entreprise

II.1. Description

La Laiterie de Draâ Ben Khedda (DBK) est une société par actions spécialisée dans la production et la distribution de produits laitiers, elle a connu une évolution organisationnelle notable au fil des années, devenant un véritable emblème de la production nationale (voir la figure I.1). [1]



Figure I.1 : Direction de la laiterie Draa Ben Khedda.

II.2. Historique

A l'indépendance, l'Algérie n'a hérité d'aucune industrie laitière valable sur le plan technique et économique. La laiterie de DBK est créée en 1969, l'office nationale algérien (ONA) du lait et produits laitier (ONALAIT s'est vue attribuer la mission de mettre en œuvre une politique laitière nationale et par laquelle il couvrira les besoins de la population en ce produit de première nécessité qui est le lait par le décret n° 81/335 du 19 octobre 1981, l'ONALAIT s'est éclaté en trois offices régionaux comme suit:

- L'office Régional de l'Est (ORELAIT) : ANNABA
- L'Office Régional du centre (ORLAC) : ALGER, BLIDA, TIZI-OUZOU, MEDEA, BEJAIA, MSILA et DJELFA.
- L'Office Régional de l'Ouest (OROLAIT) : SIDI KHALED TIARET.

En 1997, un regroupement des trois offices donne naissance au Groupe Industriel de productions Laitières « GIPLAIT » auquel la laiterie de Draa Ben Khedda est directement rattachée.

L'ORLAC couvre le territoire des wilayas du centre, Alger, Blida, Tizi-Ouzou, Média, Bejaia, M'silla et Djelfa. Grace à lui prend forme le développement de l'industrie laitière, il contribue de façon efficace au développement de l'élevage en collectant du lait cru (Lait de vache) des éleveurs qui bénéficient de l'assistance vétérinaire et zootechnie des unités de l'office. Le traitement de cette matière combinée à d'autres matières premières doit aboutir à la satisfaction du besoin de la population du centre en lait et produits laitiers, telle est la finalité de l'Office du centre.

L'unité de DBK fut créée en 1971, c'est une laiterie fromagerie réalisée dans le cadre du plan spécial du développement de la wilaya de Tizi-Ouzou. Réalisée par l'entreprise DNC/ANP, son cout est de l'ordre de 28 000 000 de dinars. Elle s'étale sur une superficie d'environ 4000 M² dont plus de 1/3 couverte. Initialement prévue pour transformer 50 000 litre de lait par jour, elle a augmenté ses capacités de production pour atteindre plus de 350 000 L/j, en instituant le système de travail continu en trois (03) équipes.

L'unité de DBK offre une gamme de produits variés constitués de lait pasteurisé de consommation, lait fermenté (L'ben), crème fraîche et surtout une variété de fromage à pâte molle type camembert tel que Tassili, La Cigogne, Le Brise galette en diverses formes ronde et carrée.

La laiterie fait un chiffre d'affaire relativement important en commercialisant les produits des autres filiales dans le cadre des cessions inter filiales.

A compter de juin 2008 la laiterie de DBK est privatisée dans le cadre de la cession des entreprises publiques. Cette dernière est une SPA au capital social de 200 000 000 DA. Actuellement la laiterie fonctionne avec un effectif de 389 travailleurs répartis comme suit :

- Cadre : 32
- Maîtrise : 50
- Exécution : 282
- Daip : 15
- Apprenti : 14

❖ Fiche technique de l'entreprise TASSILI :

-Dénomination	Spa – Laiterie Draa Ben Khedda- « Tassili »
-Siège social	Rue KASRI Ahmed BP. 102 Draa Ben Khedda – Tizi-Ouzou
-Email	Laiterie-dbk@yahoo.fr
-Date de création	Aout 1970
-statut juridique	Société par action
-Capital social	200 000 000,00DA
- Début d'activité	1974
- Privatisée depuis	le 07/06/2008
- Propriétaire	Famille AIRED

- Sites	site unique
- Ligne de production	Laiterie et fromagerie
- Secteur d'activité	Agroalimentaire
- Numéro du registre de commerce	N° 15/00-0042094 B 97
- Article d'imposition N°	15 470 192 910
- Matricule fiscale N°	0997 15 004209411
-Nombre d'employées	499
-Production	<ul style="list-style-type: none"> - Lait pasteurisé -Lait fermenté - Lait caillé - Fromage à pâte molle type camembert. - Crème fraiche - Les jus - Le lait fermenté (l'ben et Raib) - Le fromage a tartiné
-Exportation	Néant
-Capacités de production installées	<ul style="list-style-type: none"> -laiterie : 35000 L/Jour -fromagerie : 70 000 L/Jour (5 doses par jour)

Tableau I.1 : Fiche technique de la laiterie DBK.

II.3. Position géographique

La laiterie Tassili se trouve dans la ville de Draa-Ben-Khedda, rue KASRI Ahmed, à 11Km du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou, à l'intersection de la route nationale N° 12 et la route nationale N°25 menant vers la wilaya de Bouira. L'usine s'étale sur une superficie de 4000 M² couverte et 6000 M² consacré aux ateliers de production (voir la figure I.2).



Figure I.2 : Emplacement géographique.

II.4. Missions de l'unité

La laiterie de TASSILI accomplit des missions, elle a aussi des objectifs à atteindre.

❖ Missions :

La Laiterie de DBK a pour mission de développer et de gérer les industries de traitement et de transformation du lait et de ses dérivés. Son objectif est d'assurer un approvisionnement régulier du marché régional en produits laitiers, en veillant à une répartition rationnelle et équilibrée pour éviter les déséquilibres entre l'offre et la demande.

Les missions de l'entreprise TASSILI peuvent être résumées comme suit :

- Fabriquer, développer et commercialiser des produits laitiers de qualité.
- Satisfaire les besoins de ses clients en proposant une large gamme de produits répondant à leurs attentes.
- Assurer la coordination entre ses différentes directions et services pour garantir une efficacité optimale.
- Gérer ses ressources humaines, financières et matérielles de manière optimale.
- Réaliser des études de marché et analyser les demandes des clients pour adapter ses produits et services en conséquence.

II.5. Organigramme de l'unité

La structure organisationnelle de la laiterie était d'une structure fonctionnelle avec état-major, ce qui nous présente le schéma ci-après :

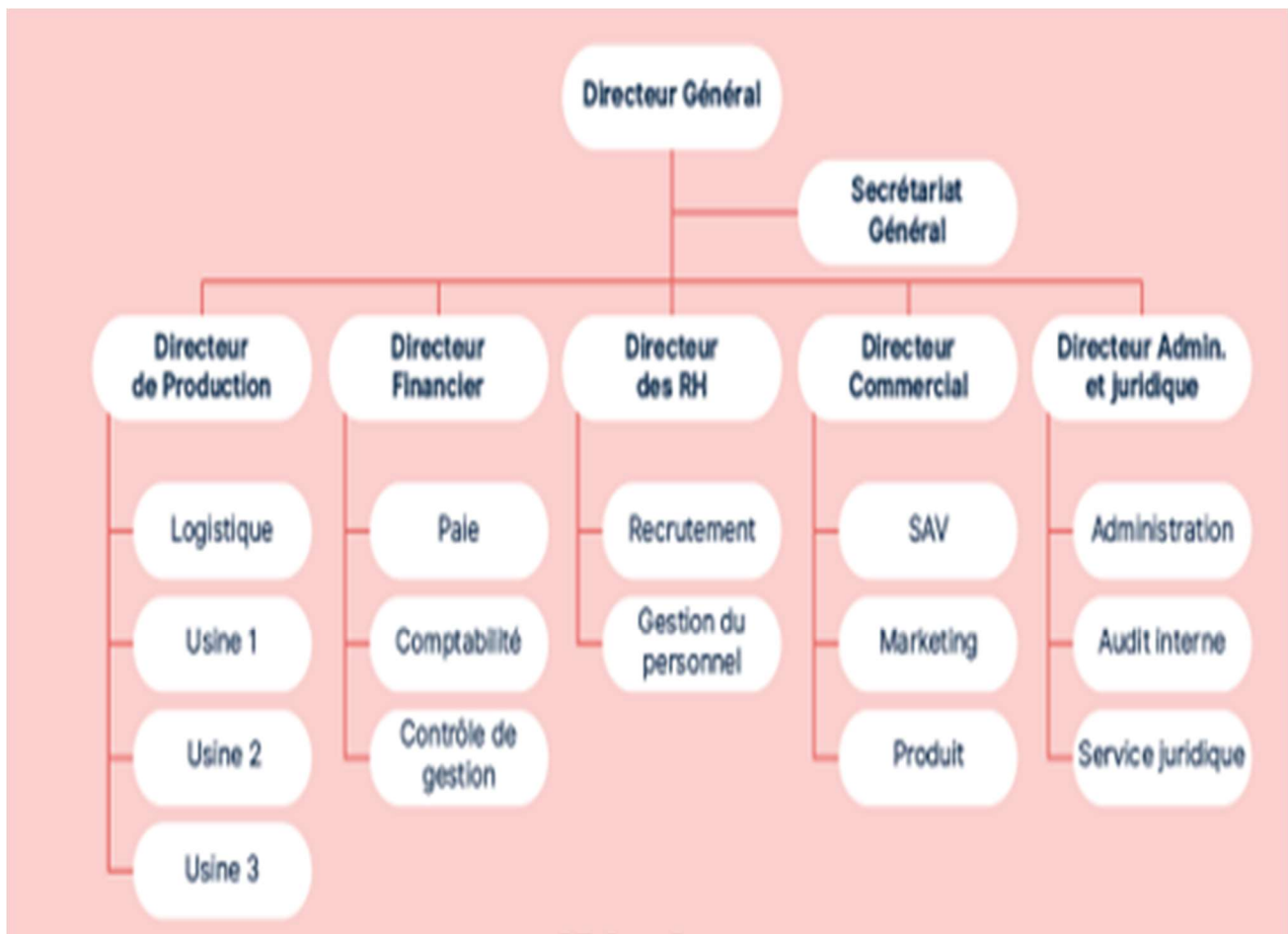


Figure I.3 : Organigramme de l'unité.

III. Présentation de la machine rotative Ampack Ammann :

III.1. Description

La machine rotative Ampack Ammann est une machine de conditionnement automatique conçue pour remplir et sceller des pots, des gobelets et d'autres contenants. La machine est utilisée dans une variété d'industries, notamment l'industrie alimentaire, l'industrie laitière et l'industrie pharmaceutique. La machine conditionne les pots deux par deux, elle est conçue pour être modulaire et flexible, ce qui permet de l'adapter à différents types de pots et de produits. [2]



Figure I.4 : Machine rotative de conditionnement Ampack Ammann.

III.2. Avantages

La machine rotative Ampack Ammann présente de nombreux avantages, notamment :

- Haute efficacité: La machine peut traiter un grand nombre de contenants par minute.
- Précision: Le système de dosage garantit que chaque contenant est rempli avec précision.
- Fiabilité: La machine est construite avec des composants de haute qualité et est conçue pour fonctionner 24h/24 et 7j/7.
- Flexibilité: La machine peut être utilisée avec une variété de contenants et de produits.

III.3. Spécifications

Les spécifications de la machine rotative Ampack Ammann incluent :

- Vitesse de production : Jusqu'à 12 000 contenants par heure
- Taille des contenants : Diamètre de 50 mm à 120 mm, hauteur de 30 mm à 120 mm
- Type de produit : Produits liquides, visqueux et pâteux.

III.4. Fabricant

Ampack Ammann est une société suisse qui fabrique des machines de conditionnement depuis plus de 50 ans. La société est connue pour ses machines de haute qualité et fiables.

III.5. Composants principaux

Voici les composants principaux que l'on trouve dans la machine rotative:

- **Système de transmission** : Transmet la puissance du moteur au tambour rotatif pour le faire tourner.
- **Système de commande** : Un ensemble de commandes permet à l'opérateur de contrôler la machine et d'ajuster les paramètres de compactage en fonction des besoins du chantier.
- **Système de freinage** : Assure la sécurité en permettant d'arrêter rapidement le mouvement du tambour rotatif lorsque nécessaire.
- **Système de convoyage**: Le système de convoyage transporte les contenants remplis vers la zone de palettisation ou d'emballage.
- **Système pneumatique** : un système pneumatique est fondé sur différence de pressions entre deux zones, qui crée une force puis un mouvement.
- **Système électrique** : Fournit l'alimentation électrique nécessaire pour les composants électriques de la machine.
- **Tambour rotatif** : C'est l'élément principal de la machine rotative, qui effectue le compactage en tournant sur son axe.
- **Châssis** : Une structure robuste qui supporte l'ensemble de la machine et fournit la base sur laquelle le tambour rotatif et d'autres composants sont montés.
- **Trémie**: La trémie stocke le produit et l'alimente dans le doseur.



Figure I.5 : Trémie.

- **Doseur volumique** : Le doseur volumique est composé d'un réservoir de stockage du produit, d'un vérin, et d'un mécanisme de distribution. C'est un équipement utilisé dans l'industrie du conditionnement pour mesurer et distribuer avec précision des produits.



Figure I.6 : Doseur volumique.

- **Les capteurs** : Sont des dispositifs qui convertissent une grandeur physique en une autre, généralement électrique, pour des fins de mesure ou de commande. [3]

Les signaux émis par les capteurs sont souvent des tensions ou des courants. Ils se classent en trois catégories :

- Capteurs tout ou rien (TOR)
- Capteurs analogiques
- Capteurs numériques

Dans notre machine, seuls des capteurs tout ou rien (TOR) sont utilisés. Ils détectent la présence ou l'absence d'un état ou d'un objet en émettant des signaux logiques '0' ou '1'.

- **Sonde de niveau** : Une sonde de niveau est un dispositif utilisé pour mesurer et contrôler le niveau d'un liquide ou d'un matériau en vrac dans un réservoir, une cuve ou un conteneur.



Figure I.7 : Sonde de niveau.

- **Les capteurs inductifs** : Ils utilisent généralement une bobine inductive pour générer un champ magnétique et détectent les changements dans ce champ lorsque des objets métalliques perturbent le champ magnétique.



Figure I.8 : Capteurs inductifs.

- **Arbre à cames :** Un arbre à cames est un élément mécanique crucial dans le fonctionnement la machine rotative de conditionnement. Il joue un rôle crucial dans la synchronisation des mouvements des différentes postes rotatives, ce qui permet d'obtenir une production précise, fiable et flexible.

L'arbre à cames est constitué d'un arbre cylindrique sur lequel sont fixées des cames.

- **Les cames :** Dans le domaine de la mécanique, une came est une pièce de forme spécifique qui permet de transformer un mouvement rotatif en un mouvement alternatif d'une autre pièce.

Les cames peuvent être utilisées en conjonction avec des capteurs inductifs pour surveiller et contrôler différents aspects d'un système.

Fonctionnement des cames:

Lorsque la came passe devant le capteur inductif, celui-ci détecte la présence de la surface métallique et génère un signal électrique en réponse à cette détection. Ce signal est utilisé pour déclencher des actions spécifiques, telles que l'activation ou la désactivation d'autres composants du système.

Rôle de l'arbre à cames:

L'arbre à cames est un élément central de la machine. Il est responsable de la synchronisation des mouvements des différentes postes rotatives. L'arbre à cames est muni de cames qui actionnent les différents mécanismes de la machine, tels que les doseurs de produits, le système de soudure...

L'arbre à cames assure la coordination de tous ces mouvements en tournant à une vitesse constante. Les cames sont profilées de manière à déclencher les actions des différents mécanismes au moment précis.



Figure I.9 : Arbre à cames.

- **Les commutateurs** : Ils permettent d'activer les différentes phases, séquences de la machine.



Figure I.10 : Commutateur.

- **Les boutons d'arrêt d'urgence**: Le bouton d'arrêt d'urgence est constitué d'un bouton coup-de-poing et d'un jeu de contacts NO/NF. Il répond aux consignes de sécurité visant à éviter les dommages corporels et matériels.



Figure I.11 : Bouton d'arrêt d'urgence.

- **Variateur de vitesse électrique avec potentiomètre** : Contrôle la vitesse d'un moteur électrique (DC ou AC) à l'aide d'un potentiomètre, en ajustant manuellement la tension ou la fréquence de sortie selon la position de son curseur.



Figure I.12 : Variateur de vitesse.



Figure I.13 : Potentiomètre.

- **Pompe à vide** : Une pompe à vide d'air est un dispositif conçu pour retirer l'air d'un espace clos, créant ainsi un vide partiel ou complet à l'intérieur.



Figure I.14 : Pompe à vide.

- **Pressostat** : Un pressostat est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée de la pression d'un fluide.



Figure I.15 : Pressostat.

- **Les relais en base** : Ils désignent des dispositifs de contrôle ou de communication fixés sur une embase, en les combinant ensemble on peut créer des circuits logique complexes.



Figure I.16 : Relais en base.

- **Régulateur de température** : C'est un dispositif conçu pour maintenir une température constante dans un système en contrôlant la puissance du dispositif de chauffage.



Figure I.17 : Régulateur de température.

- **Les ventouses** : Sont des dispositifs utilisés dans l'industrie pour le levage, la manipulation et le transport de charges. Elles fonctionnent en créant un vide d'air entre la ventouse et la surface de l'objet, générant ainsi une force de succion qui maintient la charge en place.



Figure I.18 : Ventouse.

- **Armoire électrique** : Une armoire électrique est un boîtier métallique protégeant les composants électriques. Elle assure la sécurité en isolant les composants et en restreignant l'accès, prévenant ainsi les accidents et dommages. [4]



Figure I.19 : Armoire.

- **Sectionneur** : Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer de façon mécanique, un circuit électrique de son alimentation.



Figure I.20 : Sectionneur et son symbole électrique.

- **Fusible** : Le fusible ou coupe-circuit à fusible est un dispositif de sécurité destiné à couper le courant en cas de surcharge ou de court-circuit.



Figure I.21 : Fusible et son symbole électrique.

- **Disjoncteur** : Un disjoncteur est un appareil qui s'éteint (saute) en cas de court-circuit ou de surintensité.



Figure I.22 : Disjoncteur et son symbole électrique.

- **Contacteur** : Le contacteur est un composant électromagnétique. Il agit comme un interrupteur dans un circuit électrique, créant ou interrompant le passage du courant.



Figure II.23 : Contacteur et son symbole électrique.

- **Relais électrique** : Il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique de puissance à partir d'une information logique.



Figure II.24 : Relais et son symbole électrique.

- **Pré-actionneurs pneumatiques** : Un pré-actionneur monostable a besoin d'un ordre pour le faire passer de sa position repos à sa position travail, et le rotor à sa position repos s'effectue automatiquement lorsque l'ordre disparaît. Il n'est stable que dans sa position repos. [5]

- **Les distributeurs pneumatiques :**

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins. Le distributeur est le pré-actionneur qui est associé à un vérin pneumatique (voir la figure I.21).

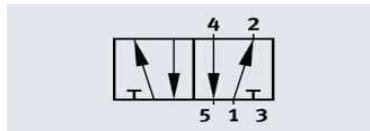


Figure I.25 : Distributeur pneumatique.

- **Actionneurs pneumatiques** : Les actionneurs pneumatiques sont des convertisseurs d'énergie qui permettent de transformer l'énergie pneumatique en énergie mécanique soit de translation, de rotation ou d'aspiration. Parmi les actionneurs pneumatiques on a les vérins.
 - **Les vérins** : Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Les pressions d'air comprimé lui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens, puis dans l'autre.

On distingue les familles de vérins suivantes :

- Les vérins simples effet.
- Les vérins doubles effets.
- Les vérins télescopiques.
- Les vérins rotatifs.

Notre machine contient des vérins pneumatiques doubles effets (V.D.E.), qui sont définies comme suit :

Les vérins doubles effets ont deux alimentations possibles : soit par la chambre arrière, soit par la chambre avant.

Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière (respectivement avant) le piston se déplace vers l'avant (respectivement l'arrière), celui-ci pousse l'air de la chambre avant (respectivement arrière).

