

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE  
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

## Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique industrielle

*Présenté par*

**Thamila FERHATI**

**Assia CHABANE**

Thème

## Automatisation et supervision d'une étiqueteuse SACMI labelling et remplacement le système de transmission mécanique avec des servomoteurs

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

**M Prénom NOM**

Président

**M Prénom NOM**

Encadrant

**M Prénom NOM**

Co-Encadrant

**M Prénom NOM**

Examineur

**M Prénom NOM**

Examineur

# **REMERCIEMENTS**

**Nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant d'avoir donné courage, santé et patience pour accomplir ce travail.**

**Nos premiers remerciements vont à notre promotrice, MADAME YOUSFI qui nous a encadrés et orientés tout au long de ce projet.**

**Nous remercions les membres de l'équipe de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja CEVITAL, pour l'intérêt qu'ils nous ont apporté tout au long de notre stage pratique.**

**Nous sommes aussi reconnaissantes à tous les enseignants du département Automatique qui ont contribué à notre réussite.**

**Nous remercions également les membres de jury qui feront l'honneur de juger notre travail.**

**Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.**

**MERCI**

# DÉDICACE

**J**e dédie ce travail

**A** mes très chers parents pour l'éducation qu'ils m'ont prodigués avec tous les moyens et au prix, de toutes les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné depuis mon enfance.

**A** mes deux petits frère Rayane et Amayas

**A** ma chère grand-mère

**A** toute ma famille

**A** ma très chère binôme Thamila

**A** tous mes amis et collègues que j'ai pu connaitre depuis mon enfance

**A** tous ceux qui m'aiment, **A** tous ceux que j'aime

**ASSIA**

# DÉDICACE

**Je** dédie ce travail

**A** la mémoire de mon Père disparu trop tôt. Mon héros que je remercie pour tout ce qu'il a fait pour moi.

*..Paix à son ame..*

**A** ma raison de vivre, ma Maman qui m'a soutenue moralement et émotionnellement. Grace à elle que je suis arrivée ici aujourd'hui.

**A** la meilleure Sœur au monde. Ceci est ma profonde gratitude pour son éternel amour, que ce travail soit le meilleur cadeau que je puisse l'offrir.

**A** mon Frère adoré, mon protecteur dans la vie. Mon jumeau avec un âge décalé, que je veux rendre fier de sa petite sœur gâtée.

**A** des amies que je considère aussi de la famille : Farida et Kenza que je remercie d'exister dans ma vie.

**A** ma très chère Assia : la binôme patiente et toujours positive durant tout ce travail réalisé.

**A** tous les personnes qui m'aiment et croient en moi en famille ou bien en amitié.

**Thamila**

# Table des matières

**Abréviation**

**Table des figures et tableaux**

**Avant-propos**

**Introduction générale..... 1**

**Chapitre I : Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et ses composants.**

I.1.Introduction..... 2

I.2.Descreption l'eau minérale Lalla Khedidja ..... 2

I.3.Matière première utilisée dans l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja..... 2

I.4.Les machines utilisée dans l'unité Lalla Khedidja ..... 3

I.4.1. Les distributeurs de préformes..... 3

I.4.2) Les souffleuses (PET) Sidel (SBO)..... 3

I.4.3) Les remplisseuses ..... 4

I.4.4) Les bouchonneuses ..... 4

I.4.5) Les étiqueteuses ..... 4

I.4.6) Les dateuses ..... 4

I.4.7) Les fardeleuses..... 5

I.4.8) Les pousseuses de poignée ..... 5

I.4.9) Les palettiseurs ..... 5

I.4.10) Les housseuses..... 5

I.5) Schéma de principe de production d'eau minérale Lalla Khedidja..... 6

I.6) Données techniques ..... 7

I.7) Principe de fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING ..... 7

I.8) Parties principales de la machine..... 10

I.8.1) Transport des récipients..... 10

a. Bande .....	
b. Dispositif de blocage récipients .....	10
c. Vis sans fin .....	11
d. Etoile d'entrée .....	11
e. Carrousel centrale.....	11
f. Plateaux .....	12
g. Etoile de sortie.....	12
I.8.2) Transfert de la bande d'étiquette .....	13
a. Cellule photoélectrique de présence de bouteille .....	13
b. Dispositif de contrôle de la tension de la bande d'étiquette.....	13
c. Guide-bande .....	13
d. Cellule photoélectrique présence film.....	14
e. Rouleau de coupe.....	14
f. Rouleau de transfert .....	15
g. Cellule photoélectrique étiquette non transférée .....	15
h. Dispositif de lissage .....	15
i. Cellule photoélectrique bobine terminée .....	15
I.9) Tableau des commandes et tableau opérateur .....	15
I.10) Capteurs de la machine.....	16
I.10.1) Capteur photoélectrique.....	16
I.10.2) Sonde de température pt100 .....	16
I.10.3) Capteur de fin de course .....	17
I.11) Pré-actionneurs de la machine .....	18
I.11.1) Le sectionneur.....	18
I.11.2) Le contacteur .....	18
I.11.3) Le relais thermique .....	19

I.11.4) Le variateur de vitesse à fréquence .....	20
I.11.5) Les distributeurs pneumatiques .....	20
I.12) Actionneurs de la machine.....	21
I.12.1) Les moteurs asynchrones triphasés.....	21
I.12.2) Les vérins pneumatiques.....	23
a) Vérin simple effet.....	24
b) Vérin double effet .....	24
I.12.3) Pompe a vide .....	25
I.12.4) Pompe à colle.....	25
I.13) Problématique posée.....	26
I.14) Définition d'un variateur G120 .....	26
I.15) Fonctionnement du variateur G120 .....	27
I.16) Avantages du variateur G120 .....	27
I.17) Conclusion .....	28

## **Chapitre II : Modilisation par l'outil GRAFCET.**

II.1) Introduction .....	29
II.2) Eléments du GRAFCET .....	29
II.2.1) Etape.....	29
II.2.2) Etape initiale.....	30
II.2.3) Macro-étape.....	31
II.2.4) Tache .....	31
II.2.5) Action .....	32
II.2.5.1) Action continue .....	33
II.2.5.2) Action conditionnelle .....	33

A) Action conditionnelle simple : Type C (Condition) .....	33
B) Action conditionnelle retardée : Type D (Delay) .....	33
C) Action conditionnelle limitée : Type L (Limited) .....	34
II.2.5.3) Action mémorisée.....	34
II.2.5.4) Action impulsionnelle .....	35
II.2.5.5) Action de forçage .....	35
II.2.6) Transition .....	36
II.2.7) Réceptivité.....	37
II.2.7.1) Réceptivité à niveau .....	37
II.2.7.2) Réceptivité toujours vraie.....	38
II.2.7.3) Réceptivité temporisée.....	38
II.2.7.4) Réceptivité impulsionnelle .....	38
II.2.8) Liaisons orientées .....	39
II.3) Règle du GRAFCET .....	39
II.3.1) Situation initiale .....	39
II.3.2) Franchissement d'une transition .....	39
II.3.3) Evolution des étapes actives .....	39
II.3.4) Transitions simultanées .....	39
II.3.5) Activation et désactivation simultanées .....	39
II.4) Structure de base .....	40
II.4.1) Divergence et convergence en ET .....	40
II.4.2) Divergence et convergence en OU .....	41
II.4.3) Saut d'étapes .....	41
II.4.4) Reprise d'étapes .....	42
II.5) Type de GRAFCET .....	42

II.5.1) GRAFCET de niveau 1.....	42
II.5.2) GRAFCET de niveau 2.....	43
II.5.3) GRAFCET de niveau 3.....	43
II.6) AUTOMGEN .....	44
II.7) Cahier de charge et le GRAFCET de l'étiqueteuse SACMI LABELLING.....	45
II.7.1) Table de variables.....	45
II.7.2) Gestion de la bobine .....	45
A. Cahier de charge.....	45
B. GRAFCET.....	46
II.7.3) Gestion de coupe .....	46
A. Cahier de charge.....	46
B. GRAFCET.....	47
II.7.4) Gestion de colle.....	47
A. Cahier de charge.....	47
B. GRAFCET.....	47
II.7.5) Moteur de tête.....	48
A. Cahier de charge.....	48
B. GRAFCET.....	48
II.8) Conclusion.....	48
 <b>Chapitre III : L'automatisation avec l'API S7-300.</b>	
III.1) Introduction.....	50
III.2) L'automate programmable industriel (API).....	50
III.3) Présentation de l'automate S7-300 .....	53
III.3.1) Description de la CPU S7-314C-2PN/DP.....	54
III.4) Description du logiciel TIA Portal.....	54
III.5) Programmation de commande de la station .....	56

III.5.1) Table de variables standards .....	56
III.5.2) Blocs de programmation utilisé .....	57
III.5.2.1) OB1 Main.....	58
III.5.1.2) Les blocs FC .....	58
A. (FC1) Gestion de bobine .....	58
B. (FC2) Gestion de coupe.....	59
C. (FC3) Gestion de colle.....	59
D. (FC4) Moteur tête.....	60
E. (FC5) Température.....	60
F. (FC6) Alarmes.....	60
III.6) Liaison du variateur G120 et la CPU .....	61
III.7) Programmation du variateur G120.....	62
A) Moteur chaine (FC8 .....	62
B) Moteur coupe (FC9).....	62
C) Moteur colle (FC10).....	63
D) Gestion de coupe .....	63
E) Gestion de colle.....	64
III.8) Conclusion .....	65
 <b>Chapitre IV : Développement de la plateforme de supervision de la station.</b>	
IV.1) Introduction.....	66
IV.2) Généralités sur la supervision .....	66
IV.3) Logiciel HMI .....	67
IV.4) Le pupitre IHM utilisé .....	68
IV.5) Développement de l'interface graphique.....	68
IV.5.1) Liaison HMI/API.....	68
IV.5.2) Table des variables.....	69

IV.6) Interface Homme Machine .....	70
IV.6.1) Vue d'accueil .....	70
IV.6.2) vue d'étiqueteuse .....	71
IV.6.3) Vue de la bobine .....	72
IV.6.4) Vue des freins .....	72
IV.6.5) Vue de gestion de coupe .....	73
IV.6.6) Vue de gestion de colle .....	74
IV.6.7) Vue de la température .....	74
IV.6.8) Vue de moteur tête .....	75
IV.6.9) Vue des alarmes .....	76
IV.7) Conclusion .....	76
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>77</b>

## **Références bibliographiques**

## Liste des figures

### Chapitre I : Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING est ses composants

<b>Figure I.1</b> : Granulés Polyéthylène Téréphtalate .....	3
<b>Figure I.2</b> : Préforme PET .....	3
<b>Figure I.3</b> : Souffleuse .....	4
<b>Figure I.4</b> : Etiqueteuse .....	4
<b>Figure I.5</b> : Fardeleuse .....	5
<b>Figure I.6</b> : Schéma de principe de production d'eau minérale Lalla-Khedidja .....	6
<b>Figure I.7</b> : Éléments de l'étiqueteuse SACMI labelling .....	9
<b>Figure I.8</b> : Vis sans fin .....	11
<b>Figure I.9</b> : Dispositif de contrôle de la tension de la bande d'étiquette .....	13
<b>Figure I.10</b> : Guide bande .....	13
<b>Figure I.11</b> : Cellule photoélectrique présence film .....	14
<b>Figure I.12</b> : Rouleau coupe .....	14
<b>Figure I.13</b> : Dispositif de lissage .....	15
<b>Figure I.14</b> : Capteur photoélectrique .....	16
<b>Figure I.15</b> : Sonde de température pt100 .....	17
<b>Figure I.16</b> : Capteur de fin de course .....	17
<b>Figure I.17</b> : Sectionneur .....	18
<b>Figure I.18</b> : Contacteur .....	19
<b>Figure I.19</b> : Relais thermique .....	19
<b>Figure I.20</b> : Variateur de vitesse à fréquence .....	20
<b>Figure I.21</b> : Distributeur pneumatique .....	21

## Liste des figures et tableaux

<b>Figure I.22</b> : Moteur asynchrone triphasé .....	22
<b>Figure I.23</b> : Schéma des éléments du moteur asynchrone triphasé .....	22
<b>Figure I.24</b> : Vérin pneumatique .....	23
<b>Figure I.25</b> : Eléments de vérin pneumatique .....	23
<b>Figure I.26</b> : Schéma de vérin simple effet .....	24
<b>Figure I.27</b> : Schéma de vérin double effet.....	25
<b>Figure I.28</b> : Pompe à vide .....	25
<b>Figure I.29</b> : Variateur G120.....	25

## **Chapitre II : Modélisation par l’outil GRAFCET.**

<b>Figure II.1</b> : Éléments du GRAFCET .....	29
<b>Figure II.2</b> : Etape .....	30
<b>Figure II.3</b> : Etape source et étape puits.....	30
<b>Figure II.4</b> : Etape initiale .....	30
<b>Figure II.5</b> : Macro-étape .....	31
<b>Figure II.6</b> : Tache .....	32
<b>Figure II.7</b> : Action externe.....	32
<b>Figure II.8</b> : Action interne .....	32
<b>Figure II.9</b> : Action continue et son chronogramme .....	33
<b>Figure II.10</b> : Action conditionnelle simple et son chronogramme .....	33
<b>Figure II.11</b> : Action conditionnelle retardée et son chronogramme .....	34
<b>Figure II.12</b> : Action conditionnelle limitée et son chronogramme.....	34
<b>Figure II.13</b> : Action mémorisée et son chronogramme .....	34
<b>Figure II.14</b> : Action impulsionnelle et son chronogramme .....	35
<b>Figure II.15</b> : Action de forçage.....	35

## Liste des figures et tableaux

<b>Figure II.16</b> : Forçage en situation initiale.....	36
<b>Figure II.17</b> : Forçage en situation ou désactivation .....	36
<b>Figure II.18</b> : Transition.....	36
<b>Figure II.19</b> : Transition source et transition puits .....	37
<b>Figure II.20</b> : Réceptivité à niveau.....	37
<b>Figure II.21</b> : Réceptivité toujours vraie .....	38
<b>Figure II.22</b> : Réceptivité temporisée.....	38
<b>Figure II.23</b> : Réceptivité impulsionnelle.....	38
<b>Figure II.24</b> : Liaisons orientées .....	39
<b>Figure II.25</b> : Divergence et convergence en ET.....	40
<b>Figure II.26</b> : Divergence et convergence en OU.....	41
<b>Figure II.27</b> : Saut d'étapes.....	41
<b>Figure II.28</b> : Reprise d'étapes	42
<b>Figure II.29</b> : Exemple de GRAFCET de niveau 1 .....	43
<b>Figure II.30</b> : Exemple de GRAFCET de niveau 2 .....	43
<b>Figure II.31</b> : Exemple de GRAFCET de niveau 3 .....	44
<b>Figure II.32</b> : Logo AUTOMGEN .....	44
<b>Figure II.33</b> : Table de variable .....	45
<b>Figure II.34</b> : GRAFCET de gestion de la bobine .....	46
<b>Figure II.35</b> : GREFCET de la gestion de coupe .....	47
<b>Figure II.36</b> : GREFCET de la gestion de colle .....	47
<b>Figure II.37</b> : GREFCET moteur tête .....	48
 <b>Chapitre III : L'automatisation avec L'API S7-300.</b>	
<b>Figure III.1</b> : Les automates programmables .....	50
<b>Figure III.2</b> : API d'un type compact (siemens-S7-200 .....	51