L'air de la chambre à l'échappement doit pouvoir être évacué afin de ne pas s'opposer au déplacement du piston.

Dans un vérin double effet les chambres se trouvent donc alternativement mises à la pression et à l'échappement.

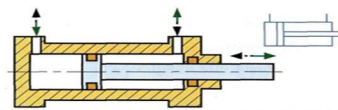


Figure I.26 : Vérin pneumatique double effet.

- **Moteur** : Un moteur est un dispositif qui effectue un mouvement physique à partir d'une énergie. Il fournit la puissance nécessaire pour faire fonctionner la machine et faire tourner le tambour rotatif.

Les types de moteurs :

- Moteur à courant continu.
- Moteur pas à pas.
- Moteur à courant alternatif.
- Moteur synchrone.
- Moteur asynchrone.

Notre machine fonctionne avec un moteur asynchrone, qui est définie comme suite : Le moteur asynchrone triphasé représente un mécanisme dirigé sur la transformation de l'énergie électrique d'un courant alternatif en mécanique.

Il est largement utilisé en industrie. En raison des multiples avantages qu'il présente : normalisé, robuste, fiable, simple d'entretien et à mettre en œuvre Il est constitué d'une partie fixe (le stator) le bobinage, et d'une partie rotative (le rotor) qui est bobinée en cage d'écureuil. Du nom même "asynchrone" il s'agit d'un processus non simultané. La fréquence de rotation du champ magnétique du stator est toujours supérieure au champ du rotor. Les circuits magnétiques du rotor et du stator sont constitués d'un empilage de fines tôles métalliques pour éviter la circulation de courants de Foucault.

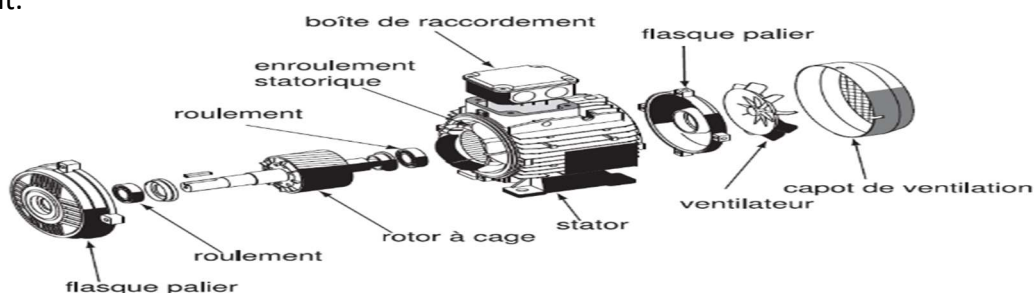


Figure I.27 : Moteur asynchrone.

III.6. Ancien cahier des charges (Fonctionnement)

Actuellement la machine est programmée en logique câblée, qu'on peut définir comme une manière de concevoir et de combiner des fonctions logiques, élaborent l'enchaînement des actions et synchronisent l'ensemble des sorties du système.

Ces fonctions logiques sont élaborées à partir de contacts qui peuvent être soit normalement ouverts ou fermés en utilisant des commutateurs, des relais, des contacteurs...etc., qui sont placés dans l'armoire électrique. Ces fonctions sont la plupart du temps reliées entre elles par des fils électriques d'où l'appellation logique câblée.

La machine rotative de conditionnement de fromage est un équipement essentiel dans le processus de conditionnement industriel. Son fonctionnement repose sur un système de rotation qui permet de manipuler les pots de manière efficace et précise tout au long du processus de conditionnement.

Typiquement, la machine comprend plusieurs postes de travail disposés autour d'un axe central. Chaque poste accomplit une tâche spécifique dans le processus de conditionnement.

Lorsque les pots sont introduits dans la machine, ils passent successivement par chaque poste où différentes opérations sont effectuées.

La vitesse de rotation est variable et peut être ajustée depuis le moteur en fonction de la cadence de production souhaitée.

Voici un aperçu général du fonctionnement de la machine :

- Les conditions de démarrage : après l'appui sur le bouton de démarrage, il faut que le commutateur de chaque étape soit activé, et que les cames soient fonctionnelles.
- Processus de conditionnement : Une fois que les pots sont disposés et rangés, la machine commence le processus de conditionnement.

Le processus de conditionnement du fromage dans les pots suit généralement ces étapes :

- Alimentation des pots vides : Les pots vides sont alimentés dans la machine.
- Remplissage du fromage : Le fromage est introduit dans les pots à l'aide d'un système de dosage précis.
- Pose des couvercles : les couvercles sont positionnés sur les pots.
- Scellage des pots : Une fois remplis, les pots sont scellés hermétiquement pour assurer la fraîcheur et l'intégrité du fromage. Cela se fait par le moyen de thermo scellage.
- Évacuation des pots : Une fois le conditionnement terminé, les pots de fromage conditionnés sont évacués de la machine.
- Étiquetage : les pots scellés sont étiquetés avec la date de production.

La machine rotative Ampack Ammann est conçue pour fonctionner de manière efficace et précise, garantissant un conditionnement conforme aux normes de qualité et de sécurité alimentaire. Elle peut être ajustée pour s'adapter à différents formats de pots, offrant ainsi une grande flexibilité de production.

IV. Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter l'entreprise TASSILI, spécialisée dans la production et la distribution des produits laitiers, on a aussi pu donner un aperçu de tous les principaux éléments de la machine ainsi que sa description générale et son fonctionnement.

Cette étude nous a permis de conclure que l'automatisation de cette machine est nécessaire pour améliorer la productivité et aussi de constater plusieurs problèmes ainsi nous serons dans l'obligation d'apporter des modifications à la machine pour la rendre automatique pour lever radicalement toutes les imperfections ou de moins, atténuer les plus importantes.

Dans le chapitre suivant, nous exposerons le nouveau cahier des charges pour le système automatisé et dresserons son modèle à base de l'outil GRAFCET.

**CHAPITRE 02 : NOUVEAU CAHIER
DES CHARGES ET MODELISATION
DE LA MACHINE DE
CONDITIONNEMENT.**

I. Introduction :

L'automatisation d'un système repose sur un pilier central qui est le cahier des charges. Ce document exhaustif décrit avec précision le fonctionnement souhaité du système, il est crucial de l'analyser et de le valider rigoureusement afin de garantir la faisabilité du projet et d'éviter des erreurs coûteuses.

Une fois qu'il est validé, il est nécessaire de le traduire en un langage compréhensible par les machines : un modèle formel. Ce modèle représente le système de manière abstraite et précise, en utilisant des concepts et des notations spécifiques. Il existe différents types de modèles formels, chacun avec ses avantages et ses inconvénients.

Dans ce chapitre, nous nous focaliserons sur le GRAFCET et explorerons ses concepts fondamentaux. Nous construirons ensuite un modèle de conduite pour notre système en nous basant sur le nouveau cahier des charges.

II. Définition du Grafcet

Le GRAFCET (Graphe de Commande Étapes Transitions) est un diagramme fonctionnel utilisé pour décrire graphiquement le comportement des automatismes séquentiels. Simple et rigoureux, il sert d'outil unique pour la conception, l'utilisation et la maintenance des machines automatisées. Un GRAFCET se compose d'étapes avec des actions, de transitions avec des réceptivités, et de liaisons orientées reliant les étapes et les transitions (Voir la figure II.1). [6]

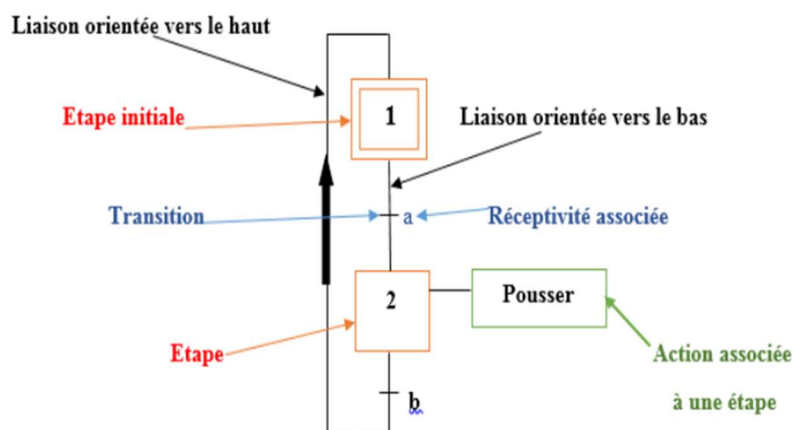


Figure II.1 : Éléments de base d'un grafcet.

Le grafcet se présente sous trois niveaux (voir la figure II.2) :

- Niveau 1 : Il est appelé aussi niveau de la partie commande. Il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative, indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviation
- Niveau 2 : Appelé aussi niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus détails des actionneurs, et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrites en abréviation et non en mot. Il doit être joint d'un tableau récapitulatif de la nomenclature adoptée.
- Niveau 3 : C'est la reproduction du grafcet niveau 2 auquel on associe, comme transition, les adresses de l'entrée de l'automate et les adresses de sortie comme action.

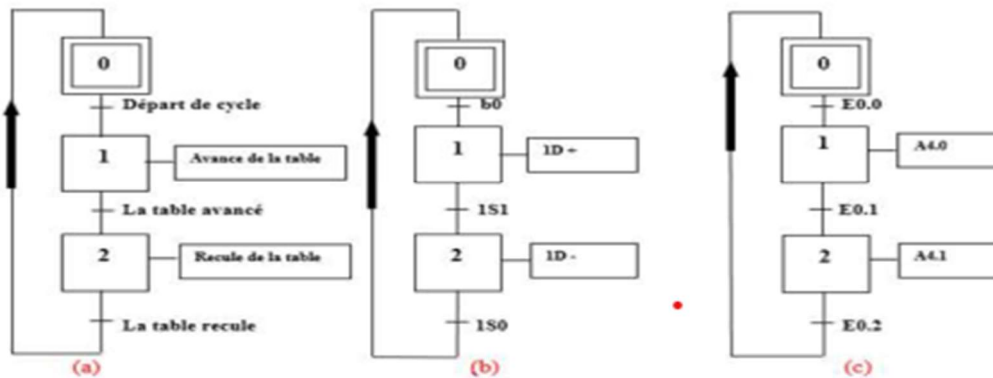


Figure II.2 : Grafcet sous trois niveaux.

Le grafcet peut être linéaire, à une seule séquence, ou multiple, comportant plusieurs séquences. La sélection de ces séquences se fera par aiguillage appelés divergences/convergences en OU, et en ET (voir la figure II.3).

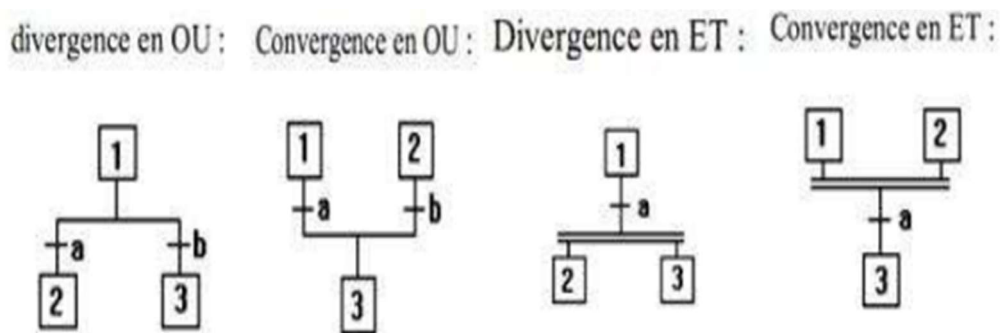


Figure II.3 : Représentation d'une divergence/convergence en OU et en ET.

Il y a lieu de parler, aussi, du saut d'étapes et reprise de séquence (voir la figure II.4). La première est un aiguillage en OU dans lequel une des branches ne comporte pas d'étapes. Tandis que la deuxième permet de reprendre une ou plusieurs fois la même séquence tant qu'une condition n'a pas été obtenue.

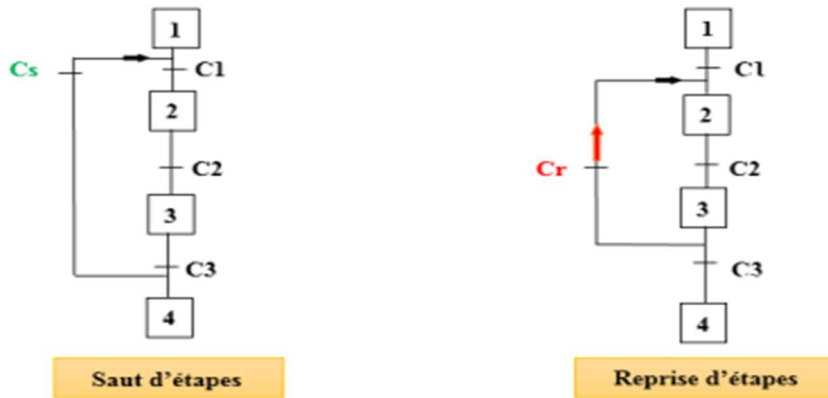


Figure II.4 : Exemple de saut et reprise d'étapes.

La conception du grafcet demande le respect des règles suivantes :

- Règle 1 (Situation initiale) : Un Grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale, choisie par le concepteur, est la situation active à l'instant initial.
- Règle 2 (Franchissement d'une transition) : Une transition est soit validée ou non validée ; elle est valide lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Lorsque la transition est valide et que la réceptivité associée est vraie elle est obligatoirement franchie.
- Règle 3 (Évolution des étapes actives) : Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation des étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.
- Règle 4 (Évolution simultanées) : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
- Règle 5 (Activation et désactivation simultanées d'une étape) : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, alors elle reste active.

Le GRAFCET est destiné à représenter des automatismes logiques, c'est à-dire des systèmes dans lesquels les informations ont un caractère « tout ou rien ».

III. Améliorations souhaitées:

Au cours de notre stage pratique effectué à l'usine TASSILI (DBK), on a constaté quelques inconvénients dans le fonctionnement de la machine rotative AMMPACK AMMANN et dans le but de l'entretenir on a apporté quelques améliorations d'où :

- L'ajout de l'API S7-315 2PN/DP.
- L'ajout d'un capteur de niveau analogique qui permet de détecter le niveau de produit dans la trémie.
- L'ajout d'un capteur de température analogique qui détecte la température de la plaque chauffante.
- L'ajout de deux capteurs de présence qui détecte la présence de l'emballage dans les magasins afin de démarrer le fonctionnement.
- Un écran supervision qui permet un bon suivie de l'évolution de la production.
- L'ajout d'un système d'alarmes pour la sécurité de l'opérateur et de la machine.

IV. Nouveau cahier des charges de la machine :

La machine de conditionnement fonctionne selon un procédé plus ou moins complexe, la compréhension de ce dernier est donc fondamental.

Nous allons décrire les différentes étapes de ce processus selon le nouveau cahier des charges.

► Conditions initiales:

Ces contraintes doivent être vérifiées :

- Avant la mise en marche, le processus de nettoyage (CIP : clean in place) doit être effectuer.
- Le circuit d'air comprimé de la station doit être mis en service.
- Fixer la température de thermo-scillage à 250°C, en utilisant le variateur de température de la machine. (Condition initiale pour la phase de scellement des couvercles).
- Dosage du produit dans la trémie jusque au niveau 50% nm. (condition initiale pour la phase de remplissage des pots).
- la présence de l'emballage (pots et couvercles).Qui est introduite dans le magasin d'alimentation de la machine rotative. (Condition initiale pour la phase de l'alimentation des pots et de pose des couvercles).
- la machine doit être correctement configurée pour le type spécifique des pots à remplir et à emballer.
- Vérifiez les réglages de la machine tels que la vitesse, la pression.

Une fois ces conditions vérifiées, Voici Les phases qui détaillent le fonctionnement de la machine.

► **Phase 0** : Démarrage et arrêt de la machine.

Après la satisfaction des conditions initiales et faire action sur le bouton de démarrage :

- ✓ Le moteur, La pompe à vide seront actionnés.
- ✓ Le plateau tourne ce qui fait passer les pots au prochain poste.
- ✓ Le système s'arrête si :
 - Le moteur ou la pompe à vide surchauffe.
 - Le pressostat ne détecte pas.
 - Le capteur de présence des pots ou des couvercles n'a pas été détecté (il n'y'a plus de couvercles dans le magasin).
 - La pose des couvercles n'a pas été effectuée (le capteur de pression n'a pas été enclencher).
 - Après l'appui sur le bouton poussoir d'arrêt d'urgence.

► **Phase 1** : Alimentation des pots vides.

- ✓ Le système de picking commence.
 - Ce système est composé de ventouses qui prélèvent les pots.
 - la vitesse et la précision du picking sont essentielles pour garantir un fonctionnement fluide et une production optimale.
- ✓ On active la phase avec l'activation1.
- ✓ Les ventouses se rapprochent de la surface inférieure des pots.
- ✓ La came1, le capteur c1 du vérin1.1 (voire la Figure II.5) et le capteur de présence des pots dans le magasin sont détectés, les températures base et haut ne sont pas détectées (température entre 245° et 255°) ce qui active l'électrovanne EV1.1 qui fait sortir la tige du vérin1.1 et permet de libérer les pots.
- ✓ La came2 et le capteur de présence des pots dans le magasin sont détectés, les températures base et haut ne sont pas détectés (température entre 245° et 255°) est détectées ce qui active l'électrovanne EVV1 qui est responsable de l'aspiration des pots depuis le magasin.

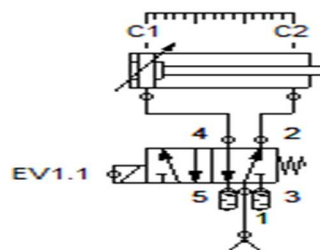


Figure II.5 : Vérin1.1.

- ✓ Le capteur c2 de la fin de course du vérin1.1 est détecté et la came1 n'est plus détecté l'électrovanne EV1.1 est désactiver, la tige du vérin1.1 rentre ce qui permet de maintenir les pots en place dans le magasin.
- ✓ La came2 n'est plus détecté l'électrovanne EVV1 est désactiver, les ventouses positionnent les pots sur le plateau rotatif.

► **Phase 2 : Remplissage des pots.**

- On a deux postes de dosage qui ont le même fonctionnement.
- Chaque poste contient deux doseurs volumiques.
- Chaque doseur contient deux chambres qui sont relié entre elle.
- La première chambre fonction avec un vérin2.1 pneumatique, la tige du vérin2.1 est reliée à une autre tige, son fonctionnement est relié au démarrage de la machine (pas d'électrovanne).
- La deuxième chambre est reliée à la trémie, elle fonction grâce à une tige qui a 2 bouchons, son fonctionnement est relié à l'activation de la phase.
- Initialement la tige du premier vérin2.1 (chambre1) est entrante et la tige de la chambre2 est positionner on haut (voir la figure II.6)
- Le bouchon1 ne permet pas la sortie du produit depuis le doseur.

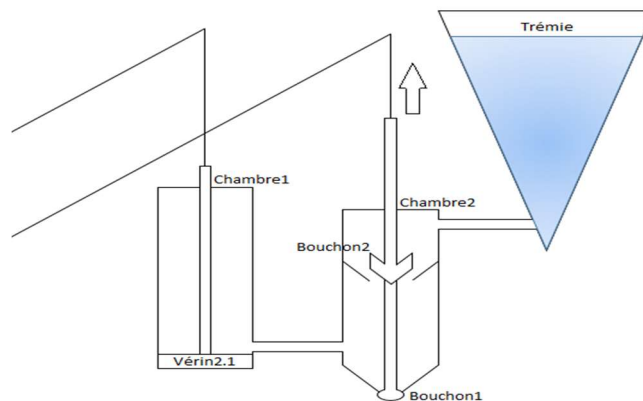


Figure II.6 : Etat initial du doseur.

- Avec la présence d'un deuxième vérin2.2 de blocage, on a la possibilité de bloqué et débloqué le fonctionnement de la deuxième chambre, ce qui empêche le dosage du produit dans les pots (voir la figure II.7).

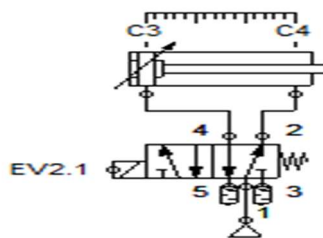


Figure II.7 : Vérin2.2.

- Si la tige du vérin2.2 est entrante le fonctionnement est bloqué, et la sortie de la tige implique le déblocage du fonctionnement.
- La phase de démarrage fait sortir la tige du vérin2.1, ce qui permet d'aspirer l'air depuis la chambre2 (voir la figure II.8).
- La chambre2 se remplit de produit depuis la trémie.

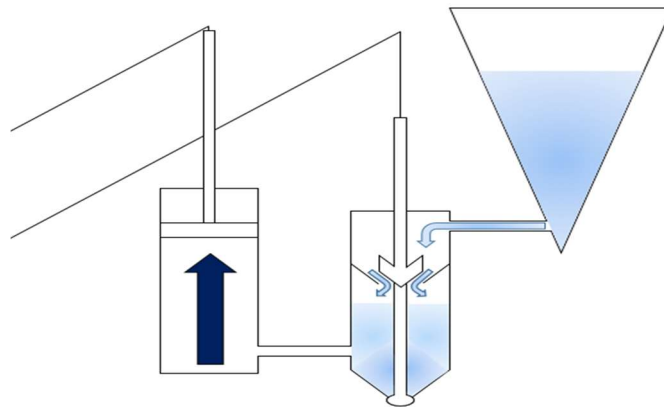


Figure II.8 : Remplissage du doseur.

- ✓ On active la phase avec l'activation2.
- ✓ Le niveau NM, le capteur c3 du vérin2.2 et les capteurs de présence des pots 1 et 2 sont détectés, ce qui active l'électrovanne EV2.1 qui fait sortir la tige du vérin2.2 (le fonctionnement est déblocé).
- ✓ La tige du vérin2.1 rentre et la tige de la chambre2 se positionne en bas (voire la figure II.9).
- le bouchon2 empêche l'entrée du produit depuis la trémie.
- L'entrée de la tige du vérin2.1 applique une pression d'air sur la deuxième chambre ce qui fait sortir le produit du doseur.

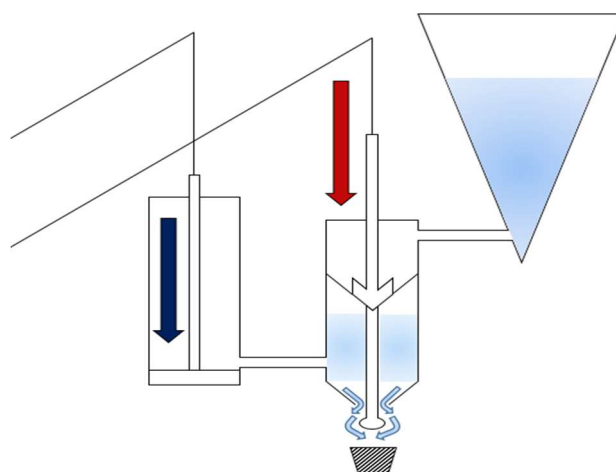


Figure II.9 : Dosage du produit dans les pots.

- ✓ Les supports remontent les pots (relier au démarrage de la machine).
- ✓ La tige de la chambre2 remonte (voir la figure II.10).

- ✓ Si le capteur c4 est détecté et les capteurs de présence de pots 1 et 2 ne sont plus détectés l'électrovanne EV2.1 est désactivée, la tige du vérin2.2 rentre (le fonctionnement est bloqué) ce qui empêche le dosage du produit.

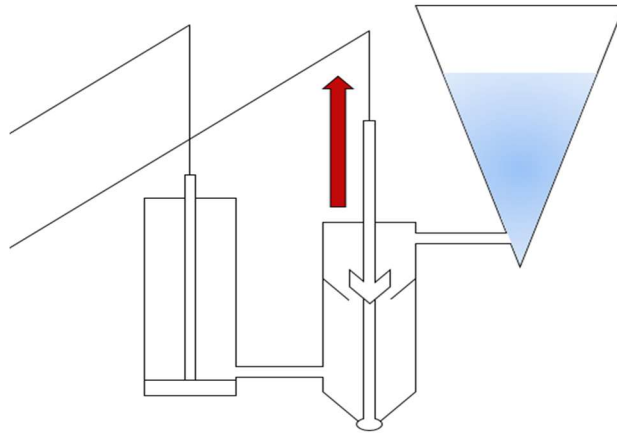


Figure II.10 : Retour du doseur à l'état initial.

- ✓ Remplissage de la trémie :
 - Après l'appui sur le bouton de remplissage la vanne de remplissage de la trémie s'ouvre.
 - le niveau 98% est atteint, le niveau NH est détecté la vanne se ferme.
 - Si le niveau 50% est atteint, le niveau NM est détecté ce qui enclenche une temporisation de 40 secondes avant d'ouvrir la vanne de remplissage.
 - Si le niveau 2% est atteint, le niveau NB est détecté, le système s'arrête.

► **Phase 3 : Pose des couvercles (opercule).**

- La pose des couvercles fonctionne grâce à un système mécanique dirigé par un vérin3.1.
- Le fonctionnement du vérin3.1 est relié au démarrage de la machine (pas d'électrovanne).
- La tige du vérin3.1 est reliée aux ventouses.
- Les ventouses circulent d'une manière rotative.
- Si la tige du vérin3.1 est entrante les ventouses sont positionnées en bas, si la tige du vérin3.1 est sortante les ventouses sont positionnées en haut.
- Initialement la tige du vérin3.1 est entrante.
- ✓ On active la phase avec l'activation3.
- ✓ La tige du vérin3.1 sort.

- ✓ La came3, les capteurs de présence de pots 1 et 2 et le capteur de présence des couvercles dans le magasin sont détectés, ce qui active l'électrovanne EVV2 qui permet l'aspiration des couvercles.
 - Les ventouses attrapent les couvercles.
- ✓ la tige du vérin3.1 rentre.
- ✓ La came3 n'est plus détecté ce qui désactive l'électrovanne EVV2, ainsi les ventouses relâchent les couvercles en les positionnent sur les pots.

► **Phase 4 : Scellement des pots.**

- Le post contient deux plaques chauffantes relier chaque une a un vérin (vérin4.1, vérin4.2), les deux vérins sont commander grâce à une seule électrovanne (voir la figure II.11).

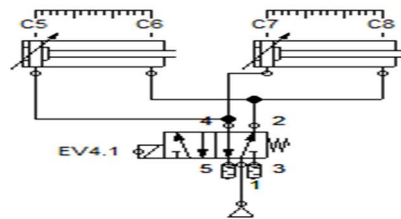


Figure II.11 : Vérin4.1 et vérin4.2.

- Les plaques de scellage sont chauffées grâce à des résistances.
- L'option de scellage qui est utilisé est le thermo-scellage.
- c'est une méthode de scellement qui est utilisée pour fermer hermétiquement les pots afin de préserver la fraîcheur du produit contenus à l'intérieur.
- elle crée un joint solide et étanche entre le couvercle et le bord du pot.
- ✓ On active la phase avec l'activation4.
- ✓ La came4, les capteurs de présence de pots 1 et 2 et les capteurs des vérins (vérin4.1, vérin4.2) c5 et c7 sont détectés, ce qui active l'électrovanne EV4.1 et fait sortir les tiges des vérins.
 - la couche de matériau d'étanchéité située sur le couvercle du pot fond.
- ✓ La came4 n'est plus détecté, les capteurs de fin de course des vérins c6 et c8 sont détectés, ce qui désactive l'électrovanne EV4.1 qui fait rentrer les tiges des vérins.
- ✓ Si le Capteur de température détecte une valeur supérieure à 255° ou inférieure à 245° la phase 1 (alimentation des pots) ne va pas être effectuée.

► **Phase 5 : Déchargement des pots.**

- Le fonctionnement de la phase est relié au démarrage de la machine.
- ✓ Les supports remontent les pots.
- ✓ L'éjecteur éjecte les pots du plateau rotatif sur un convoyeur de sortie.

► **Phase 6 : Étiquetage et codage.**

- ✓ Les pots sont étiquetés avec la date de fabrication et la date d'expiration.

- ❖ Représentation du nouveau cahier de charge sous forme d'un organigramme (voir la figure II.12).

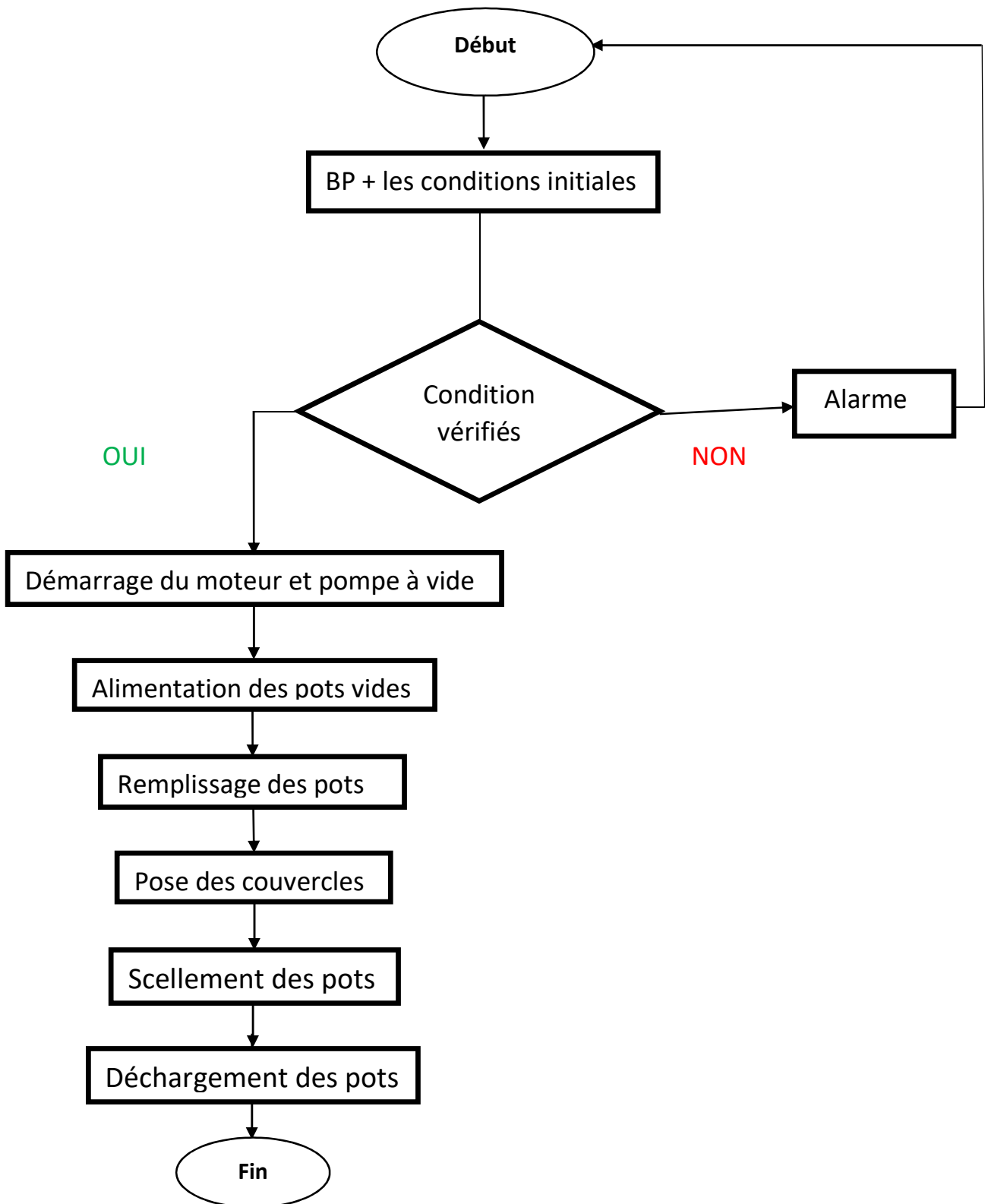


Figure II.12 : Organigramme du cycle de conditionnement.

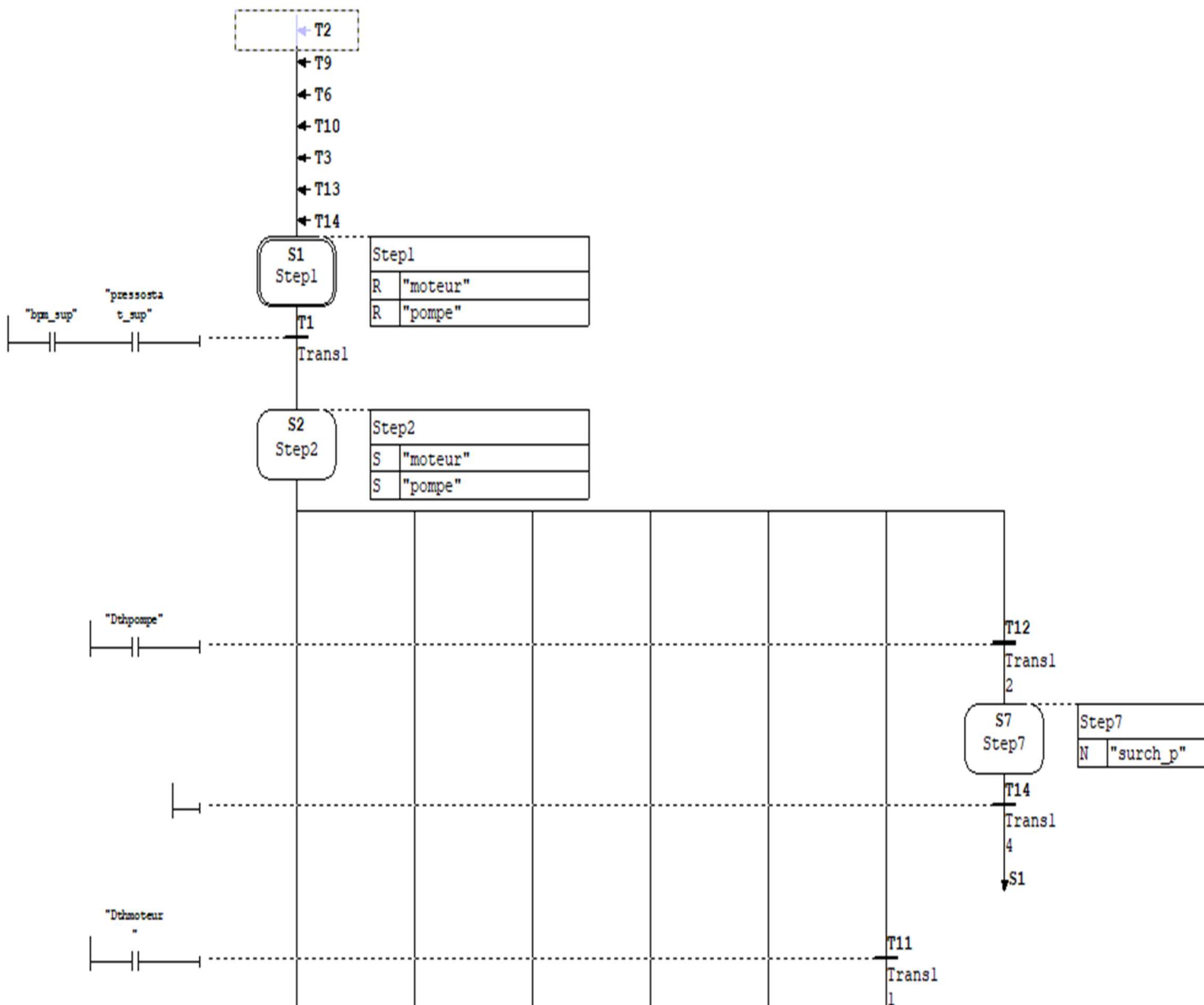
V. Modélisation de la machine :

D'après le cahier de charges, le grafcet principal à construire doit remplir les conditions suivantes :

- donner la possibilité d'effectuer toutes les étapes du conditionnement.
- Choix du mode (mode automatique ou manuelle).

L'étude profonde du système, que nous avons effectuée, nous a permis de développer le modèle grafcet du mode de marche automatique et manuel sécurisé de la machine (voire les figures ci-dessous).

- **Phase de démarrage et arrêt de la machine** : son fonctionnement est représenté dans le grafcet suivant, après l'appuie sur le bouton marche supervision, et le pressostat supervision détecte 5 bar le moteur et la pompe seront démarrer et la machine s'arrête si le disjoncteur thermique de moteur est détecté au de la pompe, si niveau bas de la trimé est détecté ...



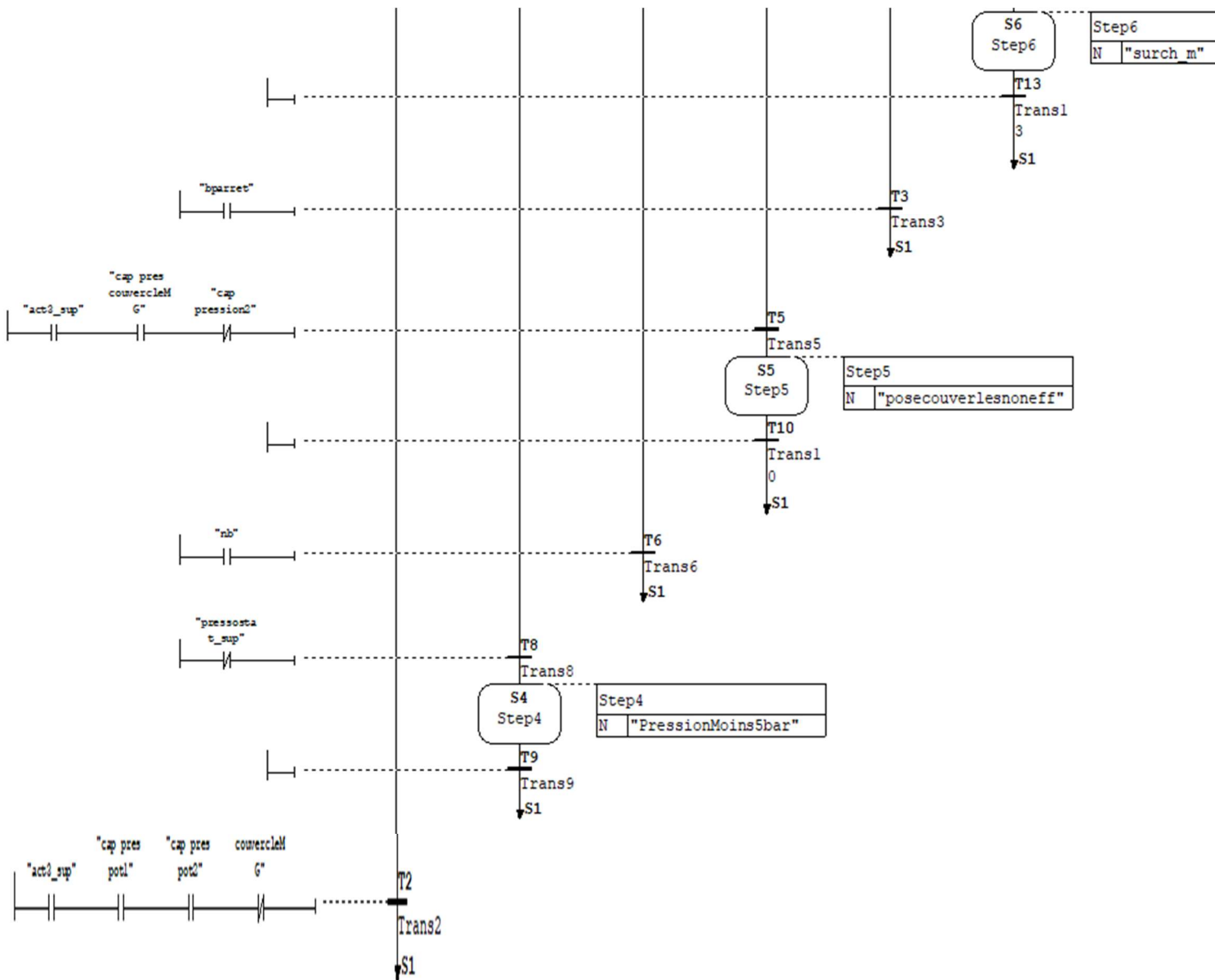


Figure II.13 : Phase de démarrage et d’arrêt de la machine.