## Liste des figures et tableaux

<b>Figure III.3</b> : un API d'un type modulaire .....	51
<b>Figure III.4</b> : Transfert de programme dans un automate .....	51
<b>Figure III.5</b> : : Structure interne d'un API .....	52
<b>Figure III.6</b> : Automate S7-300 .....	53
<b>Figure III.7</b> : CPU S7-314C-2PN/DP .....	53
<b>Figure III.8</b> : Vue du portail .....	55
<b>Figure III.9</b> : Vue du projet .....	55
<b>Figure III.10</b> : Configuration matérielle .....	56
<b>Figure III.11</b> : Partie de la table des variables .....	57
<b>Figure III.12</b> : Les blocs utilisés .....	57
<b>Figure III.13</b> : Partie du bloc OB1 .....	58
<b>Figure III.14</b> : Partie du bloc FC1 .....	58
<b>Figure III.15</b> : Partie du bloc FC2 .....	59
<b>Figure III.16</b> : Partie du bloc FC3 .....	59
<b>Figure III.17</b> : Partie du bloc FC4 .....	60
<b>Figure III.18</b> : Partie de bloc FC5 .....	60
<b>Figure III.19</b> : Partie du bloc FC6 .....	61
<b>Figure II.20</b> : Liaison du variateur G120 .....	61
<b>Figure III.21</b> : Bloc FC8 .....	62
<b>Figure III.22</b> : Bloc FC9 .....	62
<b>Figure III.23</b> : Bloc FC10 .....	63
<b>Figure III.24</b> : Gestion de coupe .....	64
<b>Figure III.25</b> : Partie colle .....	64

## **Chapitre IV : Développement de la plateforme de supervision de la station.**

## Liste des figures et tableaux

<b>Figure IV.1</b> : Constitution d'un système de supervision.....	67
<b>Figure IV.2</b> : Pupitre SIEMENS HMI TP900 Comfort .....	68
<b>Figure IV.3</b> : Liaison HMI/API.....	69
<b>Figure IV.4</b> : La table des variables du système .....	70
<b>Figure IV.5</b> : Vue d'accueil.....	71
<b>Figure IV.6</b> : vue d'étiqueteuse.....	71
<b>Figure IV.7</b> : Vue de la bobine.....	72
<b>Figure IV.8</b> : Vue des freins.....	73
<b>Figure IV.9</b> : Vue de gestion de coupe.....	73
<b>Figure IV.10</b> : Vue de gestion de colle .....	74
<b>Figure IV.11</b> : Vue de température .....	75
<b>Figure IV.12</b> : Vue moteur tête .....	75
<b>Figure IV.13</b> : Vue des alarmes .....	76

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau I.1</b> : Données techniques .....	7
---	---

## Liste des figures et tableaux

## Liste des figures et tableaux

## Liste des figures et tableaux

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**API** : Automate Programmable Industriel.

**PET** : Polyéthylène Téréphtalate.

**RTD** : Détecteur de Température à Résistance.

**GRAFCET** : Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition.

**CPU** : Central Processing Unite.

**CA** : Courant Alternatif.

**SFC** : Séquentiel Fonction Charte.

**ME** : Macro-Etape.

**C** : Condition.

**D** : Delay.

**L** : Limited.

**IHM** : Interface Homme Machine.

**MPI** : Multi Point Interface.

**PC** : Partie Commande.

**OB** : Bloc d'Organisation.

**FB** : Bloc Fonctionnel.

**TIA Portal** : Totally Integrated Automation Portal.

**WinCC** : Windows Control Central.

**E/S** : Entrée/Sortie

# **Avant propos**

## **Présentation du groupe CEVITAL :**

Le groupe CEVITAL est fondé par M. Issad REBRAB qui représente un groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui en ont fait sa réussite et sa renommée. Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activité diversifiés. Industrie agroalimentaire et grande distribution, électronique et électroménager, sidérurgie, industrie du verre plat de médiats... Le groupe CEVITAL s'est construit, au fil des investissements autour de l'idée forte constituer un ensemble économique. Porte environ 1800 employés sur trois continents, il représente le fleuron de l'économie algérienne, et œuvre continuellement dans la création d'emplois et de richesse.



Figure : Logo du Groupe Cevital

Le succès émérite du groupe CEVITAL repose sur des points forts :

1. Le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée.
2. La recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués.
3. Le sens de l'innovation.
4. La recherche de l'excellence.
5. La fierté et la passion de servir l'économie nationale.
6. L'attention accordée au choix des employés, à leur formation et au transfert des compétences.

Le groupe CEVITAL a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété dont il jouit aujourd'hui et ce tout en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesses en Algérie.

L'unité d'eau minérale Lalla Khedidja fait partie du groupe agroalimentaire CEVITAL avec une capacité de production de trois millions de bouteilles d'eau par jour.

**Position géographique de l'unité Eau Minérale Lalla Khedidja :**

L'unité de production d'eau minérale Lalla Khedidja, est localisée au lieu dit TIZI GUNNOUNE, dans la zone éparsée, située au Nord du chef lieu de commun d'AGUENI GUEGHRANE, wilaya de TIZIOUZOU. Le site, en forme de cuvette, se trouve à environ 200m au nord du chemin de wilaya (CW N°11), reliant ce village vers les OUADIAS. Par contre, les deux puits de forage exploités (S6 et S2 Bis), pour le besoin d'eau commercialisée, sont situés au lieu dit THINZARTH (2300m de l'usine), village TAFSSA commune AGOUNI GUEGHRANE, limité dans son ensemble comme suit :

- Au nord, à l'est et à l'ouest : par des compléments de terrain.
- Au sud : par la route menant vers le village d'AIT ARGANE.

La superficie totale du terrain d'enceinte est de 513 100 m<sup>2</sup>.



**Figure : position géographique de l'unité Eau Minérale Lalla Khedidja.**

# **Introduction générale**

L'automatisation est un domaine pluridisciplinaire qui associe les notions de la mécanique, de l'électronique et de l'informatique. Elle permet d'exécuter des tâches industrielles avec une intervention humaine très réduite. Elle devient ces dernières années le centre de préoccupation d'un bon nombre d'entreprises à cause de son évolution vers l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexes, permettant l'exécution et le contrôle de tâches techniques par des machines fonctionnant sans intervention humaine, ou avec une intervention réduite.

L'unité eau minérale « Lalla Khedidja » fait partie du géant industriel algérien CEVITAL. Cette dernière est l'une de ces entreprises qui investit dans toutes dernières techniques de production et d'assurer une qualité supérieure de ces produits ce que lui permet de garder sa place dans le marché.

L'entreprise CEVITAL de Agouni Gherghrane Lalla Khedidja unité de maintenance dispose un problème au niveau de l'étiqueteuse SACMI Labelling qui possède une partie mécanique qui a des inconvénients, et pour remédier ces problèmes causés par ces inconvénients, on nous a proposé de remplacer cette partie mécanique par des servomoteurs.

Pour ce faire, nous avons réparti notre travail en quatre chapitres décrivant les volets principaux :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation générale de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja ainsi que le fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et ses composants.
- Le deuxième chapitre est dédié à la modélisation de la machine par l'outil GRAFCET.
- Le troisième chapitre traitera la programmation des automates, le langage de programmation TIA PORTAL et au final, la programmation de l'étiqueteuse sous TIA PORTAL.
- Le quatrième chapitre sera réservé pour la supervision et la création des vues pour la commande et la maintenance du système en temps réel.

Enfin, on termine par une conclusion générale.

**Chapitre I**  
**Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI**  
**LABELLING et ses composants**

### **I.1) Introduction :**

L'étiqueteuse SACMI LABELLING est une machine qui garantit un système d'étiquetage simple et parfait à très grande vitesse. Elle peut appliquer des étiquettes enveloppantes sur des récipients cylindriques et façonnés en PET (Polyéthylène Téréphtalate), en verre ou en métal.

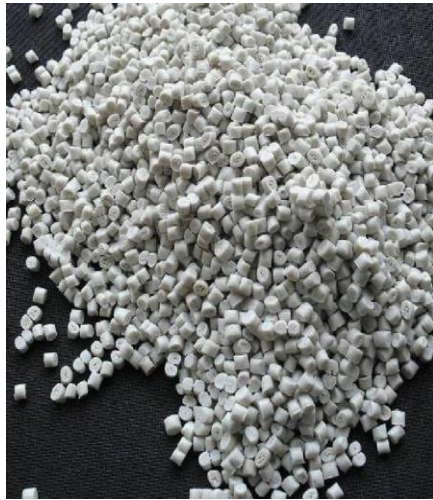
Ce chapitre est consacré au fonctionnement de L'étiqueteuse et ses composants, en commençant par une petite description de l'eau minérale Lalla Khedidja, la matière première utilisée dans l'unité et la définition des machines qui existent dans l'unité minérale Lalla Khedidja.

### **I.2) Description de l'eau minérale Lalla Khedidja :**

L'eau minérale Lalla Khedidja prend son origine dans les monts enneigés du Djurdjura. En s'infiltrant lentement au travers des roches, elle se charge naturellement en minéraux essentiels à la vie, tout en restant d'une légèreté incomparable. Elle est pure par nature, car elle est directement captée à la source. C'est une eau de montagne, oligominérale non gazeuse, dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. Lalla Khedidja au goût léger et doux, elle est très désaltérante ; elle procure un bien être quotidien en vous hydratant tout en douceur. Pure, faiblement minéralisée, à faible teneur en sodium et de ph neutre (ph=7.22) avec un TDS=146 mg/litre (TDS signifie le nombre de solides dissous dans l'eau potable), l'eau minérale naturelle Lalla Khedidja peut être consommée par tous à chaque instant de la journée. Elle est disponible sous emballage PET (Polyéthylène Téréphtalate) en deux formats : familial 1.5L et individuel 0.5L

### **I.3) Matière première utilisée dans l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja :**

La matière première utilisée dans l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja pour la fabrication des bouteilles et emballages est le polyéthylène téréphtalate (PET). Le polyéthylène téréphtalate est un composant plastique issu de l'industrie du pétrole, il appartient à la famille des thermoplastiques. De cette matière on obtient le préforme (produit intermédiaire de la fabrication des bouteilles). L'utilisation de polyéthylène téréphtalate à plusieurs avantages : le PET est recyclable à 100% ne perd pas ses propriétés fondamentales au cours du processus de récupération et peut donc être transformé à plusieurs reprises pour produire des produits finis. Le PET est non toxique, insipide, résistant, à la corrosion et à l'anti filtration. Les emballages PET répondent aux conditions d'hygiène strictes imposées dans les secteurs alimentaires...



**Figure I.1:** Granulés Polyéthylène Téréphthalate.



**Figure I.2 :** Préforme PET.

#### **I.4) Les machines utilisées dans l'unité Lalla Khedidja :**

L'unité Lalla Khedidja se constitue de plusieurs machines, qui sont :

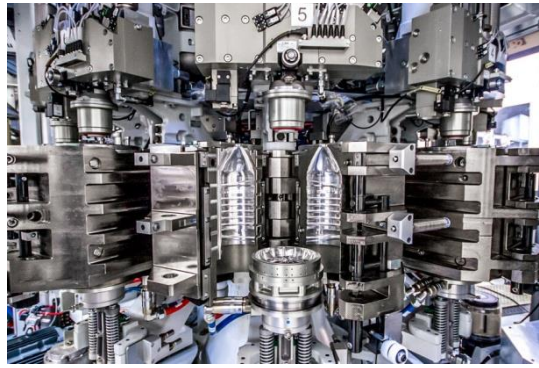
##### **I.4.1) Les distributeurs de préformes :**

Les distributeurs de préformes sont des machines qui alimentent de façon continue, les souffleuses avec des préformes PET.

##### **I.4.2) Les souffleuses (PET) Sidel (SBO) :**

Les souffleuses (PET) Sidel (SBO) sont des machines qui fabriquent des bouteilles à partir des préformes PET. Ces préformes sont chauffées et soufflées avec bi-orientation (longitudinale puis radiale) des macromolécules. Les souffleuses (PET) Sidel (SBO) permettent d'obtenir environ 30000 bouteilles par heure. La mise en forme des bouteilles par les souffleuses (PET) Sidel (SBO) s'effectue en deux étapes :

- **Première opération :** étirage par une canne dans l'axe de l'objet par un piston et un soufflage léger (7 bar) pour éviter l'adhérence de la forme sur la canne.
- **Deuxième opération :** étirage radial par soufflage (pression  $30 < p < 40$  bar).



**Figure I.3 : Souffleuse.**

**I.4.3) Les remplisseuses :**

Les remplisseuses sont des machines destinées à remplir un récipient (remplir les bouteilles PET format 0.5L et 1.5L avec l'eau minérale).

**I.4.4) Les bouchonneuses :**

Les bouchonneuses sont des machines conçus pour effectuer le bouchage des bouteilles avec des bouchons en plastique.

**I.4.5) Les étiqueteuses :**

Les étiqueteuses sont des machines qui permettent de poser ou de coller des étiquettes adhésives sur les bouteilles d'eau minérale.



**Figure I.4 : Etiqueteuse.**

**I.4.6) Les dateuses :**

Les dateuses sont des machines conçus pour mentionner la date de fabrication et péremption du produit.

### **I.4.7) Les fardeleuses :**

Les fardeleuses servent à envelopper les bouteilles d'eau minérale sous film plastique thermo-rétractable. Elles permettent de réaliser des packs à 6 bouteilles d'eau de 1.5 litres chacune, et des packs à 12 bouteilles de 0.5 litres chacune.



**Figure I.5 :** Fardeleuse.

### **I.4.8) Les pousseuses de poignée :**

Les pousseuses de poignée sont des machines conçues pour poser des poignées sur les fardeaux de façon automatique.

### **I.4.9) Les palettiseurs :**

Les palettiseurs sont des machines qui servent à charger les fardeaux d'eau minérale sur des palettes (en bois) à plusieurs étages (des palettes à six étages pour les fardeaux à bouteilles 0.5L et quatre étages pour les fardeaux à bouteilles 1.5L).

### **I.4.10) Les housseuses :**

Les housseuses sont des machines qui servent à housser les fardeaux d'eau minérale des palettes, les recouvrir des films rétractables pour la stabilité des charges et être commercialisés en toute sécurité.