- Phase d’alimentation des pots (vérin et ventouses) :** est effectuée comme suit : après l’appuie sur le bouton activation supervision et la came1 est détectée par le capteur inductif, le capteur c1 de vérins 1.1 et les capteurs de présence d’emballage sont détectés, l’électrovanne de vérins 1.1 doit s’activer et la tige de vérins sort.

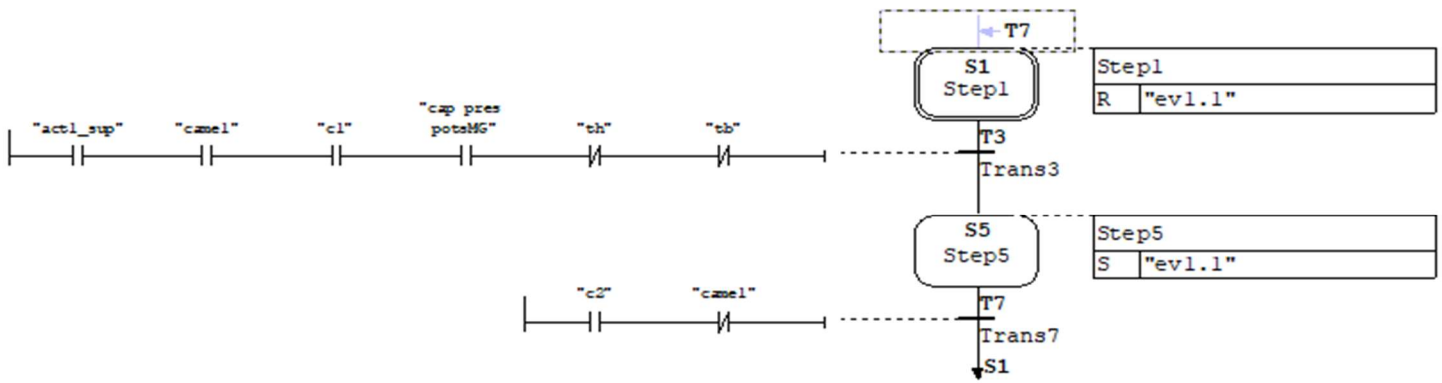


Figure II.14 : Phase d'alimentation des pots (vérin) {mode automatique}

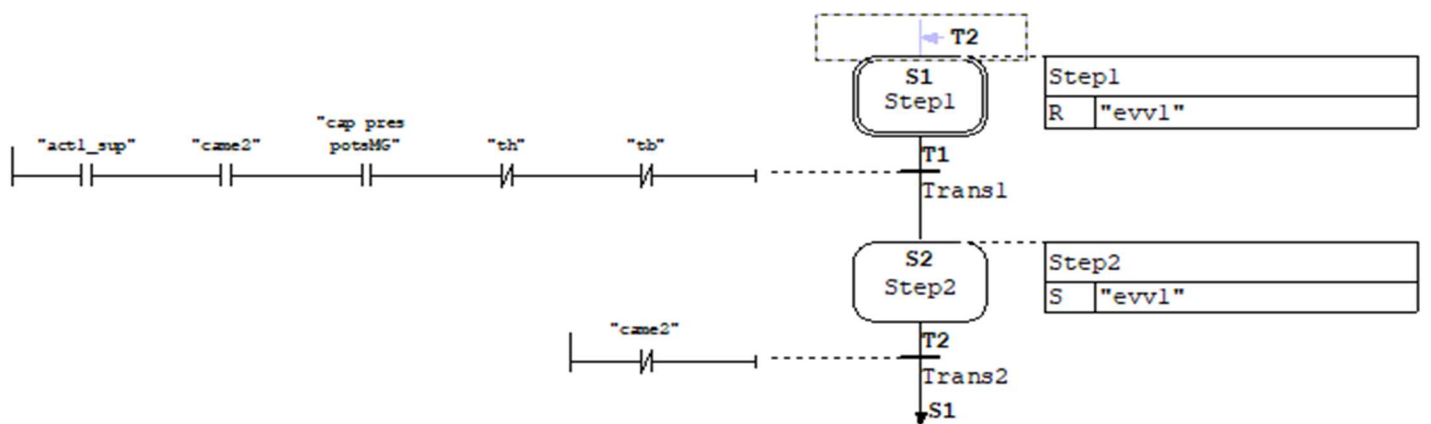


Figure II.15 : Phase d'alimentation des pots (ventouses) {mode automatique}.

- Phase de dosage :** Après l'appuie sur le bouton activation 2 supervision et, le capteur c1 de vérins 2.1 et les capteurs de présence des pots 1,2 et le niveau moyenne sont détecter ce qui active l'électrovanne de vérins 2.1 et si le capteur c4 de fin de course est détecter et le capteur des pots 1,2 ne sont pas détecter l'électrovanne de vérins ce désactive et la tige rentre

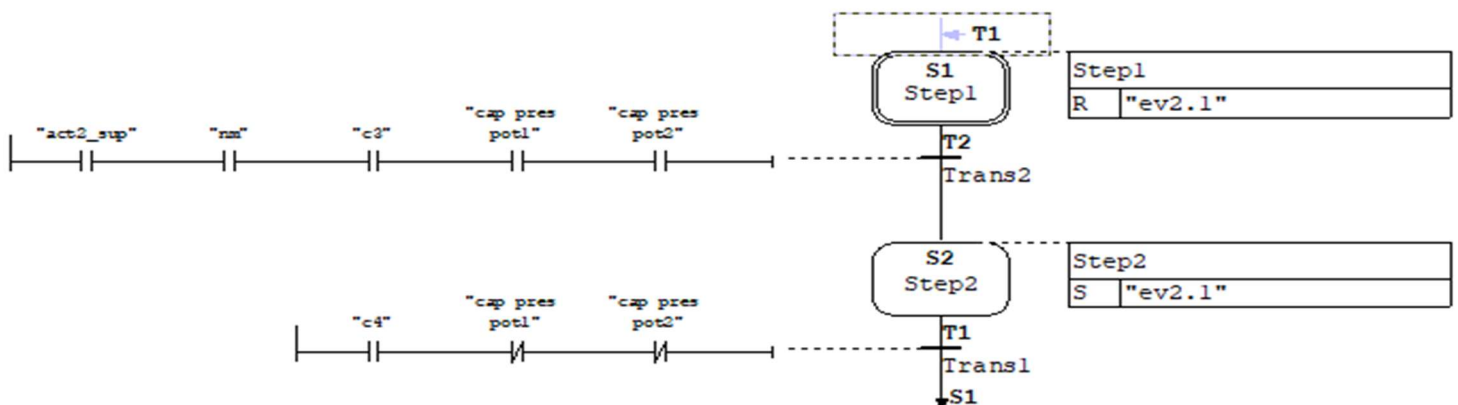


Figure II.16 : Phase de dosage {mode automatique}.

- Phase de la pose des couvercles** :fonctionne apres la verifecation des conditions suivantes : activation3, detection de la came 3, capteur de presence pots 1 et 2 et les couvercle dans le magasin.

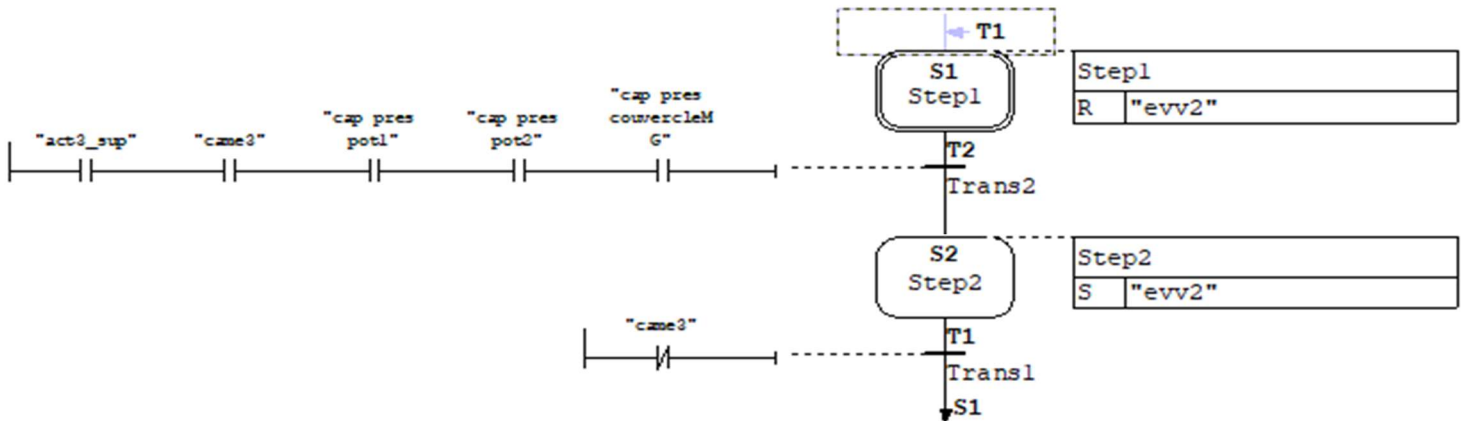


Figure II.17 : Phase de la pose des couvercles {mode automatique}.

- Phase de la pose des couvercles** : fonctionne après la vérification des conditions suivantes activation4, détection de la cam4, capteur de présence des pots 1 et 2 et les capteurs c5 c7. Si la came4 est désactiver et les capteurs c6 c8 sont détecter l'électrovanne de vérins 4.1 est désactiver

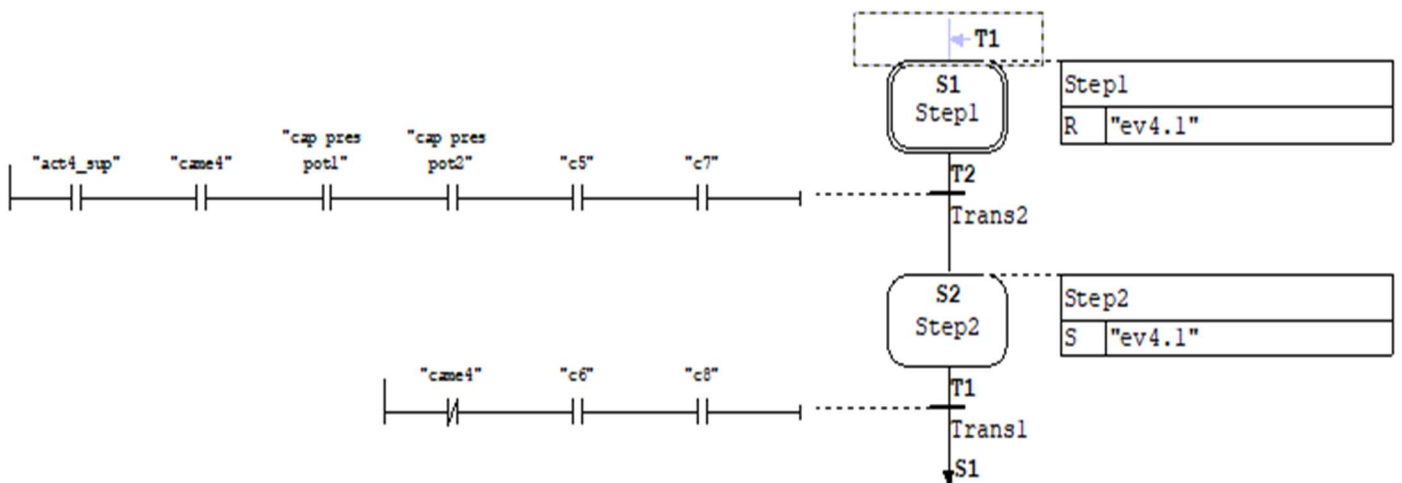


Figure II.18 : Phase de soudure {mode automatique}.

VI. Conclusion

Ce chapitre a présenté le GRAFCET qui est un outil puissant qui reflète la pensée de l'automaticien. En s'adaptant aux caractéristiques de notre système, nous avons construit les différents grafjets décrivant le fonctionnement de la procédure de conditionnement de fromage.

Le grafjet élaboré nous a servi à identifier les fonctions nécessaires au bon fonctionnement de la machine. Ainsi, il nous a facilité le passage de la description fonctionnelle à la modélisation. Ce qui nous permettra, par la suite, d'aborder la programmation de la partie opérative, qui pilotera le procédé. Ce qui sera l'objectif du chapitre suivant.

**CHAPITRE 03 : ELABORATION
D'UNE SOLUTION
PROGRAMMABLE AVEC
L'AUTOMATE S7-300.**

I. Introduction

Actuellement beaucoup d'utilisateurs se fient à l'utilisation des automates programmable industriels (API) qui offrent des différentes formes de conception, une construction décentralisée, une modularité, une intelligence artificielle distribuée ainsi qu'une haute performance sur un espace minimal.

Ce chapitre fera l'objet d'une description des automates, le programme de commande du système sera élaborer grâce au logiciel S7-PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP7.

II. Les APIs

Les Automates Programmables Industriels (API) sont nés à la fin des années 60, ils ont été créés car les ordinateurs de l'époque étaient coûteux et peu adaptés aux environnements industriels. Les API assurent diverses fonctions d'automatisation en contrôlant des pré-actionneurs et des actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. Aujourd'hui, des fabricants comme SIEMENS, ABB, TOSHIBA et OMRON produisent des API utilisés dans divers secteurs industriels et dans des chaînes de production, de la sécurité, etc. Ils existent sous forme compacte ou modulaire (voir la figure III.1). [7]



Figure III.1 : Exemple d'automate compact (gauche) et modulaire (droit).

Les automates modulaires se composent de modules séparés pour le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées-sorties, montés sur des racks avec un bus et des connecteurs. Ils sont utilisés dans des systèmes complexes nécessitant une grande puissance de traitement et flexibilité. Contrairement aux automates compacts, qui contrôlent des sorties en TOR et gèrent des fonctions de comptage et de traitement analogique, les automates modulaires peuvent effectuer de nombreuses fonctions supplémentaires grâce à des modules intelligents. Ces modules, souvent équipés de leur propre processeur, allègent la charge de l'unité centrale.

L'automate programmable présente une grande souplesse de mise en œuvre indépendante du procédé, facile à manipuler. Il est favorable aux traitements évolués tels que le calcul numérique et la régulation. La maintenance des systèmes simplifiés. Les API permettent d'ajuster la disponibilité du système au besoin.

Actuellement, la machine est programmée en logique câblée, cette dernière présente quelques problèmes, tels que :

- Son coût est élevé, les modifications ultérieures du circuit peuvent entraîner des coûts supplémentaires importants.
- Son manque de flexibilité, il est difficile de réutiliser des circuits câblés pour différentes applications.
- Son obsolescence, les technologies de circuits intégrés évoluent rapidement, rendant les circuits câblés rapidement obsolètes.
- Sa scalabilité limitée, la complexité du circuit câblé augmente rapidement avec la complexité de la fonction logique.

Conformément au cahier des charges établie pour notre système, et suivant l'exigence de l'entreprise, nous avons adapté l'API de la gamme SIMATIC S7-300 CPU 315- 2 PN/DP de siemens, qui répond parfaitement à cette flexibilité.

II.1. Présentation de la gamme SIMATIC de siemens

Siemens est le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. [8]

La gamme SIMATIC comporte cinq familles d'automate :

- **S7-200 :**

Est un micro automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu'à 7 modules. Et mises en réseau par l'interface multi point MPI ou PROFIBUS (voir la figure III.2).



Figure III.2: Automate S7-200.

- **S7-400 :**

Est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haute gamme de possibilité d'extension plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multi point MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIEL ETHERNET (voir la figure III.3).



Figure III.3: Automate S7-400.

- **S7-1200 :**

Les contrôleurs SIMATIC S7-1200 de Siemens constituent le choix intelligent pour les solutions d'automatisation compactes avec les options de communication étendues et des fonctions technologiques intégrées (voir la figure III.4).



Figure III.4 : Automate S7-1200.

- **S7-1500 :**

Ils sont utilisés pour tous les aspects de l'automatisation de la production et les applications pour les machines de taille moyenne et haut de gamme qui sont exigeantes en termes de performance, de communication, de flexibilité et de technologie (voir la figure III.5).



Figure III.5 : Automate S7-1500.

- **S7-300 :**

Ils représentent la solution optimale pour les tâches de commande, grâce à leur robustesse et à leur disponibilité sur le long terme. Ils se prêtent à tout le monde à une extension flexible avec des modules d'E/S, de fonction et de communication (voir la figure III.6)



Figure III.6 : Automate S7-300.

II.2. Présentation du S7-300

L'automate S7-300 est fabriqué par la firme SIEMENS. Il est constitué de différents modules tels que la CPU, l'alimentation et module E/S, qui lui permettent de répondre à toutes les exigences de l'automatisation. L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes : [9]

- _ Gamme diversifiée de CPU.
- _ Gamme complète de modules.

- _ Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- _ Bus de fond de panier intégré au module
- _ Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- _ Raccordement central de la console de programmation (PG ou PCSIMATIC) avec accès à tous les modules.
- _ Liberté de montage aux différents emplacements.
- _ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle.

L'automate programmable industriel S7-300 est composé de différents modules (voir la figure III.7).

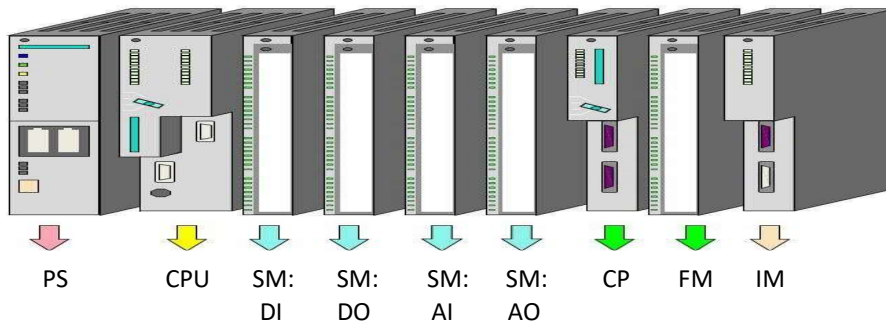


Figure III.7 : Constitution d'un automate S7-300.

II.3. Architecture d'un API S7-300

Les systèmes API sont principalement disponibles sous deux formes : en boîtier (non modulaire) qui ont des performances limitées avec un nombre d'entrées et sorties fixe entre 10 et 30 E/S ; ou bien modulaire/rack qui sont très utiles (voir la figure III.8), ils sont constitués de plusieurs modules séparés qui sont :

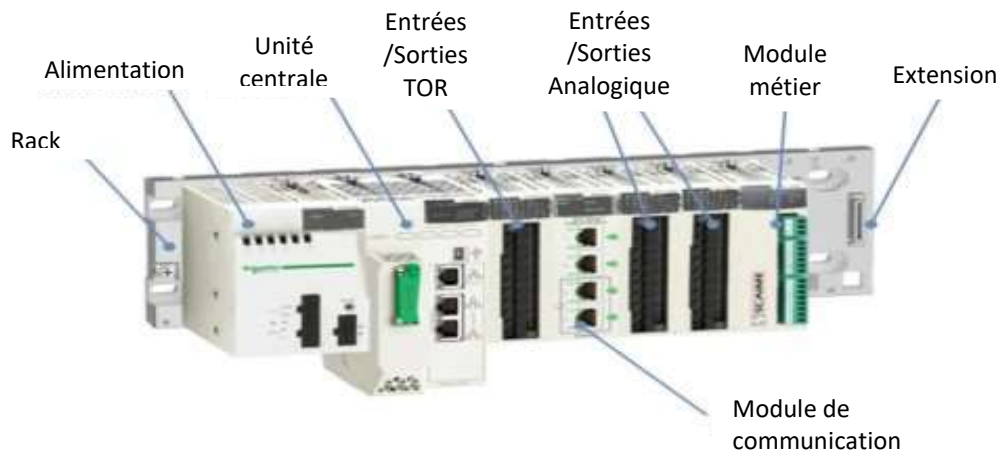


Figure III.8 : Modules d'un API S7-300.

❖ **Le rack:**

Le rack est la structure physique où les modules d'entrées/sorties et éventuellement d'autres composants sont montés et connectés pour permettre le contrôle et la communication.

❖ **Module d'alimentation (PS) :** (voir la figure III.9)

Le module d'alimentation (power supply), il converti la tension d'entrée alternative (220V) du secteur en une tension continue (24V, 48V ...)



Figure III.9 : Module d'alimentation.

❖ **Unité centrale de traitement (CPU) :** (voir la figure III.10)

A base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétique, et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation, ...) elle est constituée de :

- Processeur : Le processeur est le cerveau de l'UC (unité centrale c'est l'ensemble fonctionnel chargé d'assurer le contrôle de la machine et d'effectuer les instructions du programme).
- Registre : Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres.

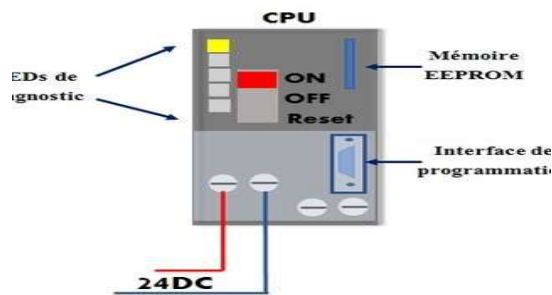


Figure III.10 : Module CPU d'un API.

❖ **Mémoires :**

Elles permettent de stocker le système d'exploitation des secteurs du système qui sont la terminale de programmation (PS ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme. Elle reçoit également des informations en provenance des capteurs. Il existe dans les automates deux types de mémoire qui remplissent des fonctions différentes sont :

-**La ROM** : c'est une mémoire morte où le programme est stocké. Elle est figée, seule la lecture est possible.

-**La RAM** : c'est une mémoire vive de travail utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement. Elle fait partie de système entrées-sorties. Elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate.

❖ **Interface d'entrées/sorties :**

- Interface d'entrée : elle permet de recevoir les informations du SAP (système automatisé de production).
- Interface de sortie : elle permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du SAP.

❖ **Entrées-sorties TOR :**

Modules d'entrées/sortie digitale (tout ou rien), il existe en version 8, 16, 32 ou 64 E/S. Il existe avec des variantes de tensions, ou de courant admissibles.

❖ **Entrées-sorties analogiques :**

Les modules d'entrées-sorties analogiques réalisent les conversions A/N et N/A, avec une résolution allant jusqu'à 16 bits. Nous avons plusieurs gammes de tension/courant disponibles, les plus utilisés étant le 0-10V et le 4-20mA.

❖ **Modules de communication :**

Des modules de communication peuvent être utilisés pour augmenter le nombre de ports de communication du processeur ou utiliser d'autres protocoles de communications.

❖ **Module métier :**

Les fabricants proposent des modules pour une utilisation plus spécifique ; comme le commande d'axe permettant d'assurer le positionnement avec précision d'élément mécanique selon un ou plusieurs axes, le comptage rapide permettant d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate ; la mesure de température...

❖ **Extensions :**

Il est possible d'étendre son rack par un autre rack, des entrées/sorties déportées par un bus de communication, ou un autre automate esclave.

II.4. Automate S7-300 CPU 315 - 2 PN/DP

L'automate S7-300 CPU 315 - 2 PN/DP SIMATIC de Siemens est un API conçu pour les applications de contrôle et d'automatisation exigeantes. Il offre une combinaison puissante de performances, de flexibilité et de connectivité, ce qui le rend idéal pour une large gamme d'industries (voir la figure III.11).



Figure III.11 : Automate S7-300 CPU 315- 2 PN/DP.

❖ Caractéristiques principales :

- **Processeur puissant:** Il est doté d'un processeur puissant qui lui permet d'exécuter des programmes complexes rapidement et efficacement.
- **Mémoire importante:** Il dispose de 384 Ko de mémoire de travail, ce qui lui permet de stocker de grands programmes et de gérer de nombreuses données.
- **Deux interfaces de communication:** L'automate dispose de deux interfaces de communication:
 - Une interface MPI/DP 12 Mbit/s pour la connexion aux périphériques PROFIBUS DP.
 - Une interface Ethernet PROFINET avec un commutateur à 2 ports pour la connexion aux périphériques PROFINET et la communication TCP/IP.
- **Fonctions intégrées:** Il dispose de nombreuses fonctions intégrées, telles que la gestion des entrées/sorties (E/S), le comptage, la temporisation et la communication série.
- **Langages de programmation:** Il peut être programmé avec une variété de langages de programmation Siemens, en utilisant les logiciels STEP 7 et TIA Portal.

III. Logiciel de programmation SIMATIC STEP7

L'évolution rapide de la technique d'automatisation a donné naissance à une multitude de langage de programmation. STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC (voir la figure III.12). [10]



Figure III.12 : Logiciel de programmation SIMATIC STEP7.

Il offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- ❖ Configuration et paramétrage du matériel ;
- ❖ La création des programmes ;
- ❖ Tests mise en service et maintenance de l'installation d'automatisation ;
- ❖ Fonctions de diagnostic et d'exploitation lors des perturbations dans l'installation.

Le programme peut être représenté et programmé en trois modes différents :

- **Logigramme « LOG »** : Le logigramme est un langage graphique qui utilise les opérateurs de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes comme les fonctions mathématiques peuvent être représentées directement combinées avec des portes logiques.
- **Liste d'instruction « LIST »** : La liste l'instruction est un langage de programmation textuel proche à la machine. Les instructions correspondantes dans une large mesure, aux étapes par les qu'elle la CPU traite le programme.
- **Schéma à contacts « CONT »** : C'est un langage de programmation graphique, la syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. Ce langage permet à suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentations en passant par les contacts.

Le logiciel STEP 7, dans ces différents langages de programmation, dispose de deux types de blocs :

➤ **Les blocs utilisateur :**

- **Blocs d'organisation(OB) :**

Ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation, il constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB1 contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

- **Fonctions :**

Elle contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code, elle peut être utilisée pour :

-Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).

-Exécute une fonction technologique.

Ces données sont perdues après exécutions de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour sauvegarde de données.

- **Bloc fonctionnel (FB) :**

Il contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code, il facilite la programmation de fonction complexe.

- **Bloc de données (BD) :**

Les DB sont des zones de données dans les qu'elles on enregistre les données utilisateur.

➤ **Les blocs système :**

Ce sont des blocs intégrés dans le système d'exploitation de la CPU, ils s'agissent des blocs suivants :

- **Blocs fonctionnels système (FSB).**
- **Fonctions système (SFC).**
- **Données système (SDB).**

Après l'élaboration du programme de commande du système à automatiser, l'étape de validation de celui-ci est importante. Elle consiste à valider le programme développé par simulation et vérification de son bon fonctionnement. Cette dernière est réalisée grâce au logiciel S7-PLCSIM, qui est un logiciel optionnel de STEP7. Son objectif est de tester les programmes STEP7 avant d'établir la liaison avec le système à commander.

IV. Mise en route du logiciel S7-PLCSIM pour notre système

IV.1. Création du projet

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet dans lequel les données et le programme utilisateur à créer seront structurés.

La manière la plus simple pour créer un nouveau projet est d'avoir recours à l'assistant 'Nouveau projet' (voir la figure III.13). Pour l'appeler on choisit la commande <Fichier> Assistant 'Nouveau projet'.

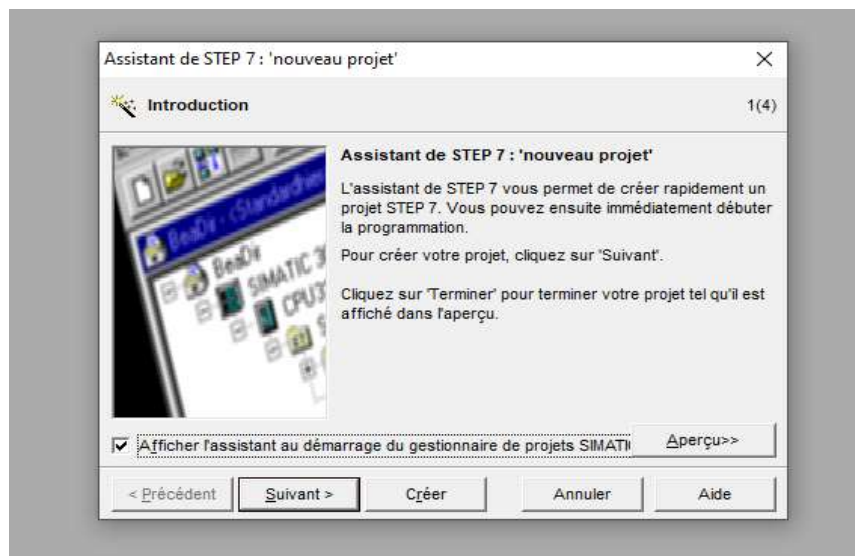


Figure III.13 : Fenêtre de création d'un nouveau projet.

L'étape suivante est sur le choix de la CPU. Pour la nôtre nous avons choisi la CPU 315-2PN/DP (voir la figure III.14).

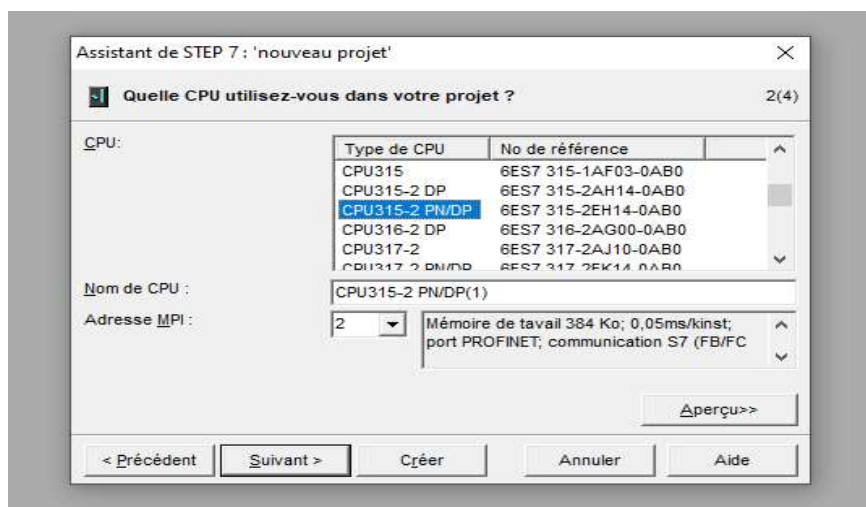


Figure III.14 : Choix de la CPU.

Par la suite, vient l'étape du choix de la structure du programme, en d'autres termes le choix des blocs, et le choix du langage de programmation. Pour notre projet, nous avons choisi L'OB1 (cycle d'exécution) et le langage à contact (voir la figure III.15).

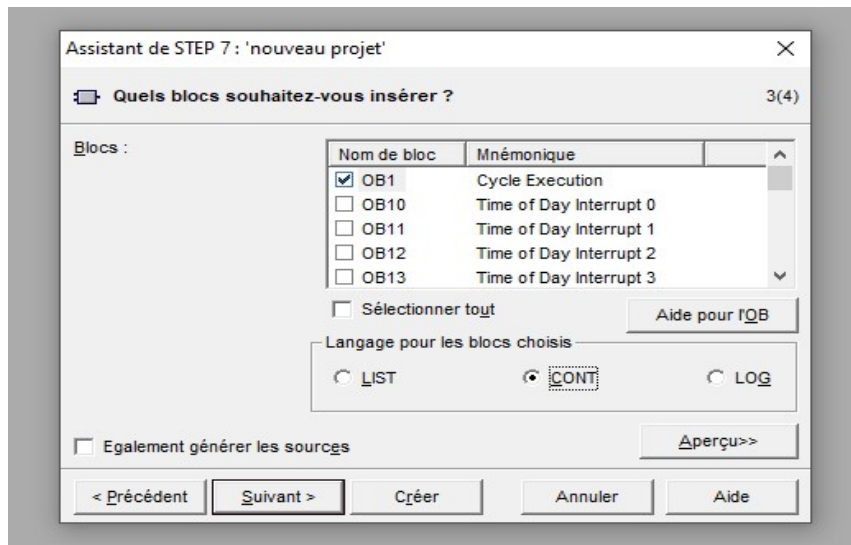


Figure III.15 : Sélection des blocs et langage de programmation.

Par la suite on insère le nom du projet (voir la figure III.16).

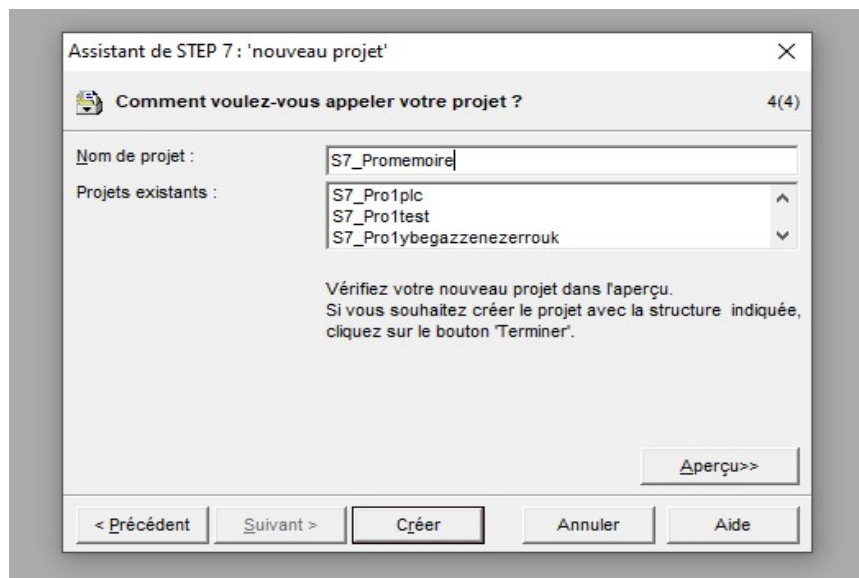


Figure III.16 : Insérer le nom de projet.

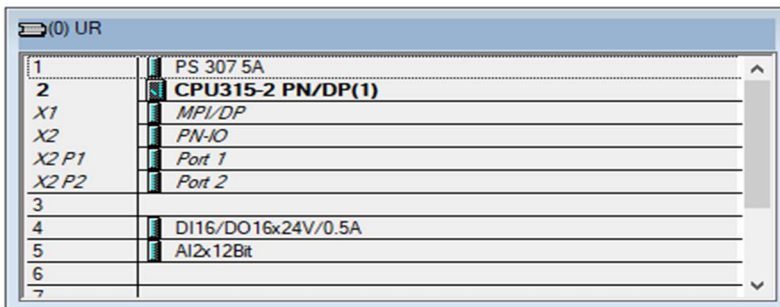
IV.2. Configuration matérielle

Elle consiste à l'organisation suivie pour la disposition des châssis (racks), de modules et d'appareils de la périphérie centralisée. C'est l'architecture interne de la boîte de commande (automate).

Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut afficher un nombre bien défini de modules comme dans l'état réel. Ce choix est justifié par rapport au nombre d'entrées / sorties que possède la machine.

Pour notre système, un clic sur la station SIMATIC S7-300 puis sur matériel, nous a permis de choisir la configuration adéquate à notre installation (voir la figure III.17) :

- **Le module PS-307 5A** : module d'alimentation correspondant dans la liste à l'emplacement n°1 dans le RACK.
- **CPU 315-2PN/DP** : elle est sélectionnée et insérée à l'emplacement n°2, à partir du catalogue CPU-300.
- **Modules de signaux (SM)** : A partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter des modules de signaux (SM).
- **Un module SM ETOR STOR** : DI 16 /DO16X24V/0.5A.
- **Un module d'entrées analogiques** : AI2 X 12 Bit.



Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adresse de sortie
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA01-0AA0				
2	CPU315-2 PN/DP(1)	6ES7 315-2EH14-0AB0	V3.1	2		
X1	MPI/DP			2	2047*	
X2	PN-IO				2046*	
X2 P1	Port 1				2045*	
X2 P2	Port 2				2044*	
3						
4	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			0...1	0...1
5	AI2x12Bit	6ES7 331-7KB00-0AB0			272...275	
6						

Figure III.17 : Fenêtre de configuration de notre automate.

IV.3. Définition de la table des mnémoniques

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. La table des mnémoniques rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler (voir la figure III.18).

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		A1	E 0.2	BOOL	
2		A1S	M 1.0	BOOL	
3		A2	E 0.3	BOOL	
4		A2S	M 1.1	BOOL	
5		A3	E 0.4	BOOL	
6		A3S	M 1.2	BOOL	
7		A4	E 0.5	BOOL	
8		A4S	M 1.3	BOOL	
9		ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Related Messages
10		ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowledgment
11		Alarme_systeme	MW 2	WORD	
12		AR	M 2.7	BOOL	
13		AUTO	M 1.6	BOOL	
14		BA	E 0.1	BOOL	
15		BAS	M 4.0	BOOL	
16		BM	E 0.0	BOOL	
17		BMS	M 4.4	BOOL	
18		BR	E 2.2	BOOL	
19		BRS	M 1.4	BOOL	
20		C1	E 0.6	BOOL	
21		C2	E 0.7	BOOL	
22		C3	E 1.0	BOOL	
23		C4	E 1.1	BOOL	
24		C5	E 1.2	BOOL	
25		C6	E 1.3	BOOL	
26		C7	E 1.4	BOOL	
27		C8	E 1.5	BOOL	
28		CM1	E 1.6	BOOL	
29		CM2	E 1.7	BOOL	
30		CM3	E 2.0	BOOL	
31		CM4	E 2.1	BOOL	
32		CMG	E 2.7	BOOL	
33		CPC	E 3.3	BOOL	
34		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
35		Dth_M	E 3.5	BOOL	
36		Dth_P	E 3.6	BOOL	
37		ES_ev1.1	M 1.7	BOOL	
38		ES_ev2.1	M 2.0	BOOL	
39		ES_ev4.1	M 2.1	BOOL	
40		ES_evv1	M 2.2	BOOL	
41		ES_evv2	M 2.3	BOOL	
42		ES_M	M 4.2	BOOL	
43		ES_P	M 4.3	BOOL	
44		ES_V	M 2.4	BOOL	
45		EV1.1	A 0.2	BOOL	
46		EV2.1	A 0.3	BOOL	
47		EV4.1	A 0.4	BOOL	
48		EVV1	A 0.5	BOOL	
49		EVV2	A 0.6	BOOL	
50		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
51		M	A 0.0	BOOL	
52		MAN	M 1.5	BOOL	
53		NB	M 0.0	BOOL	
54		NB_D	M 3.3	BOOL	
55		NH	M 0.2	BOOL	
56		NIV	MD 10	REAL	
57		NM	M 0.1	BOOL	
58		P	A 0.1	BOOL	
59		PA	E 2.5	BOOL	
60		PAS	M 4.5	BOOL	
61		PC_NE	M 3.2	BOOL	
62		PCM	M 3.1	BOOL	
63		PIS	M 3.0	BOOL	
64		PMG	E 3.4	BOOL	
65		PP1	E 3.0	BOOL	
66		PP2	E 3.1	BOOL	
67		PPM	M 3.6	BOOL	
68		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
69		SM	M 3.7	BOOL	
70		SP	M 2.5	BOOL	
71		T	MD 18	REAL	
72		TB	M 0.3	BOOL	
73		TB_D	M 3.5	BOOL	
74		TH	M 0.4	BOOL	
75		TH_D	M 3.4	BOOL	
76		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
77		TM	M 4.1	BOOL	
78		V	A 0.7	BOOL	
79		WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer

Figure III.18 : Tableau des mnémoniques.