I.5) Schéma de principe de production d'eau minérale Lalla Khedidja :

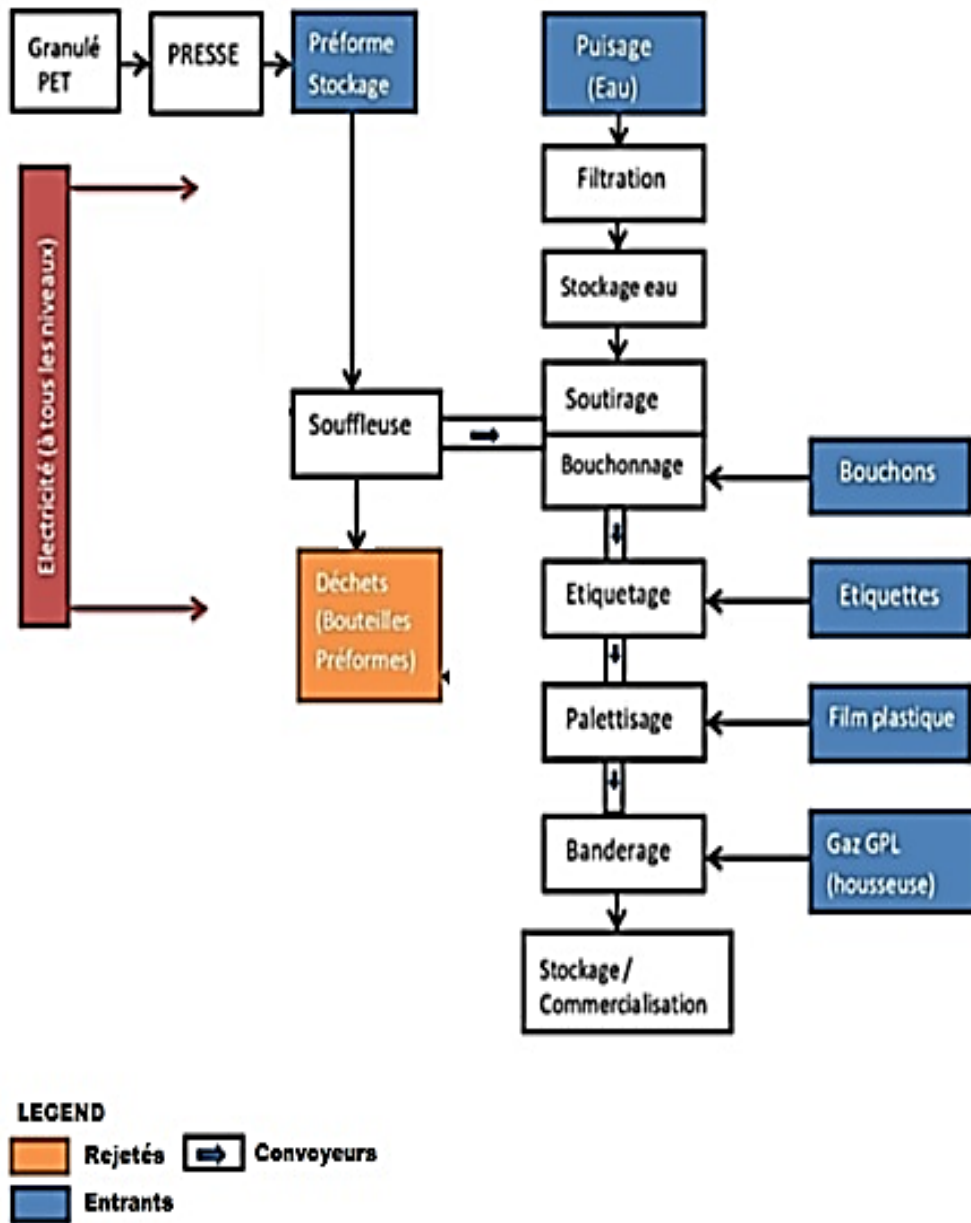


Figure I.6 : Schéma de principe de production d'eau minérale Lalla-Khedidja.

## Chapitre I Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et ses composants

L'étiqueteuse SACMI LABELLING représente l'apogée de la technologie dans le domaine de l'étiquetage industriel. Grâce à son ingénierie avancée et ses systèmes de contrôle sophistiqués, elle permet une opération rapide et efficace tout en assurant une précision millimétrique. Comprendre son fonctionnement détaillé est essentiel pour apprécier la complexité et l'efficacité de cette technologie de pointe.

### **I.6) Données techniques :**

Le tableau suivant, représente les données techniques de l'étiqueteuse SACMI LABELLING.

Données techniques	
Type de machine	étiqueteuse rotative
Voltage	400 V
Fréquence	50 HZ
Voltage auxiliaire	24 Vdc
Puissance nominale	27 KW
Courant nominale	43 A
Pression min-max	5,5-7 bar
Consommation air	200 NI/1'
Valeur émission bruit nominale	80 dbA
Diamètre min-max conteneur	55-110 mm
Hauteur min-max conteneur	150-370 mm
Hauteur min d'encollage étiquette du fond bouteille	15 mm
Longueur min-max étiquette	185-360 mm
Hauteur min-max étiquette	30-175 mm
Cadence de production cph (conteneur/heure)	40000 cph

**Tableau I.1 :** Données techniques.

### **I.7) Principe de fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING :**

Les récipients, qui se trouvent à la verticale sur la bande transporteuse à file unique (1), sont transférés au carrousel central (2) à travers la vis sans fin (3), de l'étoile d'entrée (4) et de la contre-étoile (5). Ensuite, ils sont bloqués et centrés avec précision entre la tête de centrage

## Chapitre I    Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et ses composants

(6), et les plateaux (7). Les récipients ainsi contrôlés sont mis en rotation autour de leur axe par les plateaux au moyen des courroies et des roues dentées pour les récipients cylindriques ou d'une came pour les récipients polygonaux, et ensuite, emmenés à proximité du groupe d'étiquetage (8).

La bande d'étiquette est transférée de la bobine (9) au rouleau de traction (10) au moyen du rouleau tendeur (11), des rouleaux de renvoi (12) et du guide-bande (13).

Le rouleau de traction (10), qui alimente constamment le rouleau de coupe (14) est actionné par un servomoteur qui s'occupe d'ajuster la vitesse selon la longueur de l'étiquette et de contrôler la position correcte du point de coupe.

La coupe de l'étiquette se fait sur le rouleau relatif par la rencontre d'une lame rotative et d'une lame fixe.

Le rouleau de transfert (15) prélève l'étiquette et la transfère au rouleau colle (16) qui l'enduit d'adhésif seulement sur ses deux extrémités.

L'étiquette est donc transférée sur le récipient en rotation : un dispositif de lissage (17) se charge de son application correcte.

Le récipient est ensuite transféré à l'étoile de sortie (18) qui le prend en charge au moment où les têtes de centrage le laissent et qui s'occupe de décharger le récipient sur la bande transporteuse (1)

La figure suivante montre les parties de cette machine

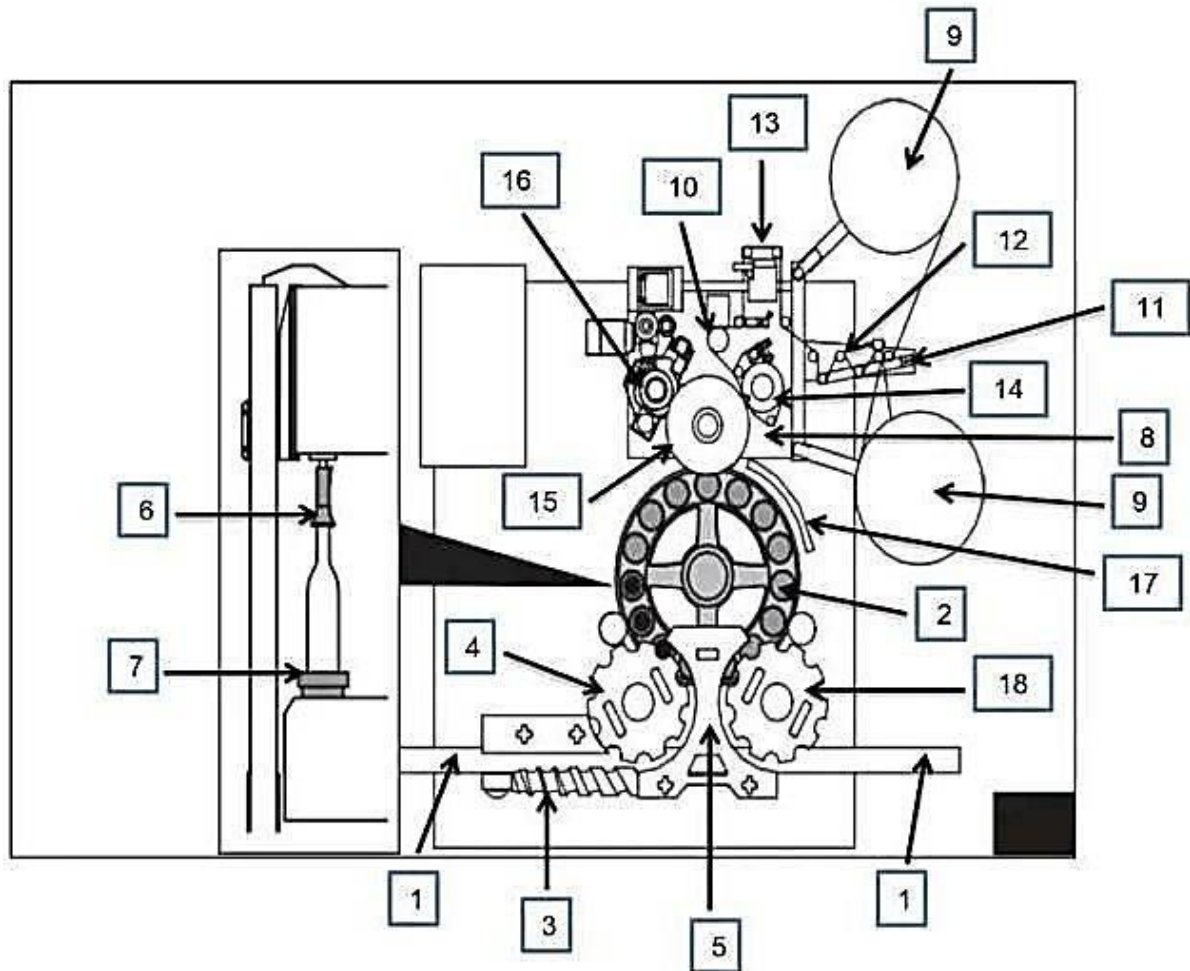


Figure I.7 : Éléments de l'étiqueteuse SACMI labelling.

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| (1) La bande transporteuse à fil unique. | (10) Rouleau de traction.   |
| (2) Carrousel central.                   | (11) Rouleau tendeur.       |
| (3) La vis sans fin.                     | (12) Rouleau de renvoi.     |
| (4) L'étoile d'entrée.                   | (13) Guide bande.           |
| (5) La contre étoile.                    | (14) Rouleau de coupe.      |
| (6) La tête de centrage.                 | (15) Rouleau de transfert.  |
| (7) Les plateaux.                        | (16) Rouleau de colle.      |
| (8) Groupe d'étiquetage.                 | (17) Dispositif de lissage. |
| (9) La bobine.                           | (18) L'étoile de sortie.    |

**I.8) Parties principales de la machine :**

On peut diviser les parties principales de l'étiqueteuse en deux parties qui sont :

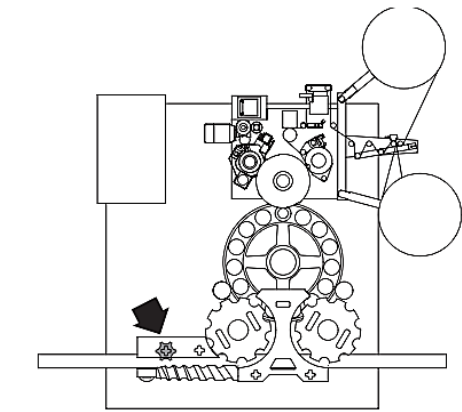
**I.8.1) Transport des récipients :**

**a. Bande transporteuse :**

Elle transporte les récipients au carrousel central à travers le dispositif de blocage récipients, la vis sans fin et l'étoile d'entrée, pour les reprendre une fois étiquetés, de l'étoile sortie, voir la figure I.7.

**b. Dispositif de blocage récipients :**

L'étoile de blocage récipients ou la vis sans fin pour les récipients profilés autorise ou bloque le flux des récipients sur la machine selon l'état de la machine ou l'état des entassements sur les bandes en amont ou en aval de la machine.



**Figure I.8 :** Dispositif de blocage récipients.

**c. Vis sans fin :**

La vis sans fin sépare les récipients et les espaces selon le pas de la machine, en les transfèrent à l'étoile d'entrée.



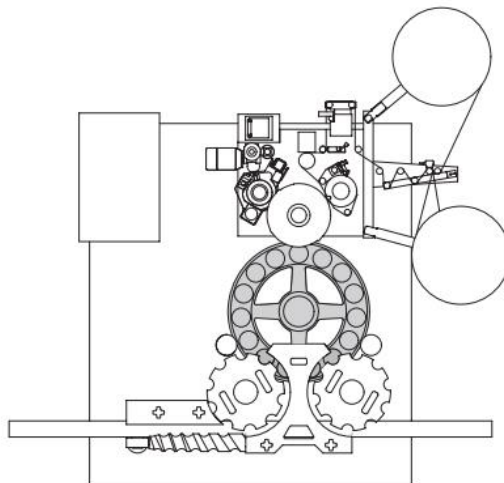
**Figure I.9 : Vis sans fin**

**d. Etoile d'entrée :**

Elle transfère les récipients de la vis sans fin au carrousel central en assumant le positionnement sur les plateaux, ou les récipients sont bloqués par les têtes de centrage au moyen d'une came. Voir la figure I.7.

**e. Carrousel central :**

Il transporte les récipients pendant tout le processus (étiquetage, lissage) jusqu'au déchargement sur l'étoile de sortie.



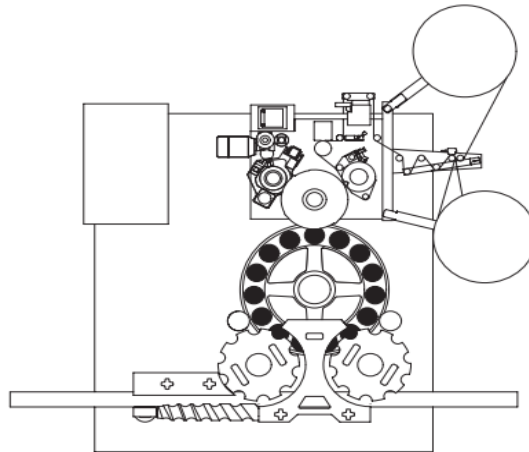
**Figure I.10 : Carrousel centrale.**

### **f. Plateaux :**

Ils s'adaptent en forme et dimension aux récipients à travailler. Leur tâche est d'assurer le positionnement correct du récipient et sa rotation, sans glissement, pendant la phase d'étiquetage.

La transmission aux plateaux peut se faire :

- Par une courroie et des poulies dentées, dans le cas de récipients cylindriques.
- Par une came, dans le cas de récipients polygonaux.



**Figure I.11 : Plateaux.**

### **g. Etoile de sortie :**

Elle transfère les récipients du carrousel central à la bande transporteuse à la sortie définitive.

## **I.8.2) Transfert de la bande d'étiquette :**

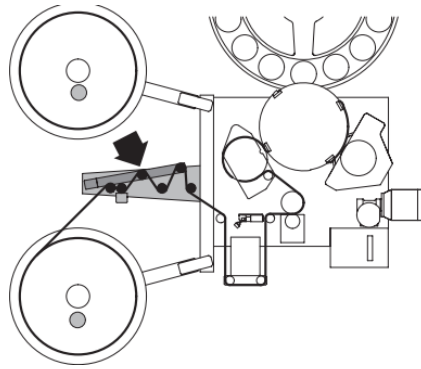
### **a. Cellule photoélectrique de présence de bouteille :**

Elle se trouve près de l'étoile entrée et émet, en présence d'un récipient, un signal qui active le démarrage du processus de d'étiquetage.

### **b. Dispositif de contrôle de la tension de la bande d'étiquette :**

Ce dispositif maintient la tension constante de la bande pendant le processus de débobinage. Il contrôle un frein électromagnétique en utilisant le rouleau tendeur : le

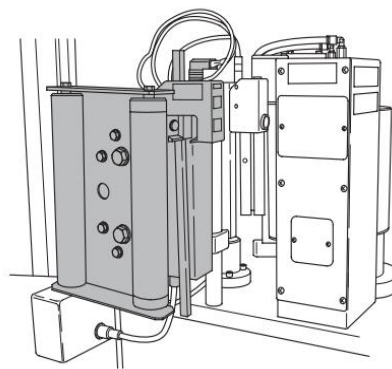
mouvement du rouleau tendeur autour de son axe est détecté par un capteur qui permet de moduler le freinage de la bobine et donc de régler la tension de la bobine.