Une fois toutes les entrées/sorties sont déclarées, il faut enregistrer, puis passer à la programmation.

IV.4. Création du programme

Afin de réaliser un programme sous STEP7, nous devons choisir la manière de structurer le programme afin de faciliter son traitement par la CPU. Il existe deux types de structuration de programme :

- **Linéaire** : La CPU exécute le cycle en appelant le bloc OB1 dans le programme principal, une fois par boucle. Ce type de traitement est requis lors de la commande de procédés simples exigeant des programmes de taille et de complexité réduite.
- **Structuré** : Dans le cas d'un procédé complexe possédant plusieurs fonctions, il est recommandé de partager le programme en fonctions principales que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FB, FC, DB), pour simplifier l'organisation et le test du programme.

La figure III.19 représente la structure du programme que nous avons développé, qui est constitué d'un bloc OB1, de 12 blocs FB et DB et de 6 blocs FC.

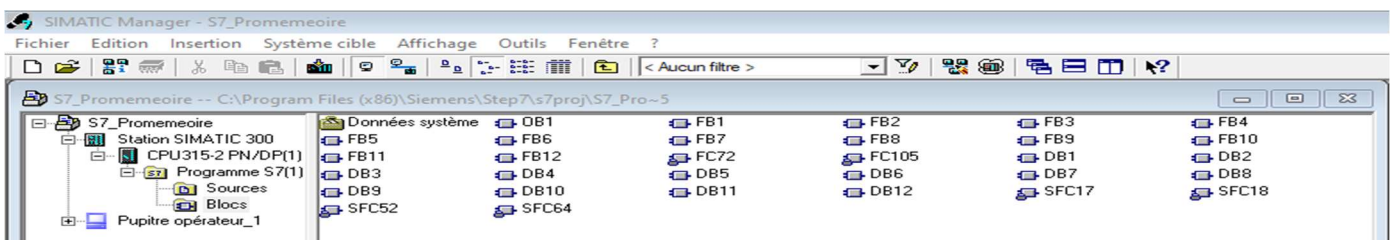


Figure III.19 : Structure des blocs.

IV.5. Tests et validation

Une fois que toutes les étapes de notre système ont été décrites à l'aide des réseaux, nous passons à la simulation du programme à l'aide du simulateur S7-PLCSIM.

Pour ce faire, nous cliquons sur l'icône qui permet d'activer/désactiver la simulation (voir la figure III.20).



Figure III.20 : Simulateur S7-PLCSIM.

V. Conclusion

Après avoir présenté le nouveau cahier des charges de la machine dans le chapitre précédent, nous avons pu tester notre programme à l'aide de logiciel SIMATIC Manager STEP7. Ce dernier nous a permis d'implanter un automate virtuel. Ainsi de faire toute les configurations de tous les matériaux pour avoir le bon fonctionnement de ce petit cerveau.

Dans le chapitre suivant nous proposeront une plateforme de supervision qui facilitera le contact entre la machine et l'opérateur.

**CHAPITRE 04 : PLATEFORME DE
SUPERVISION SUR WINCC
FLEXIBLE.**

I. Introduction

Dans ce chapitre nous allons réaliser une plateforme de supervision à l'aide du logiciel WinCC flexible 2008. On élaborera une interface d'interaction Homme/Machine, flexible et lisible pour un simple operateur.

II. La supervision

II.1. Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle désigne généralement le processus de contrôle, de suivi et de gestion d'un système ou d'une opération. Dans le contexte informatique et industriel, la supervision fait référence à la surveillance et au contrôle des processus automatisés par le biais de technologies informatiques. [11]

II.2. Constitution d'un système de supervision

Un système de supervision implique généralement la présence d'un moteur central (logiciel) auquel sont reliées les données issues des équipements (automates). Ce moteur central est responsable de l'affichage, du traitement et de l'archivage des données, ainsi que de la communication avec d'autres périphériques (voir la figure I.1). [12]

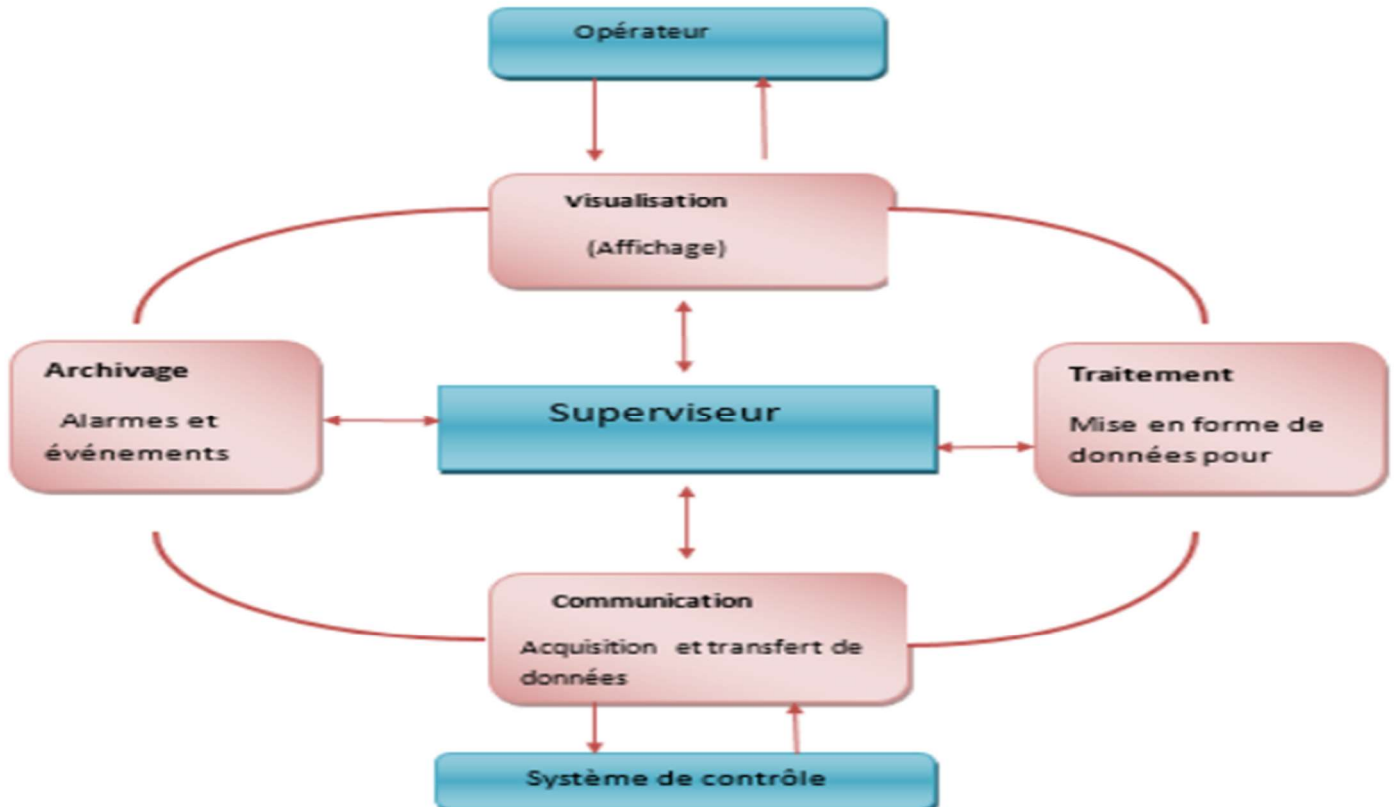


Figure IV.1. : Structure d'un système de supervision.

II.3. Rôle de la supervision

Le rôle de la supervision dans un système de production est crucial pour assister les opérateurs dans la conduite efficace des processus. Voici comment le système de supervision contribue à optimiser les opérations :

- Surveillance à distance des procédés industriels.
- Assistance à l'opérateur pour le diagnostic et la maintenance.
- Simulation des programmes avant leur exécution.

II.4. Avantages de la supervision

La supervision offre de nombreux avantages qui contribuent à améliorer les performances et l'efficacité des processus industriels. Voici quelques-uns de ces avantages :

- **Contrôle de la disponibilité des services/fonctions** : La supervision permet de surveiller en temps réel la disponibilité des services et des fonctions critiques.
- **Contrôle de l'utilisation des ressources** : La supervision aide à optimiser l'efficacité et à réduire les gaspillages. Elle permet d'identifier les opportunités d'amélioration et d'optimisation des processus.
- **Vérification de l'adéquation des ressources (dynamique)** : La supervision permet d'ajuster rapidement les capacités et de maintenir un équilibre optimal entre l'offre et la demande.
- **Détection et localisation des défauts** : La supervision permet d'intervenir rapidement pour corriger les problèmes et éviter les perturbations.
- **Diagnostic des pannes** : La supervision permet aux équipes de maintenance d'identifier rapidement la cause des pannes et de prendre des mesures correctives appropriées.
- **Prévention des pannes/défauts/débordements** : la supervision permet d'éviter les interruptions de production et de maintenir la qualité des produits.
- **Prévision des évolutions** : La supervision permet de prévoir les évolutions futures et d'anticiper les besoins en termes de capacité, de ressources et de technologies.
- **Suivi des variables** : La supervision assure un suivi continu des variables clés telles que la température, le niveau, etc. Cela permet de maintenir des conditions de fonctionnement optimales et de détecter toute déviation par rapport aux normes établies.

III. Présentation du logiciel de supervision WinCC flexible

WinCC flexible, est un logiciel partagé dans l'environnement STEP7. C'est le logiciel SIMATIC interface homme machine (IHM), c'est-à-dire- une interface entre l'homme –utilisateur- et le processus. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision. WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. [13]

III.1. Avantages

WinCC flexible présente de nombreux avantages, notamment :

- **Flexibilité:** c'est une solution flexible qui peut être adaptée à une large gamme d'applications.
- **Évolutivité:** c'est une solution évolutive qui peut être étendue pour répondre aux besoins croissants des installations.
- **Facilité d'utilisation:** c'est un logiciel facile à utiliser et à apprendre.
- **Fiabilité:** c'est un logiciel fiable et robuste.
- **Support:** Siemens offre un support complet pour WinCC flexible.

III.2. Fonctionnalités

WinCC flexible offre un large éventail de fonctionnalités, notamment :

- **Création d'IHM:** il permet de créer des IHM graphiques intuitives et faciles à utiliser.
- **Supervision:** il permet de surveiller les données de processus en temps réel.
- **Contrôle:** il permet de contrôler les machines et les installations à partir de l'IHM.
- **Alarmes :** il permet de gérer les alarmes et les événements.
- **Historiens:** il permet d'enregistrer et de visualiser les données historiques.
- **Communication:** il peut communiquer avec une large gamme de périphériques, tels que les automates programmables (PLC), les variateurs de vitesse et les instruments de mesure.

III.3. Éléments WinCC Flexible

❖ Système d'Ingénierie WinCC Flexible:

Ce système est l'environnement de développement où les utilisateurs conçoivent, configurent et programment leurs interfaces homme-machine (IHM). C'est là que les utilisateurs créent les écrans, définissent les tags, élaborent la logique de contrôle et configurent les communications avec les équipements industriels.

❖ Runtime WinCC Flexible:

Le Runtime WinCC Flexible est l'environnement d'exécution où les projets IHM créés dans le système d'ingénierie sont déployés et fonctionnent sur les appareils cibles. Il assure la visualisation en temps réel des données de processus, la gestion des alarmes, et l'interaction avec l'opérateur sur le terrain.

IV. WinCC Flexible et SIMATIC Step7

IV.1. Intégration de WinCC Flexible dans Step 7

L'intégration du projet WinCC à step7 est une bonne solution, en passant au traitement du projet via l'interface homme-machine.

WinCC flexible s'intègre parfaitement au logiciel de configuration SIMATIC STEP7, cela nous permet de choisir des mnémoniques et blocs de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans WinCC flexible, on économise non ainsi en temps, et on évite des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

IV.2. Avantages de l'intégration au Step7

Lors de la configuration intégrée, nous avons accès aux données de configuration que nous avons créées lors de la configuration de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants :

- Nous pouvons utiliser 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.
- Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, on peut accéder sous WinCC flexible, directement, aux mnémoniques de STEP 7. On Sélectionne, simplement, sous WinCC flexible le mnémonique STEP 7 auquel on veut affecter une variable. Les modifications de mnémonique sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.

- Il nous suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP7, pour pouvoir les utiliser sous STEP7 et sous WinCC flexible.
- Nous pouvons créer un projet WinCC flexible, sans intégration, dans STEP7 et intégrer ce projet ultérieurement dans STEP7.
- Dans un multi projet STEP7, nous pouvons configurer des liaisons de communication sur plusieurs projets.
- Les alarmes configurées sous STEP 7 sont prises en charge sous WinCC flexible et peuvent être affichées sur le pupitre opérateur.

IV.3. Liaison Step7/WinCC

Au lancement de WINCC, on enregistre le projet, puis on l'intègre au projet de programmation conçu dans 'SIMATIC STEP7' afin d'introduire les variables manipulées. Par la suite, on définit la liaison entre le pupitre et l'automate. La communication entre l'automate S7-300 CPU 315- 2 PN/DP et l'écran de supervision «MP 270 10 "Touch » se fait soit via profibus ou profinet (voir la figure IV.2).

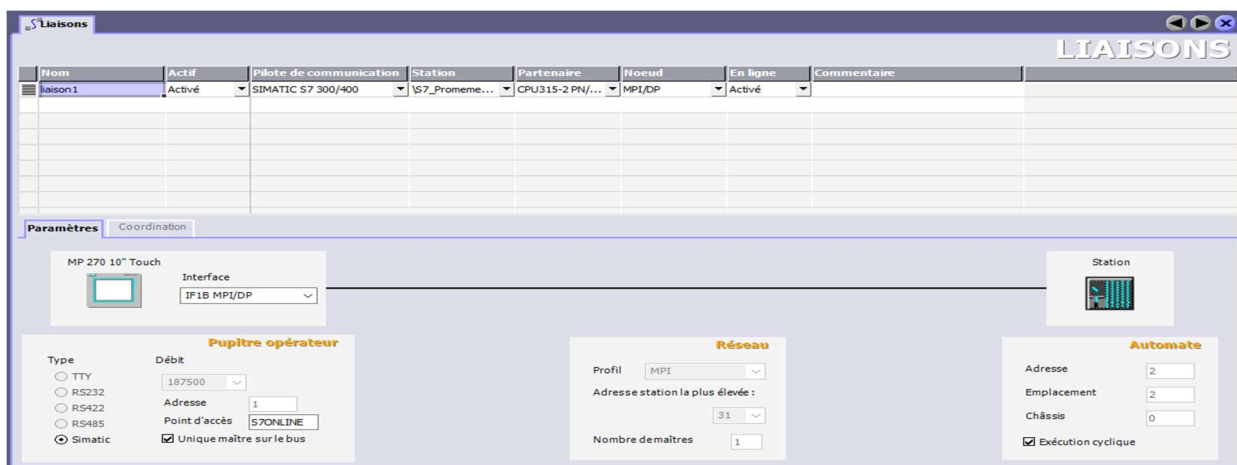


Figure IV.2 : liaison Step7/WinCC.

IV.4. Création d'un projet sous WinCC Flexible 2008

Pour la première utilisation du logiciel on démarre WinCC flexible, en cliquant deux fois sur l'icône SIMATIC WinCC flexible 2008 soit par l'icône placée sur le bureau de l'ordinateur de configuration, soit par le menu démarrer de Windows (voir la figure IV.3).



Figure IV.3 : Icône de SMATIC WinCC.

Une fenêtre WinCC Flexible Advanced s’ouvre afin de vous permettre de spécifier le type d’action que vous désirez accomplir, valider un cliquer sur (créer un projet avec l’assistant projet) (voir figure IV.4).

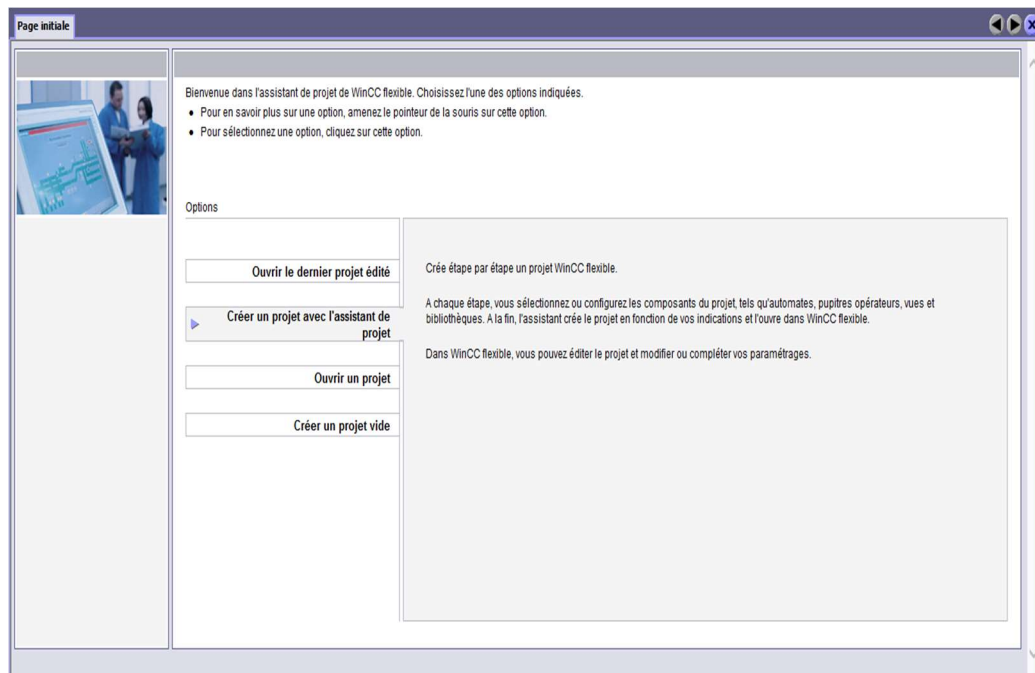


Figure IV.4 : Plateforme du logiciel WinCC flexible.

Une fenêtre de sélection du type de pupitre s’ouvre pour nous permettre de choisir un pupitre adéquat à notre application (voir figure IV.5)

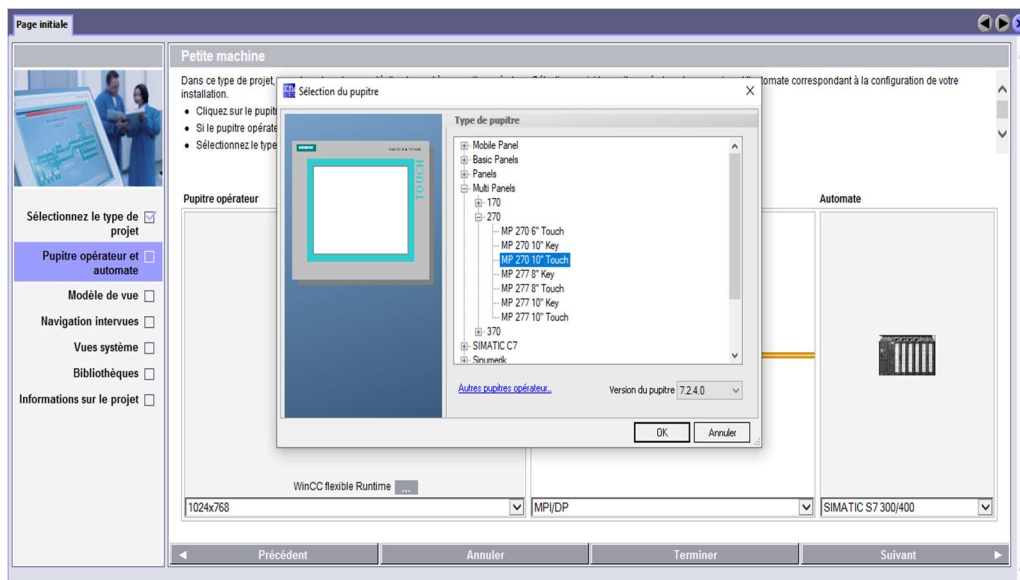


Figure IV.5 : Choix de pupitre.