**Figure I.12 :** Dispositif de contrôle de la tension de la bande d'étiquette.

### **c. Guide-bande :**

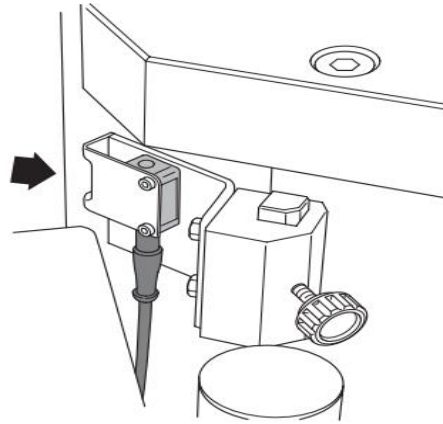
Le Guide-bande positionne la bande d'étiquette en mouvement par rapport au bord. Il corrige les déplacements de la position nominale en empêchant la dérive latérale de la bande d'étiquette.



**Figure I.13 :** Guide bande.

### **d. Cellule photoélectrique présence film :**

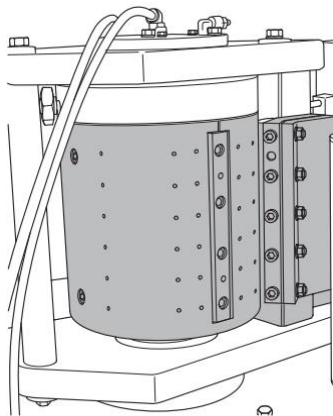
Montée en amont du rouleau de coupe, elle détecte la présence du film d'étiquette. Lorsque la présence de l'étiquette n'est pas détectée, la cellule photoélectrique lance un signal qui arrête la machine.



**Figure I.14 :** Cellule photoélectrique présence film.

**e. Rouleau de coupe :**

Il exécute la coupe des étiquettes de la bobine avec une lame fixe et une lame rotative. Il a des rangés de petits trous en dépression qui permettent de soutenir l'étiquette pendant le passage au rouleau de transfert.



**Figure I.15 :** Rouleau coupe.

**f. Rouleau de transfert :**

Il transfère l'étiquette du rouleau de coupe au récipient, en passant par le rouleau colle. Par effet des parties en saillies, qui se trouvent sur le rouleau de transfert, pendant le passage sur le rouleau de colle, l'adhésif est appliqué sur les extrémités de l'étiquette. Il a des rangés de petits trous en dépression qui permettent de soutenir l'étiquette pendant le passage au récipient en

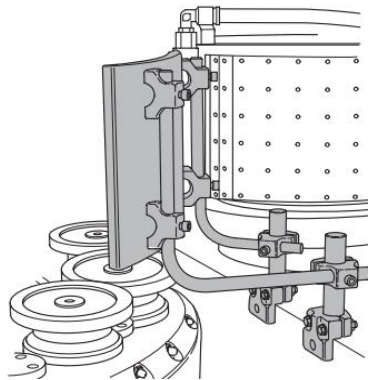
rotation. La bande de colle présente sur le bord initial permet l'application de l'étiquette sur le récipient, tandis que la bande sur le bord final de l'étiquette garantit sa fermeture correcte.

### **g. Cellule photoélectrique étiquette non transférée :**

Montée en face du rouleau de transfert, elle détecte la présence de l'étiquette non transférée et lance un signal qui arrête la machine.

### **h. Dispositif de lissage :**

Il presse l'étiquette sur le récipient en favorisant la fermeture des extrémités superposées.



**Figure I.16 :** Dispositif de lissage.

### **i. Cellule photoélectrique bobine terminée :**

Montée sur le support bobine, elle détecte que la bobine est en train de se terminer et lance un signal qui arrête la machine.

## **I.9) Tableau des commandes et tableau opérateur :**

Ce tableau de commande permet le contrôle, la commande et la surveillance de la machine. Du tableau opérateur, il est possible d'effectuer les opérations suivantes :

- Programmer le cycle de travail.
- Programmer ou modifier les paramètres de travail.
- Afficher les messages et les valeurs des paramètres de travail.
- Afficher les paramètres de production.

### **I.10) Capteurs de la machine :**

Un capteur est un dispositif permettant d'interpréter l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur électrique. Il existe trois familles de capteurs : capteur tout-ou-rien, capteur analogique et capteur numérique.

Les capteurs utilisés dans notre système sont :

#### **I.10.1) Capteur photoélectrique :**

Un capteur photoélectrique permet de détecter un objet cible grâce à un faisceau lumineux, il est constitué d'un émetteur (contenant une diode électroluminescente) et d'un récepteur de lumière (avec phototransistor). Lorsqu'un objet atteint par le faisceau lumineux, ce dernier est alors réfléchi vers le récepteur.

Ce type de capteur permet de détecter les objets de toutes formes et ce, à grande distance.



**Figure I.17 :** Capteur photoélectrique.

#### **I.10.2) Sonde de température pt100 :**

Une sonde pt100 est un type de capteurs de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à base de platine (Pt) et à une résistance de 100 ohms à 0°C. Elle fonctionne selon le principe de l'augmentation ou la diminution de la résistance électrique face à un changement de température.



**Figure I.18 :** Sonde de température pt100.

### **I.10.3) Capteur de fin de course :**

Un capteur de fin de course est un bouton poussoir actionné par un mouvement mécanique. La détection s'effectue par contact d'un objet extérieur sur le levier ou un galet.

Ce capteur peut prendre alors deux états logiques :

- Enfoncé (en logique positive l'interrupteur est fermé).
- Relâché (en logique positive l'interrupteur est ouvert).



**Figure I.19 :** Capteur de fin de course .

Il se trouve sur :

- Les quatres portes de l'étiqueteuse.
- L'armoire électrique.
- L'étoile d'entrée.
- L'étoile de sortie.
- La vis sans fin.

### **I.11) Pré-actionneurs de la machine :**

Les pré-actionneurs sont des constituants qui, sur l'ordre de la partie de commande, assurent la distribution de l'énergie utile aux actionneurs.

#### **I.11.1) Le sectionneur :**

Le sectionneur est un appareil de connexion qui permet d'isoler (c'est sa fonction) un circuit pour effectuer des opérations de maintenance ou de modification sur les circuits électriques qui se trouvent en aval.



**Figure I.20 : Sectionneur.**

#### **I.11.2) Le contacteur :**

Le contacteur est un relais électromagnétique qui permet, grâce à des contacts (poles) de puissance, d'assurer le fonctionnement des récepteurs de fortes puissances. Il possède aussi les contacts auxiliaires intégrés ouverts ou fermés.

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment.

Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts.



**Figure I.21 :** Contacteur.

Dans notre système, on trouve les contacteurs à l'intérieur de l'armoire électrique.

### **I.11.3) Le relais thermique :**

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre la surcharge et coupures de phase. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur.

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande d'un contacteur qui coupe le courant dans le récepteur.

Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente.



**Figure I.22 :** Relais thermique.

Il se trouve à l'intérieur de l'armoire électrique de l'étiqueteuse .

### **I.11.4) Le variateur de vitesse à fréquence :**

Le variateur de vitesse à fréquence permet de moduler la vitesse de rotation des moteurs électriques, une nécessité pour de nombreux procédés industriels.

L'application de variateur de vitesse à fréquence est applicable sur les plus petits et les plus grands moteurs.



**Figure I.23 :** Variateur de vitesse à fréquence.

Il se trouve dans :

- L'armoire électrique .
- Intégré sur le moteur principal.
- Intégré sur le moteur de traction.
- Pompe à colle.

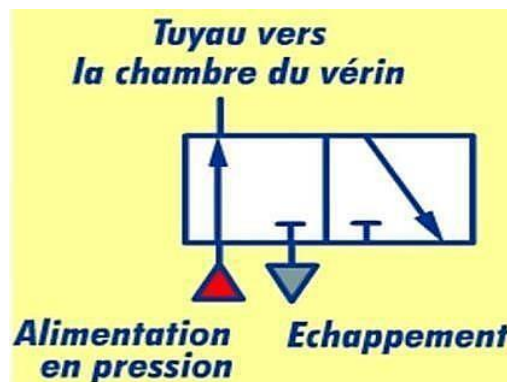
### **I.11.5) Les distributeurs pneumatiques :**

Un distributeur pneumatique est un élément de la chaîne d'énergie. Il distribue de l'air comprimé aux actionneurs pneumatiques (verins) à partir d'un signal de commande (pilotage). Un distributeur sera identifié par le nombre de tuyaux que l'on connecte (on parle alors d'orifices) et le nombre de position que peut occuper le tiroir.



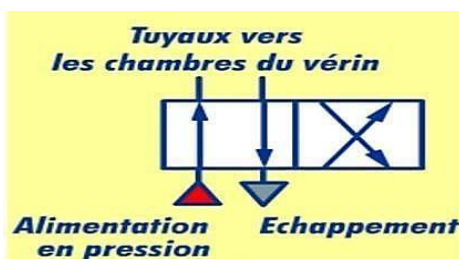
**FigureI.24 :** Distributeur pneumatique.

Si le vérin est à simple effet : Il ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter sur le vérin, on utilise alors un distributeur ne comportant qu'un seul orifice de sortie, c'est-à-dire un distributeur 3/2, trois orifices et deux positions.



**FigureI.25 :** Schéma d'un distributeur 3/2.

Si le vérin est à double effet : Il comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement. On utilise alors un distributeur 4/2 ou 5/2.



**FigureI.26 :** Schéma d'un distributeur 4/2.



**FigureI.27 :** Schéma d'un distributeur 5/2.

**I.12) Actionneurs de la machine :**

Les actionneurs sont les éléments qui vont nous permettre de réaliser des actions (mouvement,...).

**I.12.1) Les moteurs asynchrones triphasés :**

Les moteurs asynchrones triphasés représentent plus de 80% du parc moteur électrique. Ils sont utilisés pour transformer l'énergie électrique en énergie mécanique grâce à des phénomènes électromagnétiques.

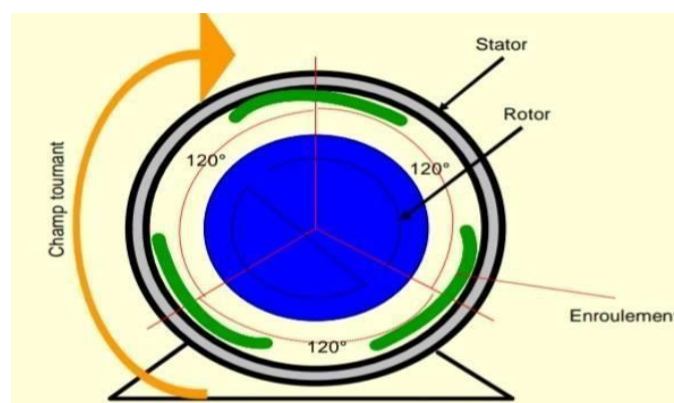
C'est une machine robuste économique à l'achat et nécessitant peu de maintenance. De plus la vitesse de rotation est presque constante.



**Figure I.28 :** Moteur asynchrone triphasé.

Le stator du moteur asynchrone triphasé supporte trois enroulements, décalés de  $120^\circ$ , alimenté par une tension alternative triphasée.

Ces trois bobines produisent un champ magnétique qui a la particularité de tourner autour de l'axe de stator suivant la fréquence de la tension d'alimentation, ce champ magnétique est appelé champ tournant.



**Figure I.29 :** Schéma des éléments du moteur asynchrone triphasé.

Le moteur asynchrone triphasé se trouve dans :

- Moteur principal au dessus de la machine (partie inférieure).
- Moteur tête (partie supérieure).
- Moteur pompe à colle.

### **I.12.2) Les vérins pneumatiques :**

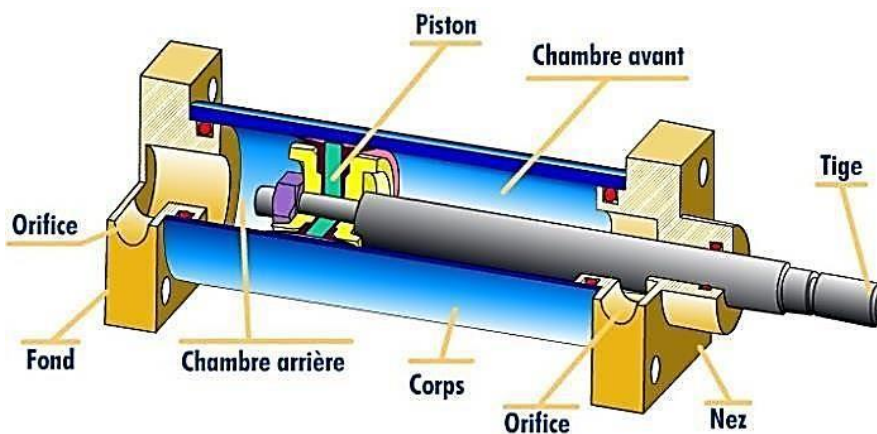
Un vérin pneumatique est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique.



**Figure I.30 :** Vérin pneumatique.

Quelques soit le vérin, son type et son constructeur, il sera constitué de memes éléments. Le piston est solidaire de la tige qui peut se déplacer à l'intérieur du corps. Le corps est délimité par le nez et le fond dans lesquels sont aménagés les orifices d'alimentation en air comprimé.

Les espaces vides qui peuvent être remplis d'air comprimé s'appellent les chambres.



**Figure I.31 :** Eléments de vérin pneumatique.

Le vérin pneumatique fonctionne comme suit : l'air comprimé pénètre dans l'une des chambres et va pousser le piston; La tige se déplace; L'air présent dans l'autre chambre est donc évacué du corps de vérin.

Dans notre système, le vérin pneumatique se trouve dans :

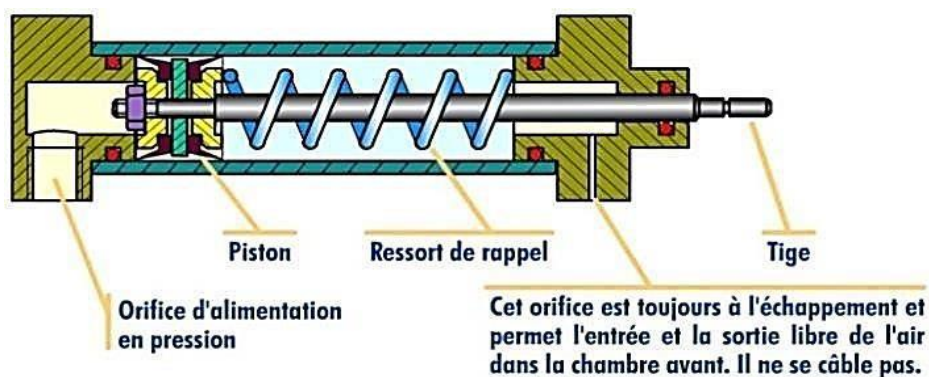
- le rouleau colle (à double effet).
- le rouleau traction (simple effet).
- l'étoile d'entrée.
- La partie jonction automatique (non utilisé).
- Lame de coupe.

On a deux sortes de vérins qui sont :

### a) Vérin simple effet :

Un des mouvements de la tige est obtenu à l'aide d'un ressort de rappel qui se comprime lorsque s'effectue l'autre mouvement.

La position obtenue lorsque le ressort se détend (en absence d'air comprimé dans l'autre chambre) s'appelle la position repos.

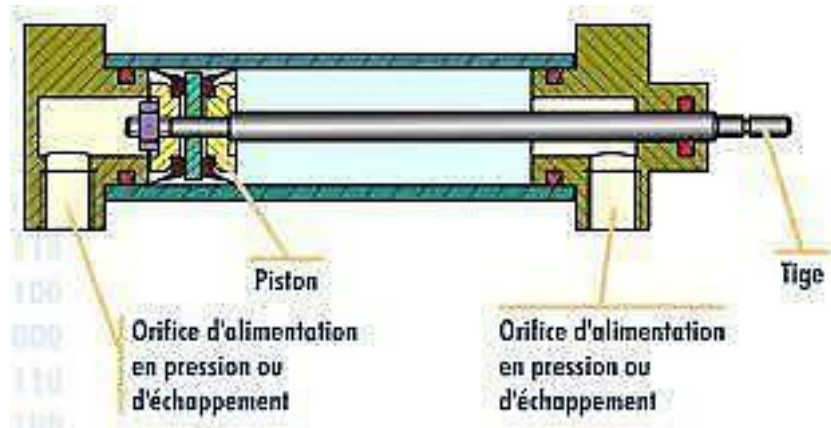


**FigureI.32** : Schéma de vérin simple effet.

### b) Vérin double effet :

Le piston peut se déplacer librement dans le corps lorsqu'il est poussé par l'air comprimé.

En absence de l'air comprimé, il reste en position (tige d'entrée ou sortie).



**Figure I.33 :** Schéma de vérin double effet.

**I.12. 3)Pompe a vide :**

Une pompe à vide est un type de pompe qui permet de créer un vide, c'est-à-dire extraire l'air, elle est utilisée dans l'étiqueteuse SACMI LABELLING pour l'aspiration des étiquettes.



**Figure I.34 :** Pompe à vide .

Sa localisation est sur :

- Rouleau de coupe.
- Rouleau de traction

**I.12.4) Pompe à colle :**

Une pompe à colle est un dispositif qui permet d'appliquer de manière précise et régulière la colle sur les étiquettes avant leur applications sur les bouteilles d'eau minérale. Elle est conçue pour distribuer la bonne quantité de colle nécessaire à une adhérence efficace des étiquettes tout en évitant le gaspillage.

Son localisation est sur :

- Distributeur de colle.
- Racleur.
- Bac à colle.

### **I.13) Problématique posée :**

Revenant à la machine traitée, l'étiqueteuse SACMI LABELLING qui a une partie mécanique avec de nombreux inconvénients tels que :

- En cas de panne, elle est compliquée à réparer et ça prend beaucoup de temps.
- Elle a trop de bruit.
- Une fois le courroie est dégradé, l'étiquette sera mal finie

C'est pour cette raison qu'ils nous ont proposé d'intégrer des servomoteurs à la place de cette partie mécanique.

### **I.14) Définition d'un variateur G120 :**

Un variateur G120 est un appareil électronique qui permet de contrôler la vitesse et le couple d'un moteur électrique triphasé asynchrone. Il est couramment utilisé dans les applications industrielles pour ajuster la vitesse de rotation des machines et des équipements.

Le variateur G120 est fabriqué par Siemens et fait partie de la gamme SINAMICS.

Il est robuste, fiable et a une large gamme de fonctionnalités.



**Figure I.35 : Servomoteur.**

### **I.15) Fonctionnement du variateur G120 :**

- Alimentation : Le variateur G120 est raccordé au réseau électrique triphasé.
- Conversion de fréquence : Le variateur G120 convertit le courant alternatif (CA) du réseau électrique en un CA variable fréquence.
- Contrôle du moteur : La tension et la fréquence du CA variable sont appliquées au moteur électrique. En ajustant la fréquence, le variateur G120 contrôle la vitesse de rotation du moteur.
- Rétroaction : Le variateur G120 peut recevoir des informations en retour du moteur, telles que sa vitesse et son couple, afin d'optimiser le contrôle.

### **I.16) Avantages du variateur G120 :**

L'utilisation d'un variateur G120 offre plusieurs avantages, notamment :

- Amélioration de l'efficacité énergétique : En ajustant la vitesse du moteur à la charge réelle, le variateur G120 permet de réduire la consommation d'énergie.
- Amélioration des performances : Le variateur G120 permet un contrôle précis de la vitesse et du couple, ce qui peut améliorer les performances des machines et des équipements.
- Amélioration de la durée de vie du moteur : En réduisant la sollicitation du moteur, le variateur G120 peut augmenter sa durée de vie.
- Réduction du bruit : Le variateur G120 peut contribuer à réduire le bruit du moteur, améliorant ainsi l'environnement de travail.
- Facilité d'utilisation : Le variateur G120 est généralement facile à programmer et à utiliser, grâce à son interface intuitive et à ses fonctions de diagnostic.

Les servomoteurs sont contrôlés par un signal de commande qui détermine la position souhaitée de l'axe de sortie. Ce signal est généralement un signal de largeur d'impulsion modulée (PMW).

Il existe deux types de servomoteurs : analogique et numérique, ceux qui sont numériques offrent souvent des performances plus précises et plus rapides.

Les principaux paramètres à considérer incluent la plage de rotation, la vitesse, le couple, la résolution, la précision et la répétabilité.

## Chapitre I Fonctionnement de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et ses composants

Les servomoteurs sont faciles à installer et à utiliser, avec généralement seulement trois fils pour l'alimentation, la masse et le signal de commande.

Leurs avantages se résument comme suit :

- Facilité de contrôle.
- Bonne répétabilité .
- Grande précision.
- Compatibilité avec différents microcontrôleurs et systèmes de contrôle.

En résumé, les servomoteurs sont des composants essentiels dans de nombreux domaines où un mouvement précis et contrôlé est nécessaire, grâce à leur capacité à maintenir une position souhaitée en réponse à un signal de commande.

### **I.17) Conclusion :**

Après avoir vu les différents composants de l'étiqueteuse SACMI LABELLING et son principe de fonctionnement, on a exposé la problématique de ce système qui est la partie mécanique et ils nous ont proposé de la remplacer par des servomoteurs.

La prochaine étape est de modéliser notre système en utilisant GRAFCET et ceci fera l'objet du chapitre II.

# **Chapitre II**

## **Modélisation par l'outil GRAFCET**

## II.1) Introduction :

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) ou SFC (Séquentiel Fonction Charte) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automate. Il permet de définir de manière séquentielle l'évolution des sorties de l'automate en fonction des entrées. Ce mode de présentation est indépendant de la technologie utilisée dans l'automatisme, et traduit d'une façon cohérente le cahier de charge de l'automatisme.

## II.2) Eléments du GRAFCET :

Le GRAFCET comprend :

- Des étapes associées à des actions.
- Des transitions associées à des réceptivités.
- Des liaisons orientées reliant étapes et transitions.

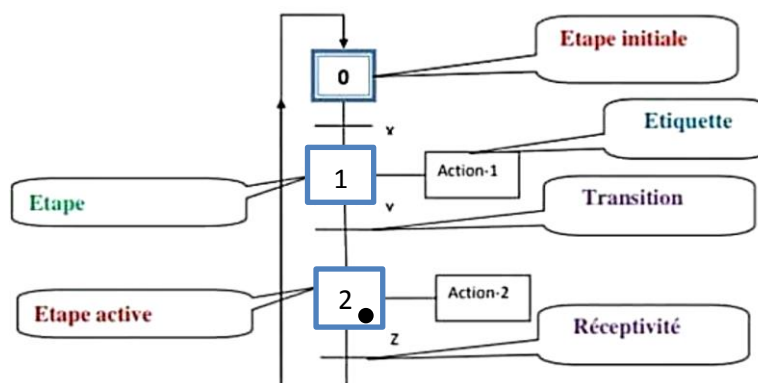


Figure II.1 : Éléments du GRAFCET.

### II.2.1) Etape :

Une étape correspond à une situation dans laquelle le comportement du système par rapport à ses entrées et ses sorties est invariant. Les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape, on peut associer une ou plusieurs actions.

Une étape est soit active ou inactive. D'un point de vue logique, l'étape  $i$  sera représentée par une variable booléenne  $x_i$ . Donc  $x_i=1$  quand l'étape est active et  $x_i=0$  quand l'étape est inactive.



Figure II.2 : Etape.

Il existe aussi des étapes sources et des étapes puits. Une étape est appelée ‘étape source’ si elle n’est pas reliée en amont à une transition. De la même façon, une étape est appelée ‘étape puits’ si elle n’est pas reliée en aval à une transition.

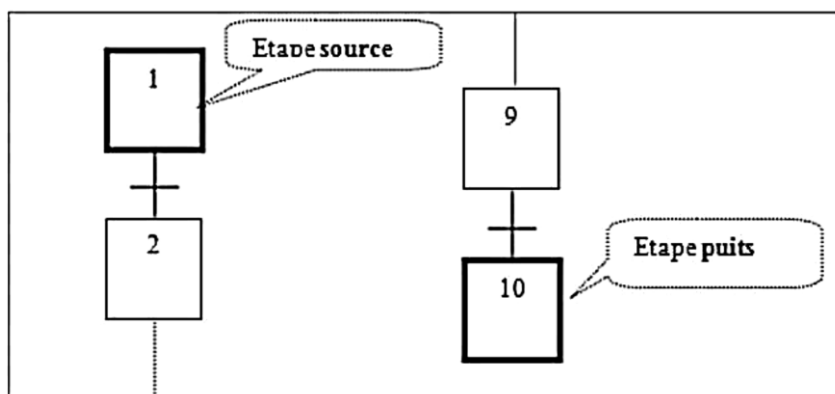


Figure II.3 : Etape source et étape puits.

II.2.2) Etape initiale :

Une étape initiale caractérise l’état du système au début de fonctionnement. Elle est représentée par un carré double. Il peut y avoir plusieurs étapes initiales sur un GRAFCET.



Figure II.4 : Etape initiale.

### II.2.3) Macro-étape :

Une macro-étape (ME) est la représentation unique d'un ensemble d'étapes et de transitions nommé 'Expansion d'étapes'. La macro-étape se substitue à une étape de GRAFCET. L'expansion de ME comporte une étape d'entrée et une étape de sortie repérées E et S. Une macro-étape est utilisée pour simplifier la représentation, pour la rendre plus lisible, ou pour insister sur certaines structures sans se perdre dans les détails.

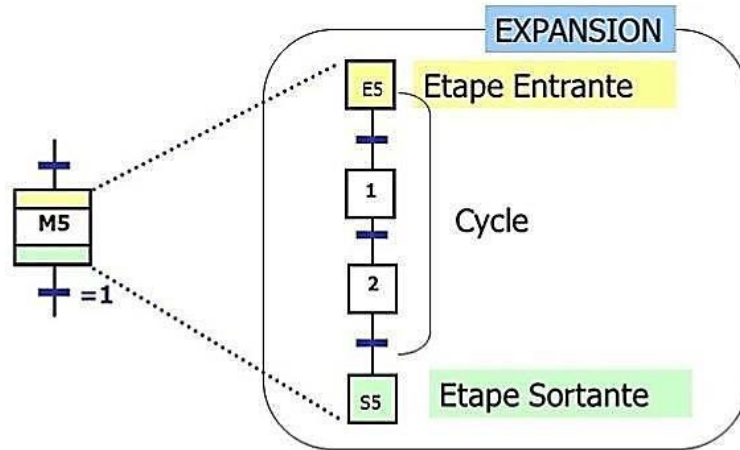


Figure II.5 : Macro-étape.

#### Remarque :

- Il ne peut y avoir d'action associée à une macro-étape.
- Une macro-étape n'est pas une étape, car elle représente un ensemble d'étapes, elle ne suit donc pas les règles d'évolution des étapes.
- Une expansion comme une macro-étape ne peut pas se retrouver plusieurs fois dans une description.
- Une expansion n'est pas un GRAFCET, mais une partie d'un GRAFCET, elle ne peut donc être bouclée.

### II.2.4) Tache :

Cette étape se différencie de la macro-étape par son nom unicité. Une tache est un sous-programme et peut être appelé à plusieurs reprises dans un même GRAFCET. La description d'une tache sous la forme d'un GRAFCET indépendant permet de simplifier l'analyse et de simplifier la programmation.

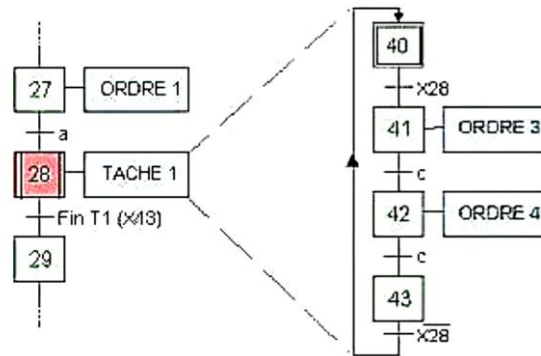


Figure II.6 : Tache.

II.2.5) Action :

Une ou plusieurs actions peuvent être associées à une étape. Les actions associées à une étape traduisent ce qui doit être fait si l'étape est active.

Une action est représentée en général par un rectangle à droit de l'étape. Elle peut être externe (sortie d'automatisme pour commander le procédé) ou interne (temporisation, comptage...).



Figure II.7 : Action externe.

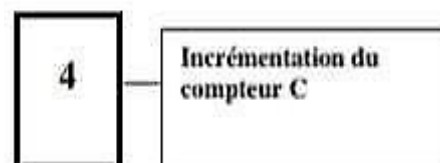


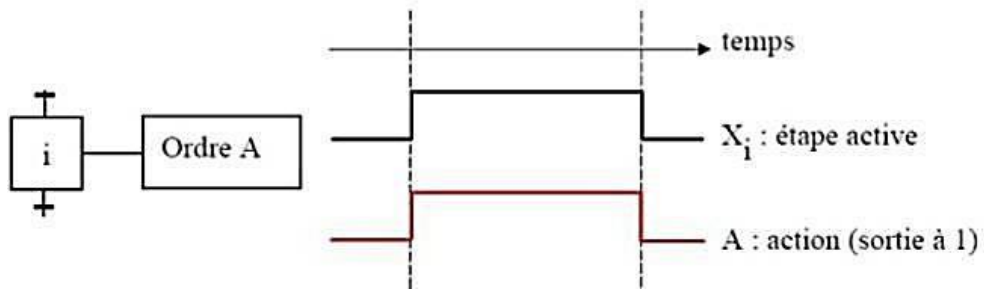
Figure II.8 : Action interne.

Il existe 5 types d'actions :

- Les actions continues.
- Les actions conditionnelles.
- Les actions mémorisées.
- Les actions impulsionnelles.
- Les actions de forçage.

**II.2.5.1) Action continue :**

Une action associée à une étape est dit continue lorsque sa durée d'exécution est identique à la durée d'activité de l'étape. Dans ce cas, aucun symbole n'est nécessaire.



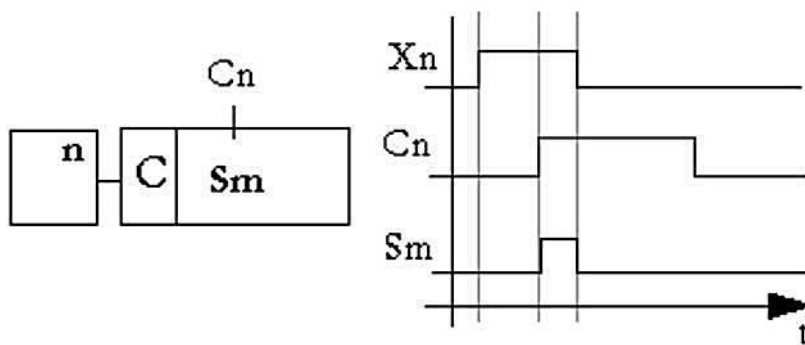
**Figure II.9 :** Action continue et son chronogramme.

**II.2.5.2) Action conditionnelle :**

Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape n associée est active et si la condition associée est vraie. Elle est décomposée en 3 cas particulier :

**A) Action conditionnelle simple : Type C (Condition)**

Une action conditionnelle simple est l'exécution de l'action est soumis à une condition.