Après validation du type du pupitre l’espace de travail WinCC Flexible Advanced projet-HMI s’ouvre (voir la figure IV.6).

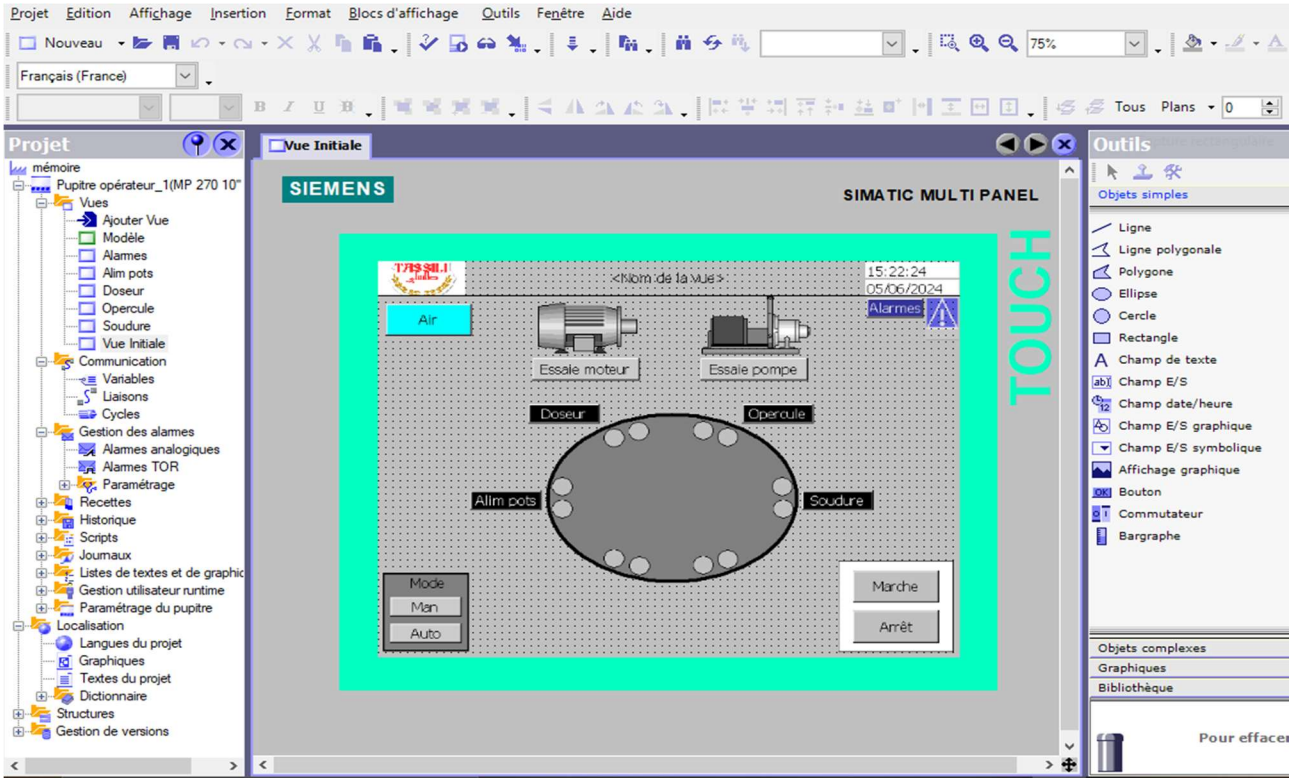


Figure IV.6 : Espace de travail.

L'espace de travail de WinCC flexible nous offre tous les outils nécessaires à la présentation de notre système.

IV.5. La machine de conditionnement sous WinCC flexible

- **Vue initiale** : sur cette vue on peut faire marcher et arrête la machine, de plus on peut sélectionner le mode manuel ou automatique, et on peut effectuer des essais sur le moteur et la pompe.

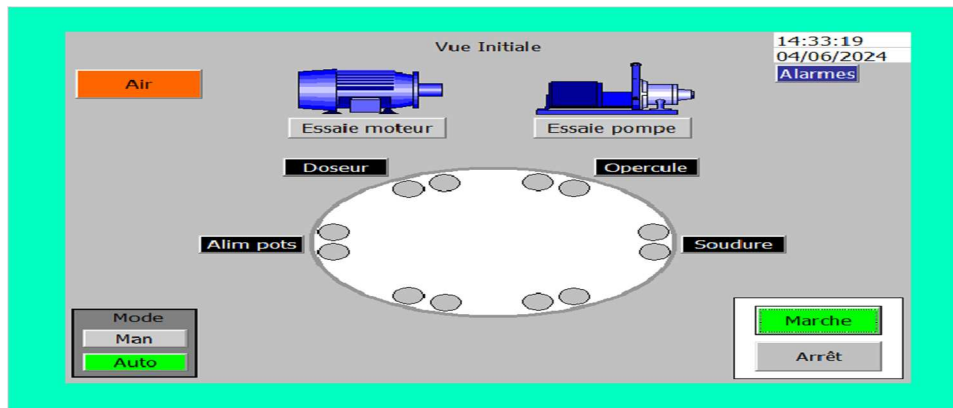


Figure IV.7 : Fenêtre principale sur WinCC flexible.

- **Vue alimentation des pots** : sur cette vue on a la possibilité d'activer et de désactiver la phase, de plus on peut effectuer des essais sur le vérin et les ventouses.

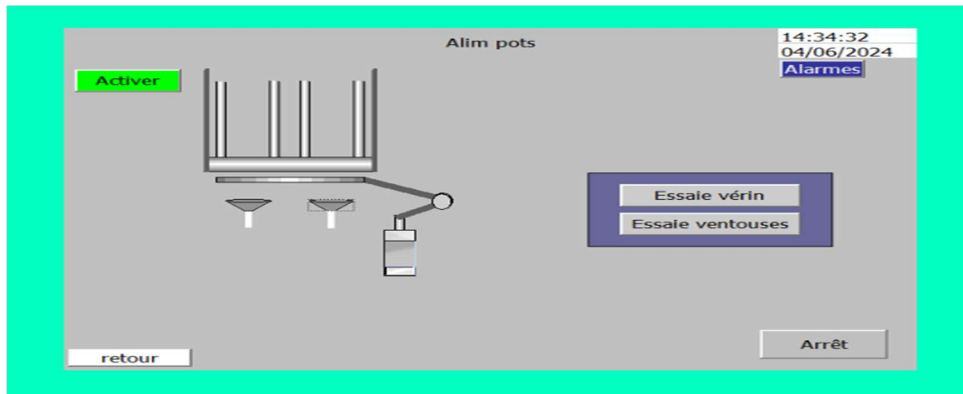


Figure IV.8 : Fenêtre représentant la phase 1 sur WinCC flexible.

- **Vue dosage** : sur cette vue on a la possibilité d'activer et de désactiver la phase, de plus on peut effectuer des essais sur le vérin et la vanne.

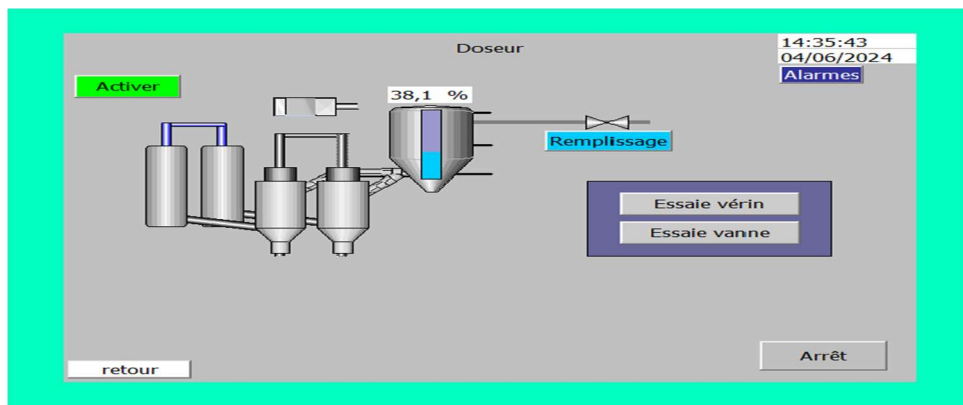


Figure IV.9 : Fenêtre représentant la phase 2 sur WinCC flexible.

- **Vue opercule** : sur cette vue on a la possibilité d'activer et de désactiver la phase, de plus on peut effectuer des essais sur les ventouses.

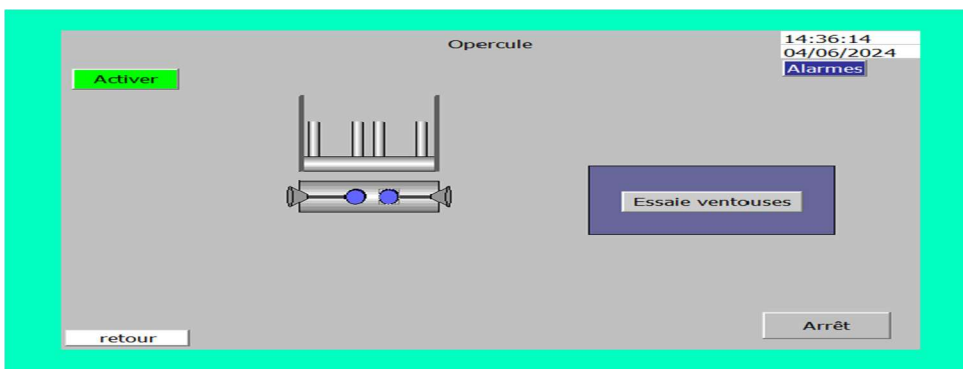


Figure IV.10 : Fenêtre représentant la phase 3 sur WinCC flexible.

- **Vue soudure** : sur cette vue on a la possibilité d'activer et de désactiver la phase, de plus on peut effectuer des essais sur les vérins.

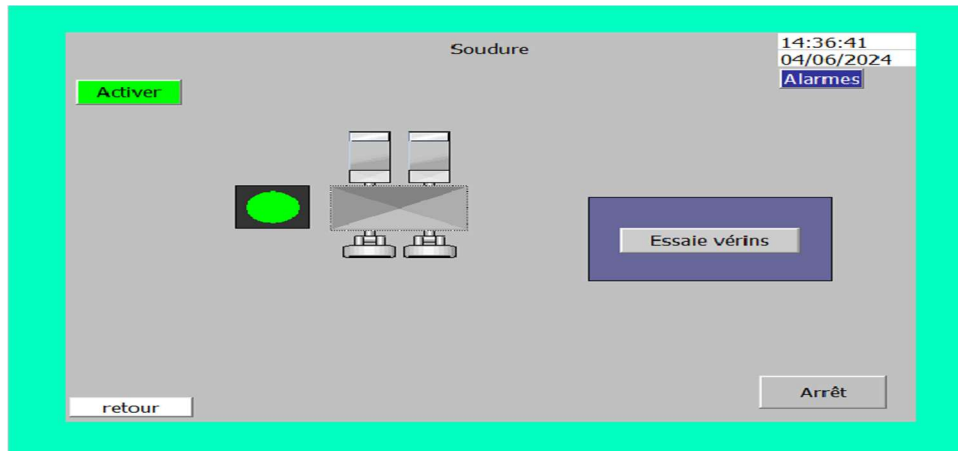


Figure IV.11 : Fenêtre représentant la phase 4 sur WinCC flexible.

- **Vue alarmes** :

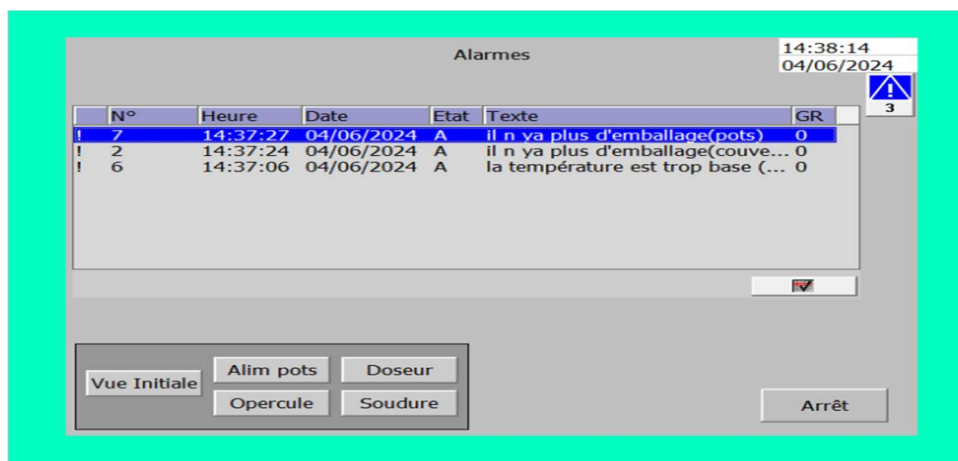


Figure IV.12 : Fenêtre représentant les alarmes sur WinCC flexible.

Programmation des alarmes sur WinCC flexible :

Texte	Numéro	Classe	Variable de déclenchement	Numéro de bit	Adresse de dé...
pression pressostat est moins de 5bar	1	Erreurs	Alarme_systeme	0	M 3.0
il n ya plus d'emballage(couvercles)	2	Erreurs	Alarme_systeme	1	M 3.1
la pose de couvercles n a pas été effectuer	3	Erreurs	Alarme_systeme	2	M 3.2
le niveau est bas (NB est détecté)	4	Erreurs	Alarme_systeme	3	M 3.3
la température est trop haute (TH est détecté)	5	Erreurs	Alarme_systeme	4	M 3.4
la température est trop base (TB est détecté)	6	Erreurs	Alarme_systeme	5	M 3.5
il n ya plus d'emballage(pots)	7	Erreurs	Alarme_systeme	6	M 3.6
le moteur surchauffe	8	Erreurs	Alarme_systeme	7	M 3.7
la pompe surchauffe	14	Erreurs	Alarme_systeme	13	M 2.5
arrêt d'urgence	10	Erreurs	Alarme_systeme	15	M 2.7

Figure IV.13 : Les alarmes TOR.

L'arrêt d'urgence sur WinCC flexible :

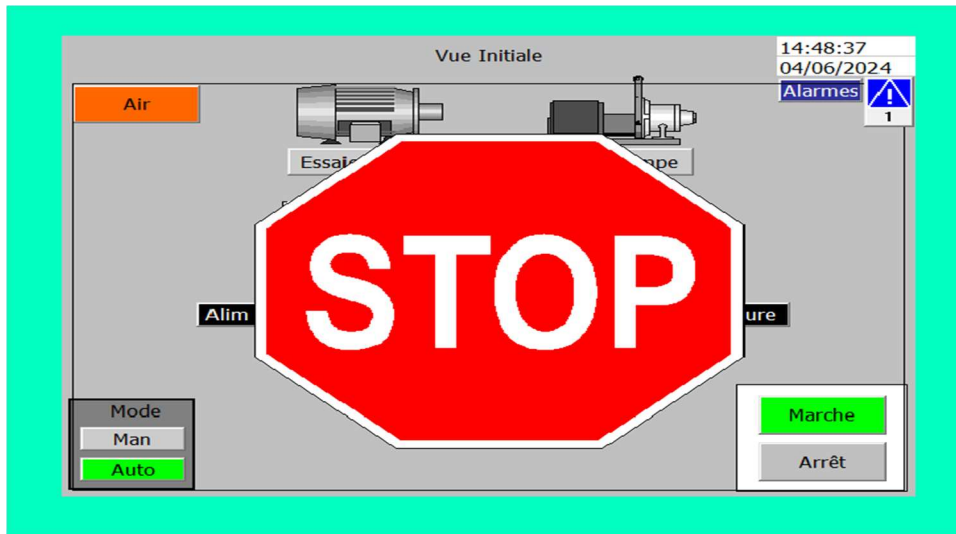
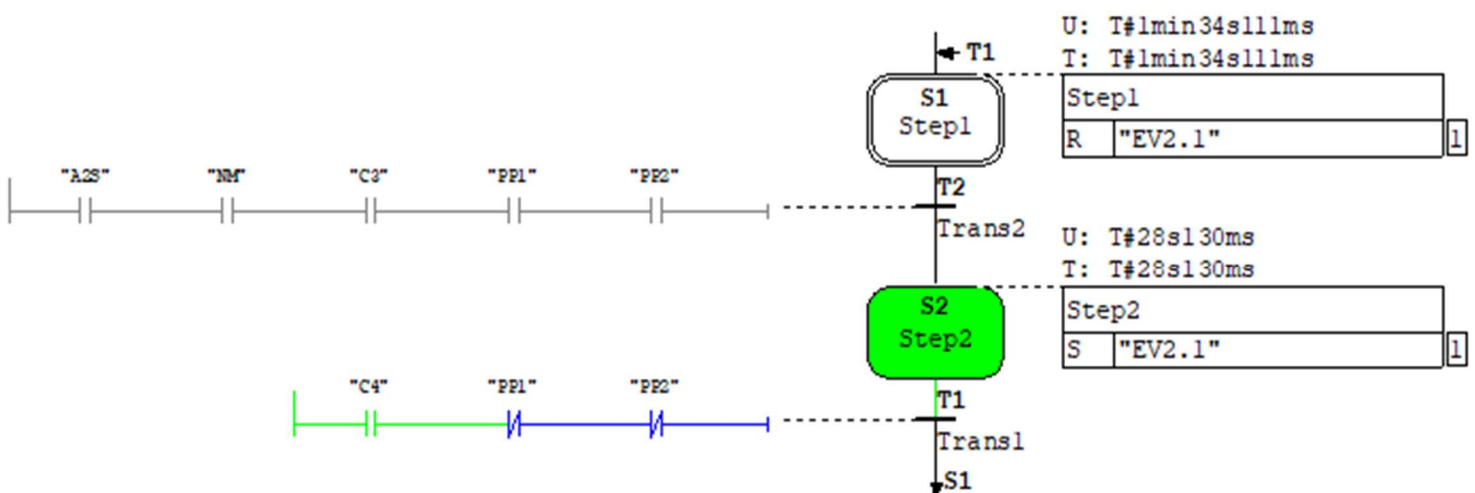
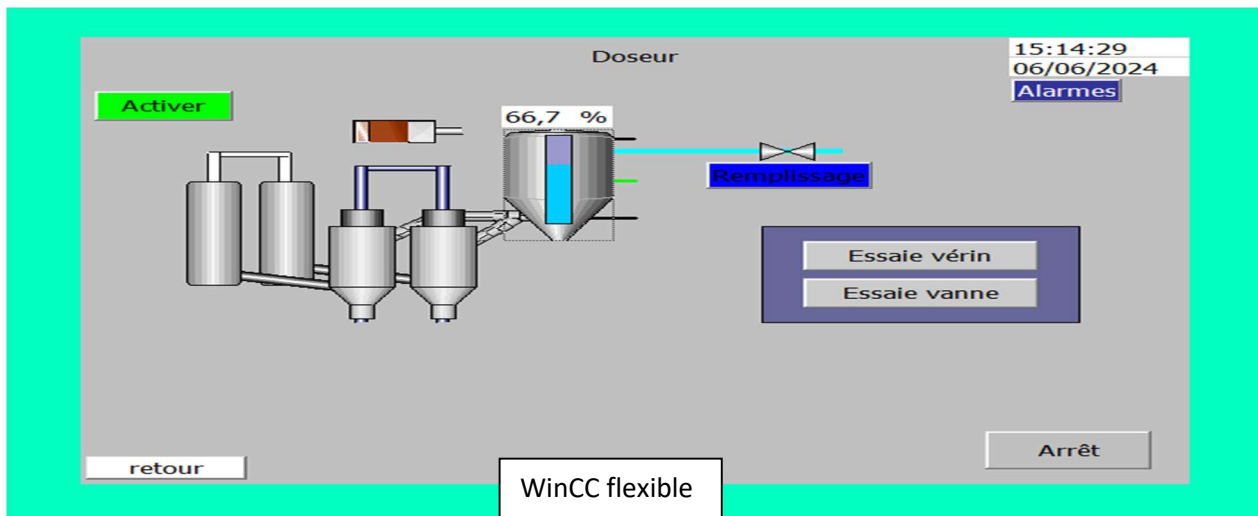


Figure IV.14 : Arrêt d'urgence sur WinCC.