**Figure II.10 :** Action conditionnelle simple et son chronogramme.

**B) Action conditionnelle retardée : Type D (Delay)**

Une action conditionnelle retardée sur l'étape n est une action conditionnelle ou la condition s'écrit : ''t1/Xn/d'' avec d, délai associé au retard.

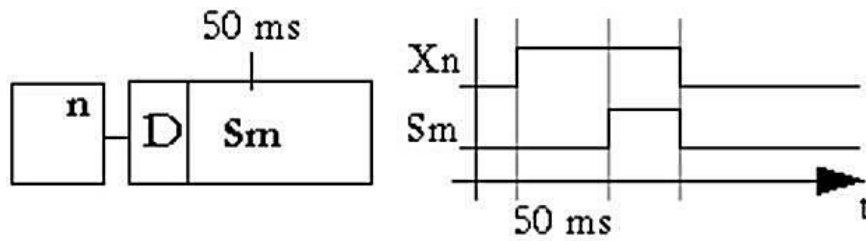


Figure II.11 : Action conditionnelle retardée et son chronogramme.

C) Action conditionnelle limitée : Type L (Limited)

Une action conditionnelle limitée dans le temps sur l'étape n est une action conditionnelle où la condition s'écrit non (L/Xn) avec L la durée associée à la limitation temporelle.

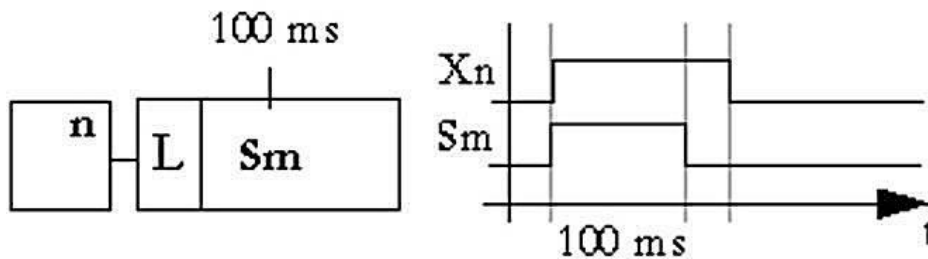


Figure II.12 : Action conditionnelle limitée et son chronogramme.

II.2.5.3) Action mémorisée :

Une étape à action mémorisée permet de mettre la sortie correspondante dans un état spécifié lors de son activation. Sa désactivation ne remet pas la sortie associée à son état d'origine : le passage dans un autre état de cette sortie devra être décrit explicitement par une autre étape.

Ainsi la mémorisation à état vrai d'une sortie se symbolise par la lettre S (set) et la mémorisation à l'état faux par la lettre R (reset) dans le cadre de l'action attachée à l'étape.

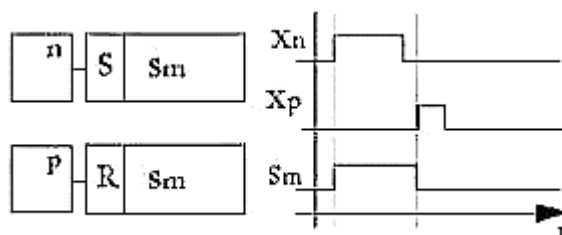
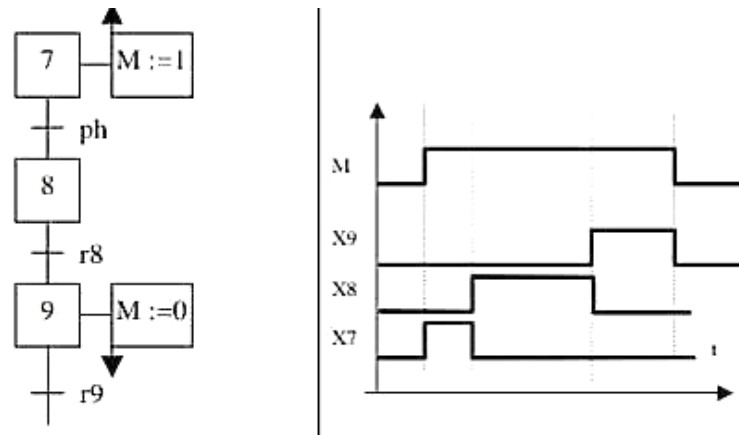


Figure II.13 : Action mémorisée et son chronogramme.

**II.2.5.4) Action impulsionnelle :**

Une action impulsionnelle est une action temporisée de durée très petite mais suffisante pour obtenir l'effet souhaité.



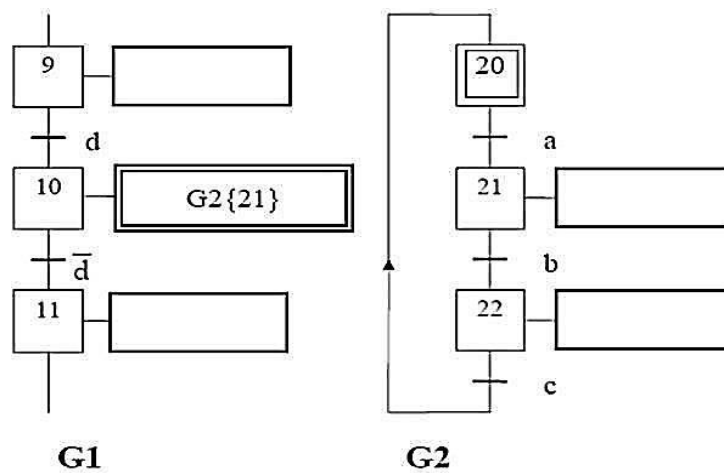
**Figure II.14 :** Action impulsionnelle et son chronogramme.

**Remarque :**

Généralement on trouve les actions impulsionnelles sous forme d'actions mémorisées.

**II.2.5.5) Action de forçage :**

Le forçage est une action, notée dans un double cadre, qui agit sur le graphe  $G_i$ , hiérarchiquement "inférieur" ou "esclave" en configurant ce grafcet, depuis n'importe quelle situation, dans un état donné.

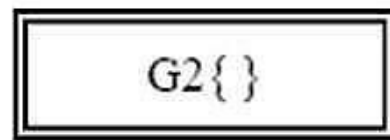


**Figure II.15 :** Action de forçage.

L'activation de l'étape 10 du grafcet G1 (maitre) force le GRAFCET G2 (esclave). L'étape 21 est activé (forcé à 1), les autres étapes du GRAFCET G2 sont désactivées (forcées 0).

Avec l'action de forçage on peut également forcer un GRAFCET :

- En situation initiale.
- En situation vide ou désactivation.



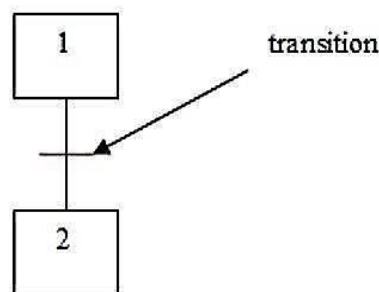
**Figure II.16 :** Forçage en situation initiale. **Figure II.17 :** Forçage en situation ou désactivation.

### II.2.6) Transition :

Une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. Le passage de l'une à l'autre s'effectue par le franchissement d'une transition.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont achevées.

Une transition entre deux étapes se représente par une barre perpendiculaire aux liaisons orientées.



**Figure II.18 :** Transition.

Il existe aussi des transitions source et des transitions puits. Une transition est appelée "transition source" si elle n'est pas reliée en amont à une étape. De la même façon, une transition est appelée "transition puits" si elle n'est pas reliée en aval à une étape.

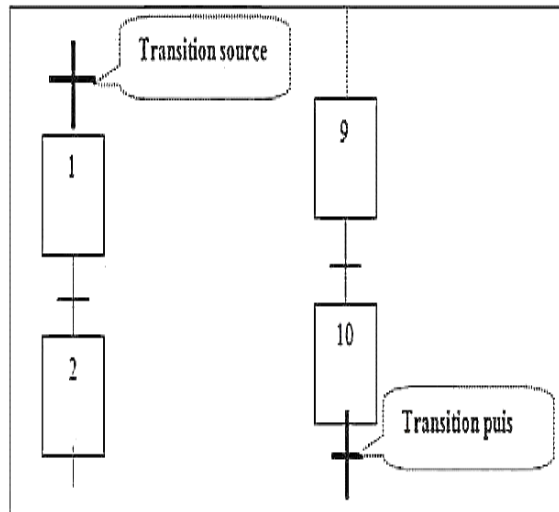


Figure II.19 : Transition source et transition puis.

### II.2.7) Réceptivité

Elle peut s'écrire sous (expression booléenne, avec des « ET » et des « OU », d'information provenant de capteurs). Elle regroupe toutes les conditions et uniquement celles qui sont nécessaires au franchissement de la transition. La réceptivité est inscrite au droit de la transition.

On peut trouver :

#### II.2.7.1) Réceptivité à niveau :

Elle fait intervenir une condition logique.

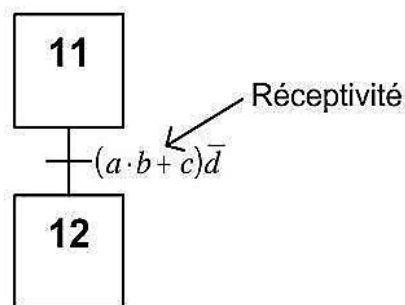
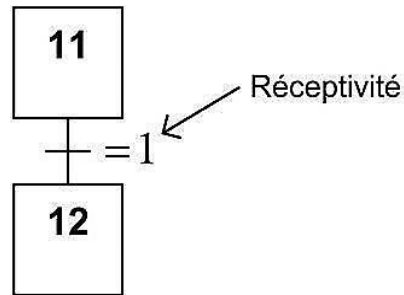


Figure II.20 : Réceptivité à niveau.

**II.2.7.2) Réceptivité toujours vraie :**

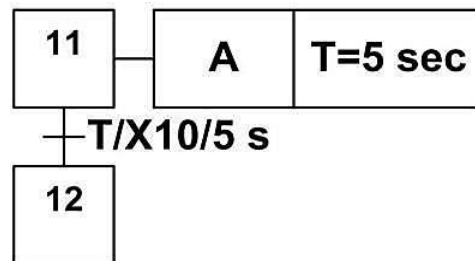
Réceptivité dont la valeur logique est toujours 1.



**Figure II.21 :** Réceptivité toujours vraie.

**II.2.7.3) Réceptivité temporisée :**

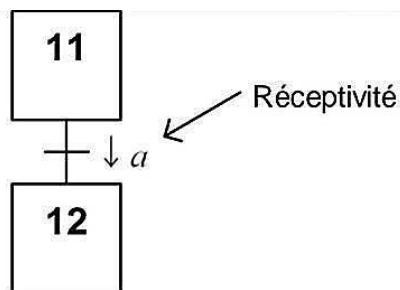
Réceptivité qui fait intervenir le temps comme condition.



**Figure II.22 :** Réceptivité temporisée.

**II.2.7.4) Réceptivité impulsionnelle :**

Réceptivité qui fait intervenir soit un front montant ou un front descendant.



**Figure II.23 :** Réceptivité impulsionnelle.

### II.2.8) Liaisons orientées :

Elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.

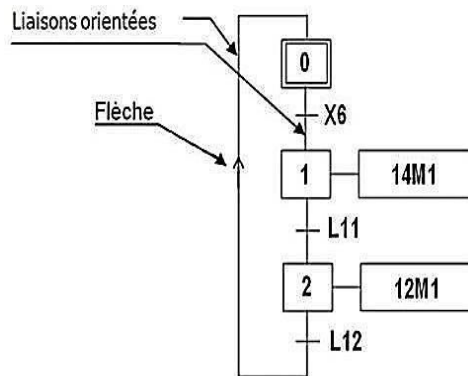


Figure II.24 : Liaisons orientées

### II.3) Règle du GRAFCET :

#### II.3.1) Situation initiale :

Un GRAFCET commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant évolution du cycle.

#### II.3.2) 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 alors obligatoirement franchie.

#### II.3.3) Evolution des étapes actives :

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation des étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.

#### II.3.4) Transitions simultanées :

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

#### II.3.5) Activation et désactivation simultanées :

Si au cours de franchissement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément elle reste active.

II.4) Structure de base :

Nous pouvons avoir, dans un cycle machine complet, des séquences simultanées, ou des choix de séquence.

II.4.1) Divergence et convergence en ET :

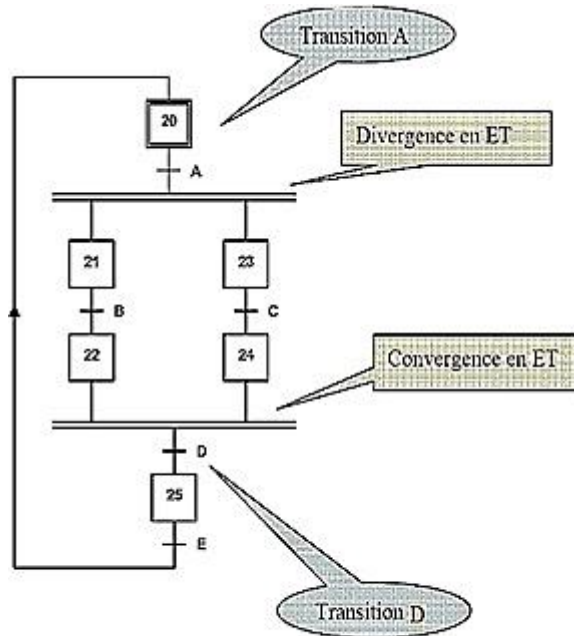


Figure II.25 : Divergence et convergence en ET.

Divergence en ET : représentation par 2 trait identique et parallèle ; lorsque la transition A est franchie les étapes 21 et 23 sont actives.

Convergence en ET : La transition D sera active lorsque les étapes 22 et 24 seront actives, si la réceptivité associée à la transition D est vraie alors elle est franchie et l'étape 25 devient active et désactive les étapes 22 et 24.

Le nombre de branche peut être supérieur à 2. Après une divergence en ET on trouve une convergence en ET.

II.4.2) Divergence et convergence en OU:

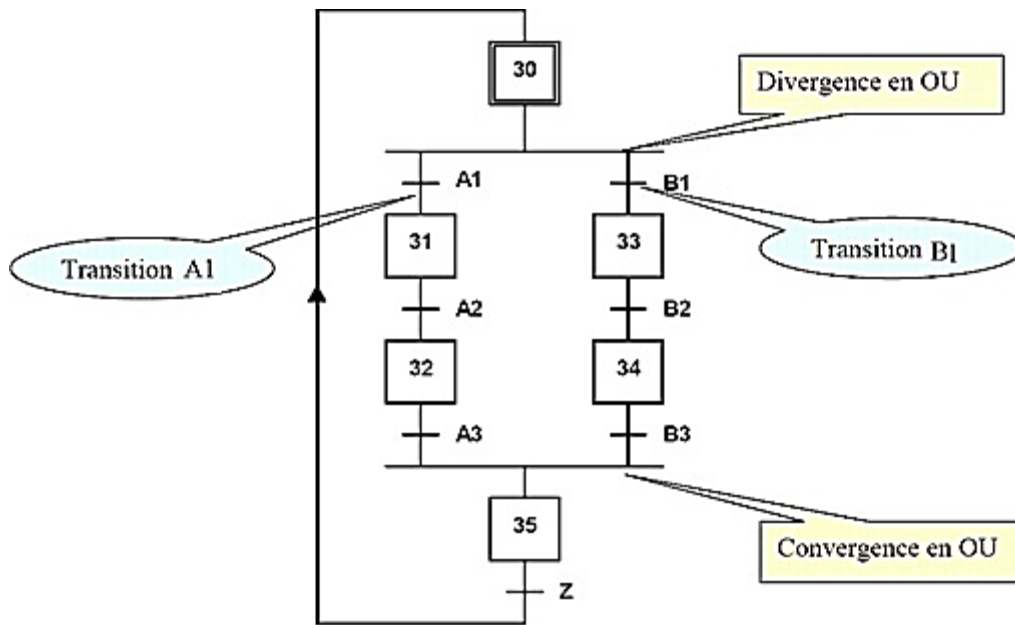


Figure II.26 : Divergence et convergence en OU.

Divergence en OU : L'évolution du système se dirige vers une des branches en fonction des réceptivités A1, B1 et de leurs transitions associées.

Convergence en OU : Après une divergence en OU on trouve une convergence en OU vers une étape commune dans l'exemple étape 35.

Le nombre de branche peut être supérieur à 2. A1 et B1 ne peuvent pas être vrais simultanément.

II.4.3) Saut d'étapes :

Le saut d'étape permet de sauter une ou plusieurs étapes en fonction de la progression d'un cycle.

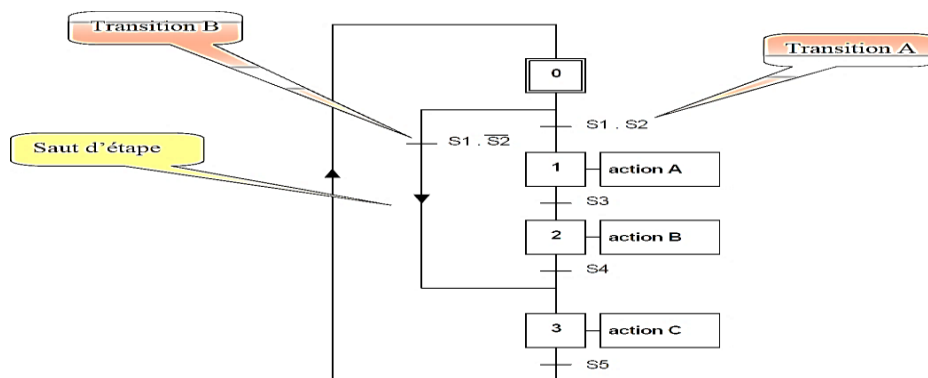


Figure II.27 : Saut d'étapes.

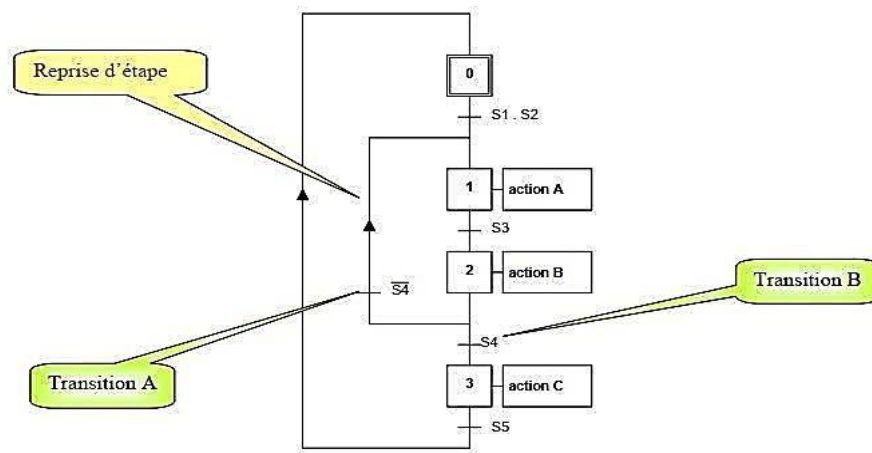
Sur le GRAFCET ci-dessus après l'étape initiale 0, un choix entre deux transitions A et B s'effectue :

La transition A associée à sa réceptivité nous permet de continuer le cycle sur l'étape 1.

La transition B associée à sa réceptivité nous permet de passer à l'étape 3. Les étapes 1 et 2 sont ignorées lors du cycle.

**II.4.4) Reprise d'étapes :**

La reprise d'étapes permet de ne pas continuer le cycle mais de reprendre une séquence précédente lorsque les actions à réaliser sont répétitives.



**Figure II.28 :** Reprise d'étapes.

Sur le GRAFCET ci-dessus après l'étape 2 un choix entre deux transitions A et B s'effectue :

La transition A associée à sa réceptivité nous permet de reprendre le cycle sur l'étape 1.

La transition B associée à sa réceptivité nous permet de passer à l'étape 3.

**II.5) Type de GRAFCET :**

Il existe trois types du GRAFCET qui sont :

**II.5.1) GRAFCET de niveau 1 :**

Le GRAFCET niveau 1 donne une interprétation de la solution retenue pour un problème posé. Il permet une compréhension globale du système.

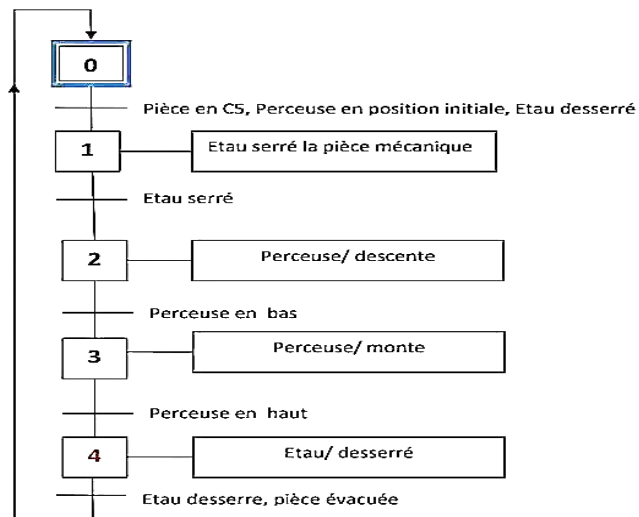


Figure II.29 : Exemple de GRAFCET de niveau 1.

II.5.2) GRAFCET de niveau 2 :

Représentation technologique, donne une interprétation en tenant compte des choix technologiques relatifs à la partie de commande et opérative de l'automatisme.

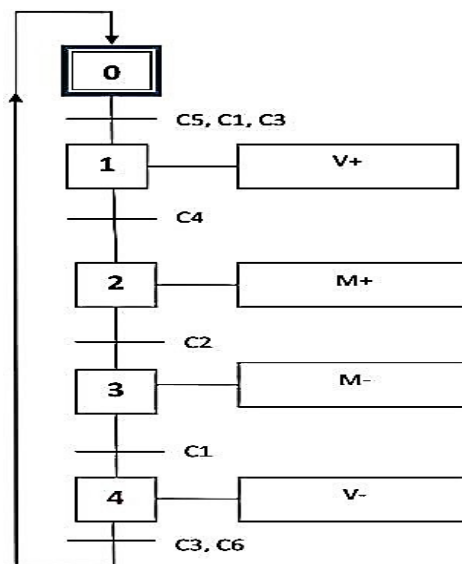


Figure II.30 : Exemple de GRAFCET de niveau 2.

II.5.3) GRAFCET de niveau 3 :

Le GRAFCET de niveau 3 est basé sur la programmation des automates programmable en utilisant par exemple langage ladder (langage contact) dont les entrées (%I0.0) et les sorties (Q0.0).

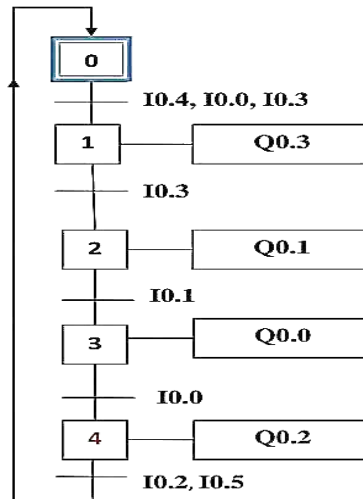


Figure II.31 : Exemple de GRAFCET de niveau 3.

**II.6) AUTOMGEN :**

AUTOMGEN est un logiciel pédagogique pour l’apprentissage et la simulation des automates programmables industriels (API). Il permet de créer des programmes GRAFCET, de les simuler et de les générer pour différents types d’automates. Il est largement utilisé dans l’industrie pour simplifier les opérations et améliorer l’efficacité des processus. En utilisant AUTOMGEN, les utilisateurs peuvent concevoir des solutions pour automatiser des tâches et gérer des systèmes de manière plus efficace.



Figure II.32 : Logo AUTOMGEN.

**II.7) Cahier de charge et le GRAFCET de l'étiqueteuse SACMI LABELLING :****II.7.1) Table de variables :**

Symbols	Variables	Comments
CS	i0	Capteur de spot
DB	i1	Détecteur de bouteille
SBA	i2	Sélecteur bobine A
SBB	i3	Sélecteur bobine B
SP Min	i4	Minimum rouleau tendeur
SP Max	i5	Maximum rouleau tendeur
P Min	i6	Potentiomètre Min
P Max	i7	Potentiomètre Max
PPF	i8	photocellules présence film
MH	i9	Marche haut
Mba	i10	Marche bas
Ar	i11	Arrêt
RT	o0	Rouleau de traction
FBA	o1	Frein bobine A
FBB	o2	Frein bobine B
Rcp	o3	Rouleau de coupe
Rcl	o4	Rouleau de colle
DT	o5	Descend tête
MT	o6	Montée tête

**Figure II.33 :** Table de variable.**II.7.2) Gestion de la bobine :****A. Cahier de charge :**

Un capteur détecte la présence d'une bouteille. Après avoir sélectionner une bobine. L'automate reçoit l'information et donne l'ordre au moteur de traction. Sortie de la bonde d'étiquette. Un dispositif de contrôle de tension contrôle le frein électromagnétique en utilisant le rouleau tendeur. Le mouvement du rouleau tendeur autour de son axe est détecté par un capteur qui permet de moduler le freinage de la bobine et donc de régler la tension de la bobine elle-même. Un capteur de niveau corrige les déplacements de la position nominale en empêchant la dérive latérale de la bonde d'étiquette.

**B. GRAFCET :**

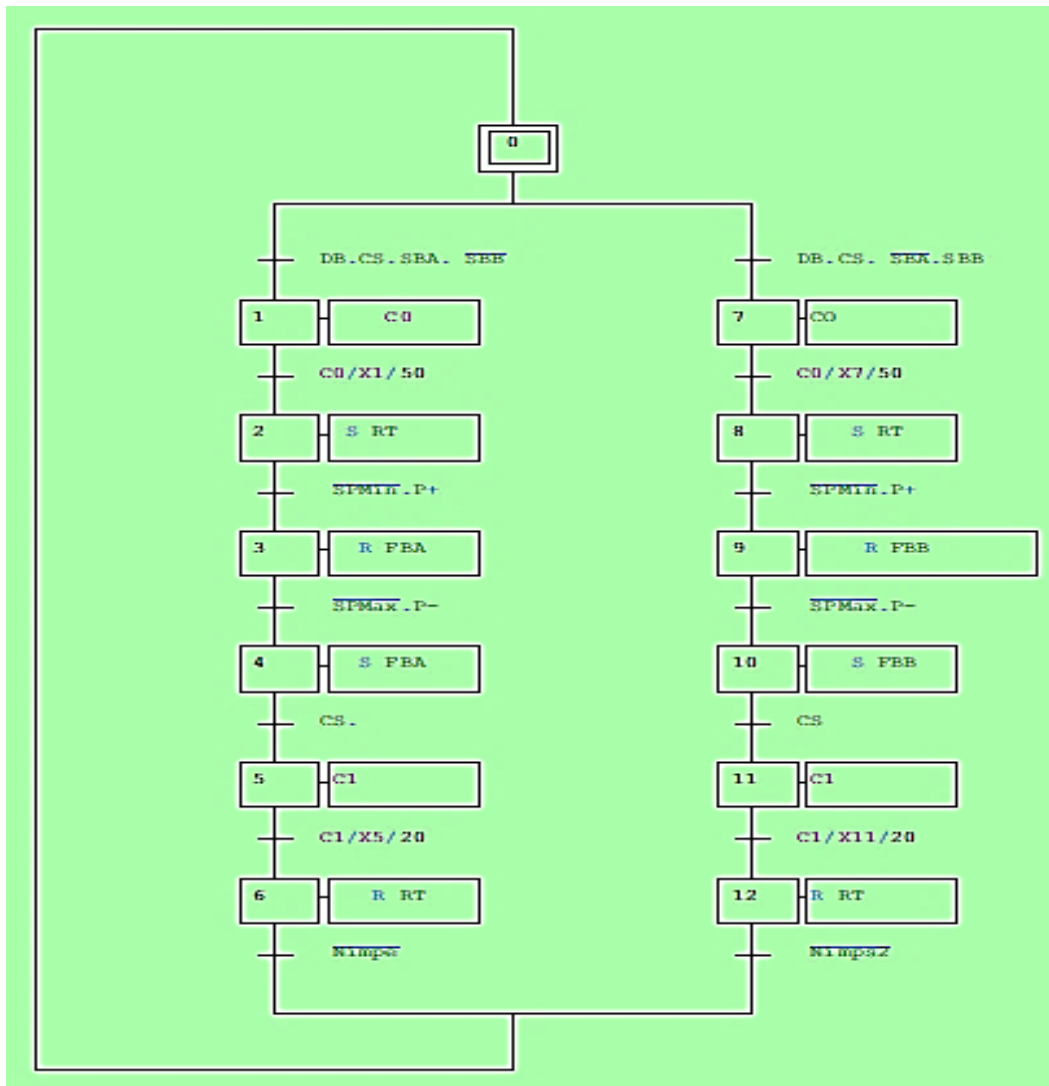
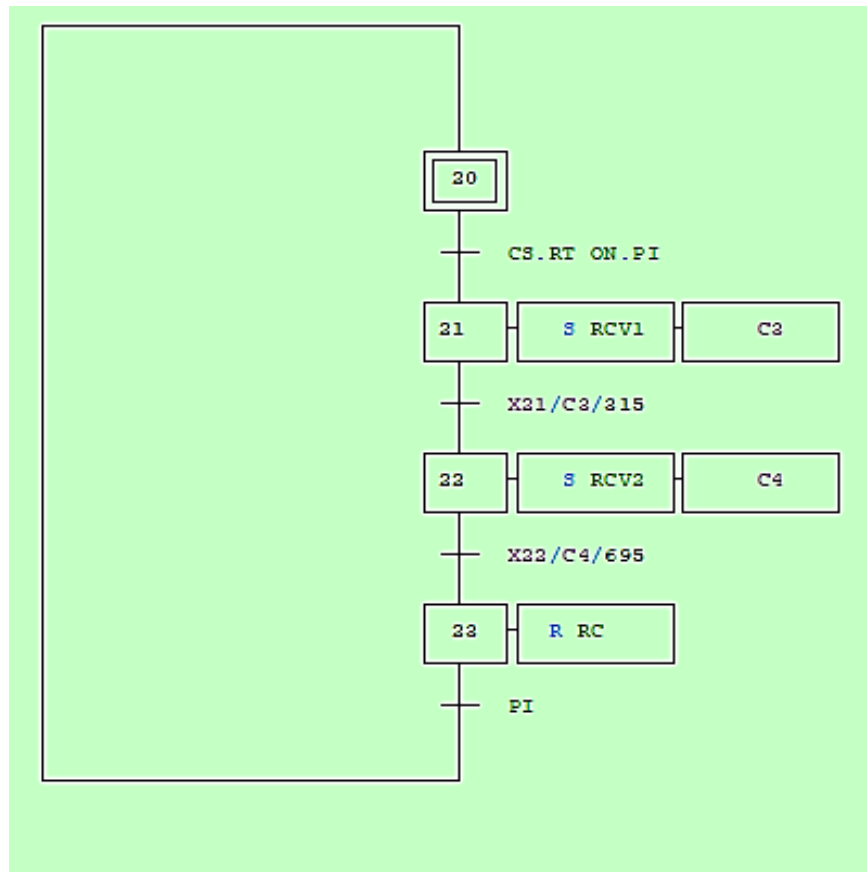


Figure II.34 : GRAFCET de gestion de la bobine.