➤ Exemple d'une partie de la machine : Phase 2 (Doseur).



V. Conclusion

Grafcet remplissage des pots

Dans ce chapitre, nous avons traité la supervision avec WinCC flexible, incluant la création de projets et le développement d'écrans de supervision pour suivre et contrôler le processus de conditionnement du fromage. Les fenêtres de supervision sont conçues pour respecter les contraintes fonctionnelles de la machine, tout en maintenant une simplicité d'affichage pour une exploitation pratique.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'objectif principal de ce mémoire était l'étude et l'automatisation de la machine de conditionnement dans des pots de l'entreprise TASSILI de DBK, pour l'optimisation de la production et la réduction du temps de travail.

En effet, le conditionnement joue un rôle crucial dans la préservation de la qualité du produit final. Il est donc primordial pour l'entreprise d'optimiser cette étape, tant dans leur conception que dans leur application. L'automatisation de cette étape permettra, non seulement, d'optimiser son temps d'exécution mais aussi de garantir la sécurité des opérateurs et l'efficacité de la chaîne d'approvisionnement. Elle offre également à l'opérateur des accessibilités de contrôle et de supervision du cycle de conditionnement.

Après l'étude du système, et vu le cahier des charges, nous avons proposé une solution qui se base sur l'élaboration d'un modèle avec l'outil GRAFCET. Nous avons utilisé, par la suite, le logiciel STEP7, pour mettre en œuvre le grafcet élaboré. Nous avons créé une interface permettant la communication entre le processus de conditionnement et l'opérateur, en utilisant l'outil WinCC flexible et un pupitre de commande SIMATIC. Le simulateur d'API PLCSIM et l'interface HMI nous a donné la possibilité de simuler et valider le système proposé. Nous avons pu donc rendre le conditionnement automatique avec le minimum des pertes d'énergie et de temps durant le fonctionnement.

Ce stage nous a permis de découvrir le milieu industriel alimentaire, ses infrastructures et ses installations. Mais le plus important pour nous c'était d'avoir l'occasion de voir de plus près et de manipuler pratiquement tous équipements en lien avec notre domaine d'application. Sur le plan théorique, ce stage nous a permis d'approfondir nos connaissances sur la procédure de conditionnement. Sur le plan pratique, il nous a permis de cerner les diverses problématiques liées à la conception des installations industrielles.

Toutefois, nous espérons enfin que ce travail apporte un plus et constitue un support supplémentaire aux études à venir et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle et être bénéfique aux promotions futures et rend service à tous ceux qui aborderont le même sujet et obtient la satisfaction de notre encadreur et les jurys.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

[1] : Site officiel de l'entreprise Tassili <https://www.laiteriedbk.dz>, consulté le : 18 mars 2024.

[2] : Ampack Ammann ARL 8-2 Cup Filling & Sealing Machine
<https://www.machineryworld.com/product/ampack-ammann-arl-8-2-cup-filling-sealing-machine/>, consulté le : 14 avril 2024.

[3] : Manuel d'instrumentation, Capteurs et transmetteurs pour les industries de process ,
2004 ENDRESS + HAUSER, 386p.

[4]: P .HEINY A.CAPLIEZ « Technologie d'électricité » Tome 2, Edition FOUCHER 1986, 423p

[5] : "Industrial Control Electronics" par Terry Bartelt

[6] René David, Hassane Alla, « Du Grafset aux reseaux de Petri », Edition HERMES, Paris,
1992, 1997, 493p

[7] : Gilles Michel, Bernard Girard, « Les A.P.I Architecture et application des automates
Programmables industriels », Edition dunod, paris 1988, 335p

[8] : Gui Benchimol, Christian Verlinde, Georges Rosta, « Méthodes d'automatisation
Industrielle », Edition HERMES Flachat, 1991, 154p.

[9] : Mémoire de Fin d'Etudes- BOUKHECHEM ISMAIL : étude et réalisation d'un système
automatisé didactique mise en œuvre de l'automate siemens S7300, Université de
Constantine1, Faculté des sciences de la technologie, département d'Électrotechnique,
mémoire de master 2014.

[10] : Site officiel de SIEMENS <https://www.siemens.com/>, consulté le: 27 avril 2024.

[11] : « Supervision et contrôle des procédés industriels » par Christian Morel, Editions
Techniques Ingénierie.

[12] : Mémoire de Fin d'Etude-BOUSSADA Samir : Automatisation et supervision d'un
Processus de pasteurisation du lait 2014. Université de Tizi-Ouzou, Faculté de Génie
Electrique et d'Informatique, Département d'Automatique.

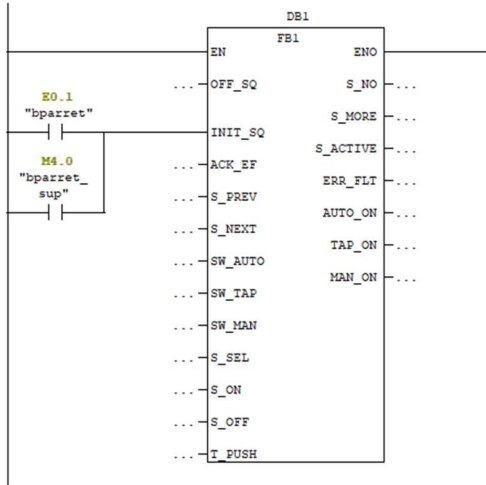
[13] : Documentation WinCC flexible 2008
<https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/57267466/ReadMe.pdf>, consulté le :
02 mai 2024

ANEXXE :

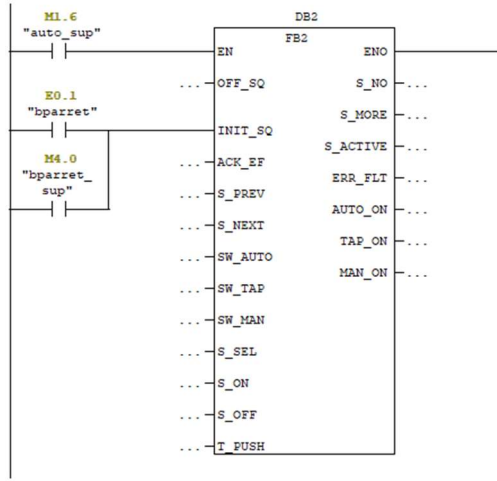
OBI : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

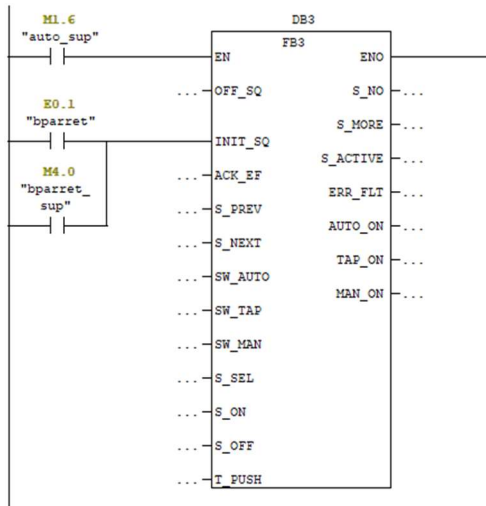
☐ Réseau 1 : Titre :



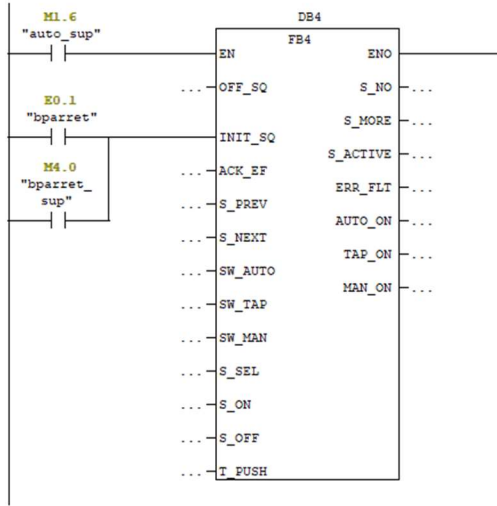
☐ Réseau 2 : Titre :



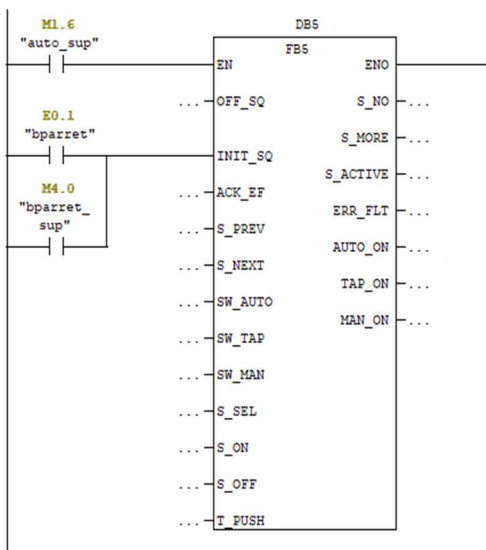
☐ Réseau 3 : Titre :



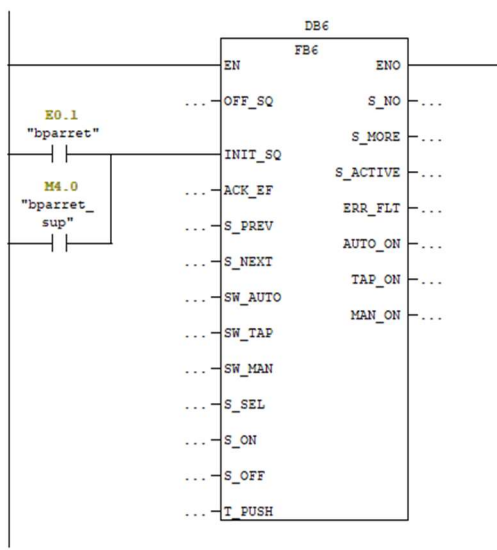
☐ Réseau 4 : Titre :



☐ Réseau 5 : Titre :

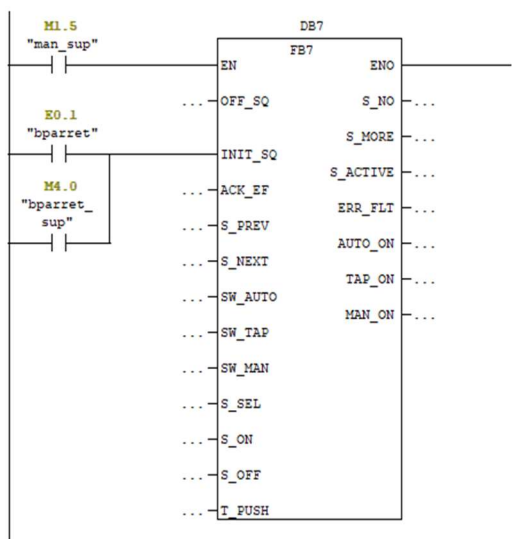


☐ Réseau 6 : Titre :

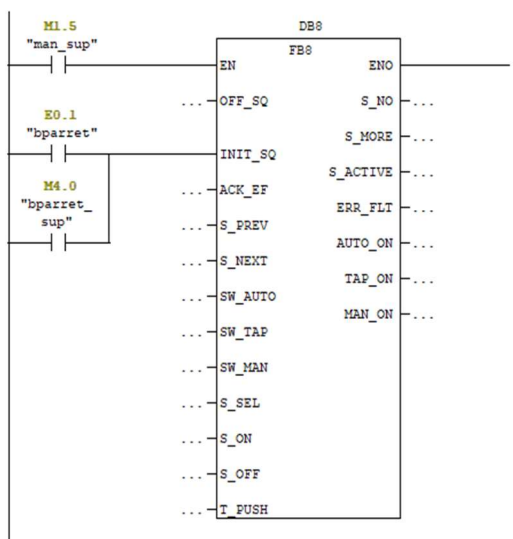


ANEXXE

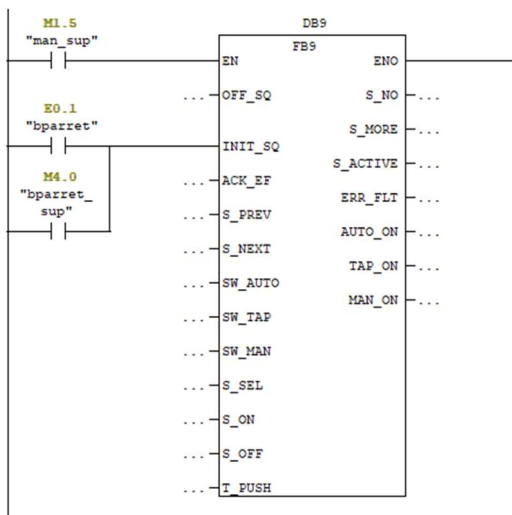
☐ Réseau 7 : Titre :



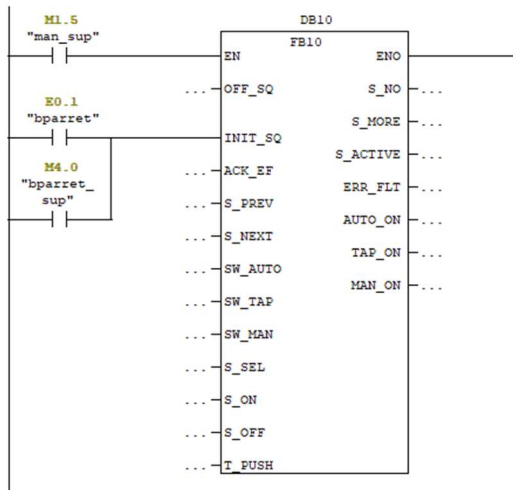
☐ Réseau 8 : Titre :



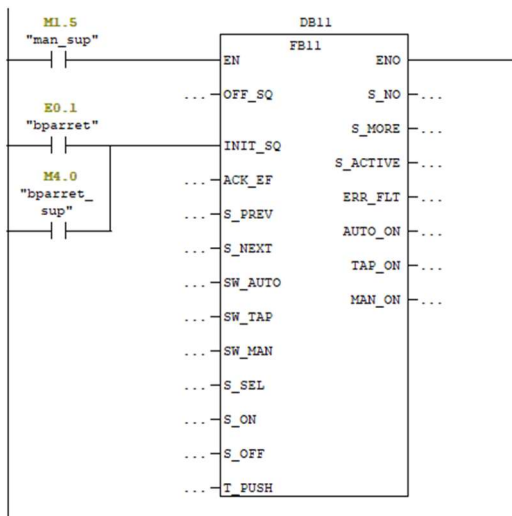
☐ Réseau 9 : Titre :



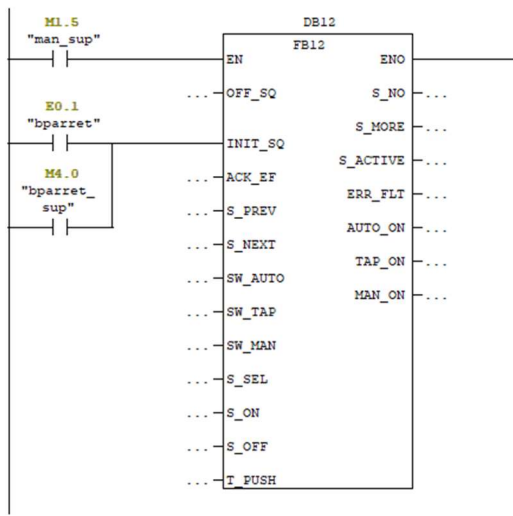
☐ Réseau 10 : Titre :



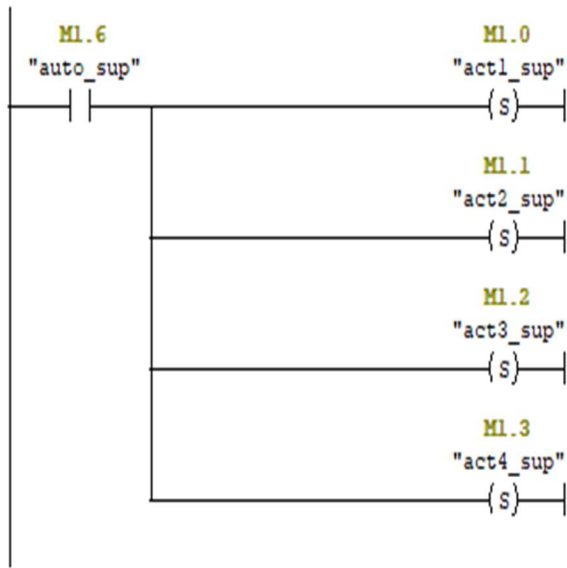
☐ Réseau 11 : Titre :



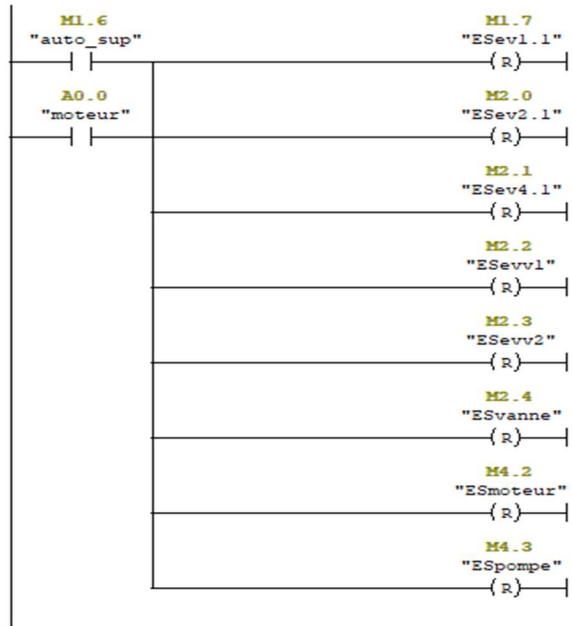
☐ Réseau 12 : Titre :



☐ Réseau 29 : Titre :



☐ Réseau 28 : Titre :



☐ Réseau 33 : Titre :



☐ Réseau 34 : Titre :



☐ Réseau 35 : Titre :



☐ Réseau 36 : Titre :



☐ Réseau 37 : Titre :



Mots clés : API S7-300, automatisation, Grafcet, conditionnement, fromage, supervisons, Tassili.

Résumé :

Dans notre étude, nous nous intéressons principalement à l'automatisation de la machine de conditionnement Ampack Ammann pour améliorer la production et réduire le temps de travail, mettant en avant l'importance de cette étape pour garantir la qualité du produit final et la sécurité des opérateurs au niveau de l'entreprise TASSILI. Cette automatisation est réalisée à base d'un API S7-300 de SIEMENS. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel de programmation STEP7, fourni par le concepteur SIEMENS. Le STEP7 contient un simulateur d'automate SIEMENS. Nous l'avons utilisé dans notre projet pour simuler notre programme. Nous avons, également, pu développer une plateforme de supervision, à l'aide du logiciel WinCC flexible.