**II.7.3) Gestion de coupe :**

**A. Cahier de charge :**

Un capteur qui détecte le spot donne l'ordre à l'automate pour calculer la longueur de l'étiquette. La coupe de l'étiquette se fait sur rouleau rotatif par la rencontre d'une lame mobile et d'une autre fixe.

**B. GRAFCET :****Figure II.35 :** GREFCET de la gestion de coupe.**II.7.4) Gestion de colle :****A. Cahier de charge :**

Après avoir coupé l'étiquette, elle sera transférée sur la bouteille en rotation, un dispositif de lissage approprié son application correcte, la bouteille est ensuite transférée vers l'étoile de sortie.

## B. GRAFCET :

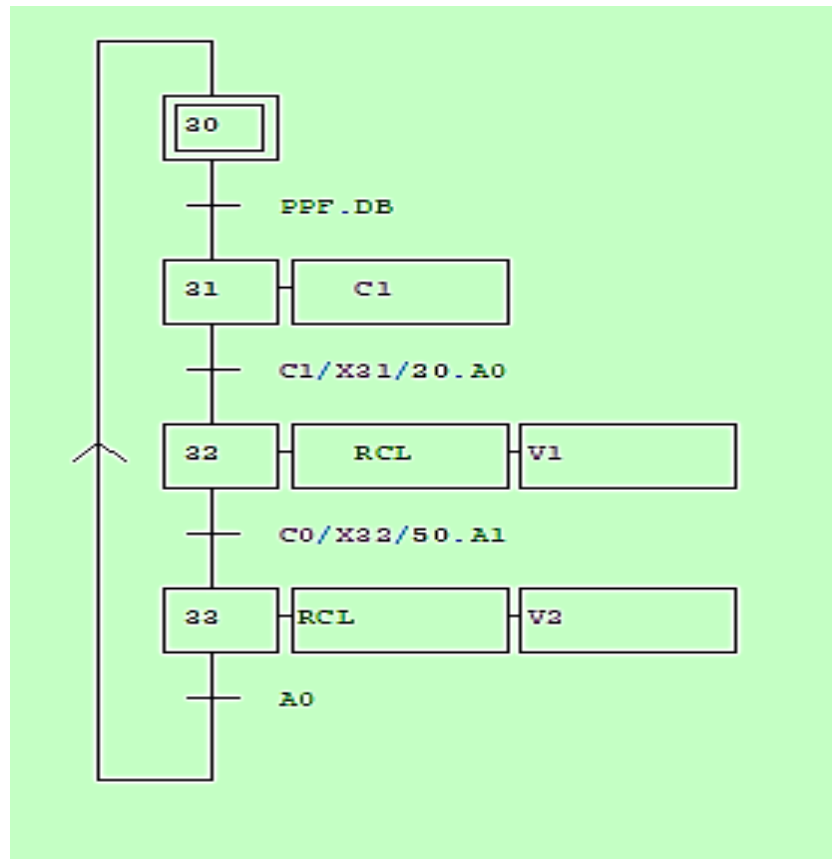
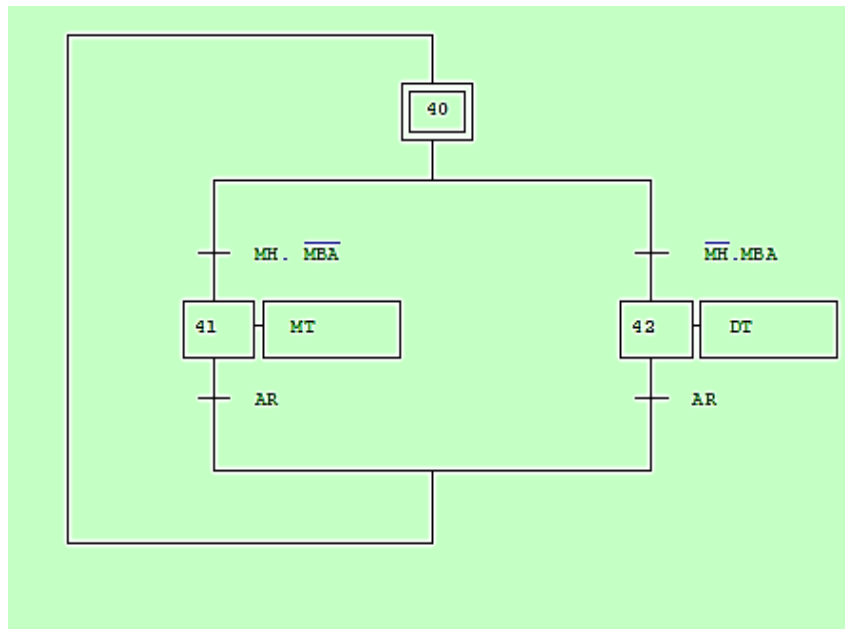


Figure II.36 : GREFCET de la gestion de colle.

### II.7.5) Moteur de moteur de tête :

#### A. Cahier de charge :

Le moteur tête possède deux options, la première c'est qu'on appuie sur le bouton MH (marche haut), le moteur tourne et le carrousel monte et la deuxième c'est qu'on appuie sur le bouton MBA (marche bas), le moteur tourne et le carrousel descend.

**B. GRAFCET :****Figure II.37 :** GREFCET moteur tête.**II.8) Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, nous concluons que le GRAFCET est un puissant outil de modélisation et de la transmission d'information, qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implantation optionnel.

Dans le chapitre suivant, on va programmer l'étiqueteuse SACMI LABELLING sous Tia Portal.

# **Chapitre III**

## **L'automatisation avec L'API S7-300**

### III.1) Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de présenter les automates programmables industriels en général et l'automate S7-300 utilisée en particulier. Puis nous allons présenter le langage de programmation utilisé qui est TIA Portal.

### III.2) L'automate programmable industriel (API) :

Un API est une machine électronique programmable par un personnel informaticien non informaticien. Elle est destinée à piloter, en ambiance industrielle et en temps réel, des procédés automatiques. Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitements, composants, langages.



**Figure III.1** : Les automates programmables.

Les caractéristiques principales d'un automate programmable industriel sont :

- Compact ou modulaire.
- Tension d'alimentation et taille mémoire.
- Sauvegarde (EPROM, EEPROM, Pile, etc.).
- Nombre d'entrée/Sorties.
- Modules complémentaires (analogique, communication, etc.).
- Langage de programmation. Signalant que le transfert, vers l'API, du programme rédigé peut être fait soit manuellement, en entrant le programme et l'état initial à l'aide d'une console de programmation, soit automatiquement, en transférant le programme à l'aide du logiciel d'assistance, et en réalisant la liaison série entre l'ordinateur et l'automate (Figure III.3).



Figure III.2 : API d'un type compact (siemens-S7-200).



Figure III.3 : un API d'un type Modulaire.

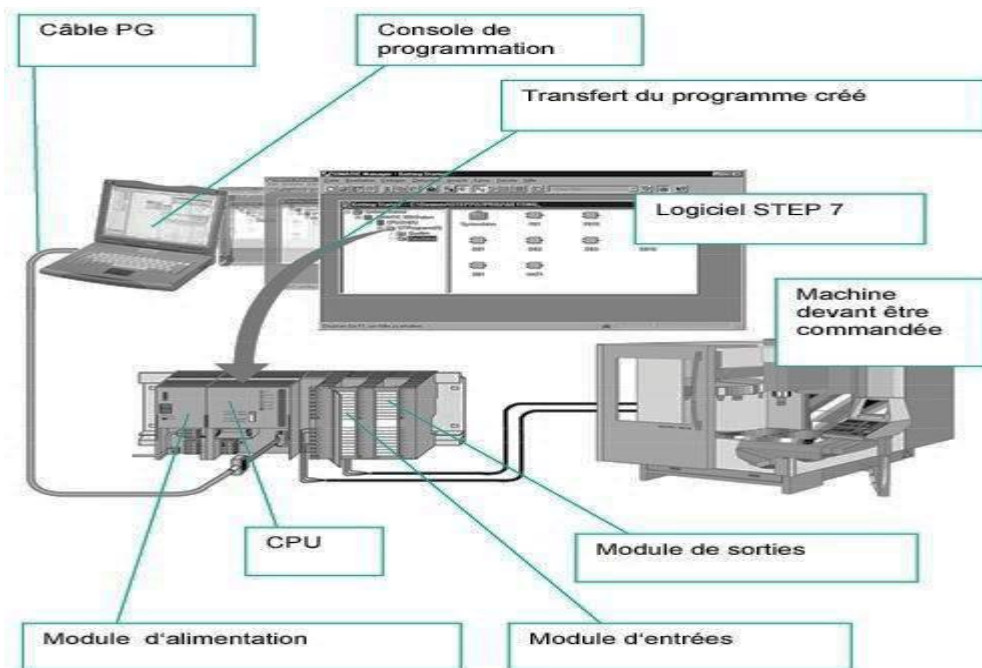


Figure III.4 : Transfert de programme dans un automate.

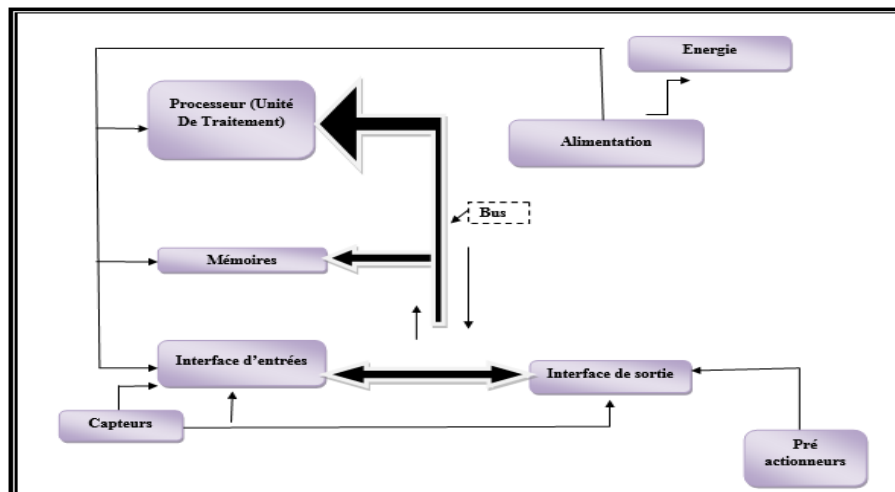
Les avantages d'un API sont nombreux citons, entre autre :

- **Evolutivité** : très favorable à l'évolution. Très utilisé en reconstruction d'armoire.
- **Fonctions** : assure les fonctions Conduites, Dialogue, Communication et sureté.
- **Taille des applications** : gamme importante d'automate.
- **Vitesse** : temps de cycle de quelque ms.
- **Modularité** : haute modularité. Présentation modularité en rack.
- **Architecture de commande** : centralisé ou décentralisé avec l'apparition d'une offre importante en choix de réseaux, bus de terrain, bloc E/S déportées.
- **Maintenance** : échange standards et aide diagnostic intégrée

Pour le choix d'un API, on doit tenir compte de plusieurs critères qui sont :

- **Nombre d'entrée / sorties :** le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- **Type de processeur :** la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions. Spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- **Fonctions aux modules spéciaux :** certaines cartes (commandes d'axe, pesage permettront de soulager le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (Résolution).
- **Fonction de communication :** l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus).

La structure interne d'un API est assez voisine de celle d'un système informatique simple (Figure III.5).

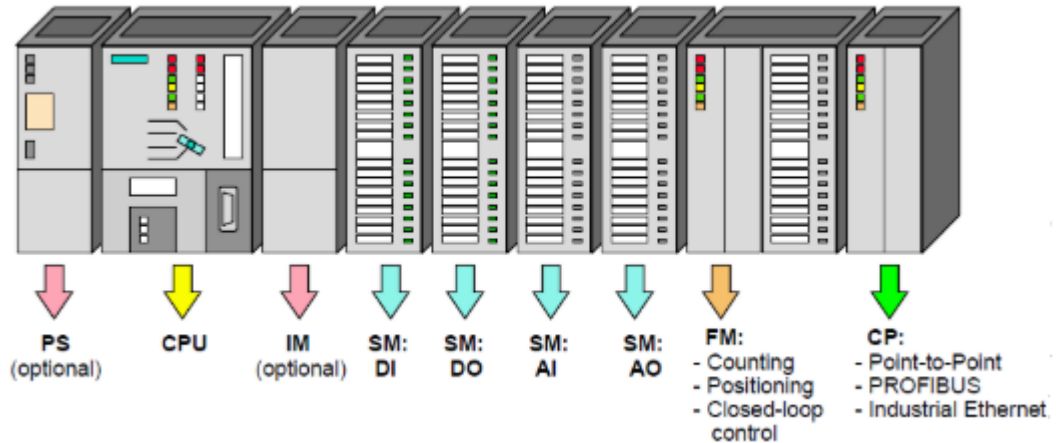


**Figure III.5 :** Structure interne d'un API.

Pour notre travail, L'API initialement utilisé est de type S7-300. Nous avons donc choisi de le garder. Ce choix n'était pas anodin mais réfléchi. En effet, ce type d'API est le mieux adapté pour notre travail. Aussi, en le gardant nous minimisons le cout de l'amélioration apportée à la station.

### III.3) Présentation de l'automate S7-300 :

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 est un automate modulaire de gamme moyenne (Figure III.5). Il existe une gamme étendue de module S7-300 pour répondre de manière optimale à différentes tâches d'automatisation.



**Figure III.6** : L'automate S7-300.

L'automate S7 est constitué d'une alimentation (Module PS), d'une CPU, des modules SM d'E/S (Entrée/sortie), du module IM pour configuration multi rangées, de module FM de fonctions spéciales et de module (CP) de communication.

La CPU utilisée est de type S7-314C-2PN/DP (Figure III.6).



**Figure III.7**: CPU S7-314C-2PN/DP.

**III.3.1) Description de la CPU S7-314C-2PN/DP :**

Mémoire de travail de 192ko ; 0,06 ms/kilo-instructions ; DI24/DO16 ; AI5/AO2 intégrées ; 4 sorties d'impulsions (2,5 kHz) ; 4 voies de comptage et de mesure avec codeurs incrémentaux 24V (60kHz) ; fonction de positionnement intégrée ; 2 portes ; MRP ; PROFINET CBA ; PROFINET Proxy CBA ; protocole de transport TCP/IP ; interface MPI/DP combiné (maitre MPI ou DP ou bien esclave DP) ; configuration multi rangée pouvant comporter jusqu'à 31 modules ; possibilité d'émission et de réception pour l'échange direct de données ; équidistance ; routage ; firmware V3.3

**III.4) Description du logiciel TIA Portal :**

Le logiciel « Totally Integrated Automation Portal » (TIA Portal) est un logiciel de programmation des automates de la gamme S7-1200, S7-1500, S7-300, ST-400 et toutes les gammes des pupitres opérateurs. Il reprend la même philosophie de programmation que le logiciel STEP7 Pro, avec une interface simplifiée, en intégrant la programmation de pupitre opérateur avec WinCC.

Ainsi, cette plate-forme présente plusieurs avantages :

- ✓ Programmation intuitive et rapide.
- ✓ Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP7.
- ✓ Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées.
- ✓ Technologie flexible.
- ✓ Sécurité accrue avec security Integrated.
- ✓ Environnement de configuration commun.

Lorsqu'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose de deux types de vues : vue portal (Figure III.8) et vue de projet (Figure III.9).

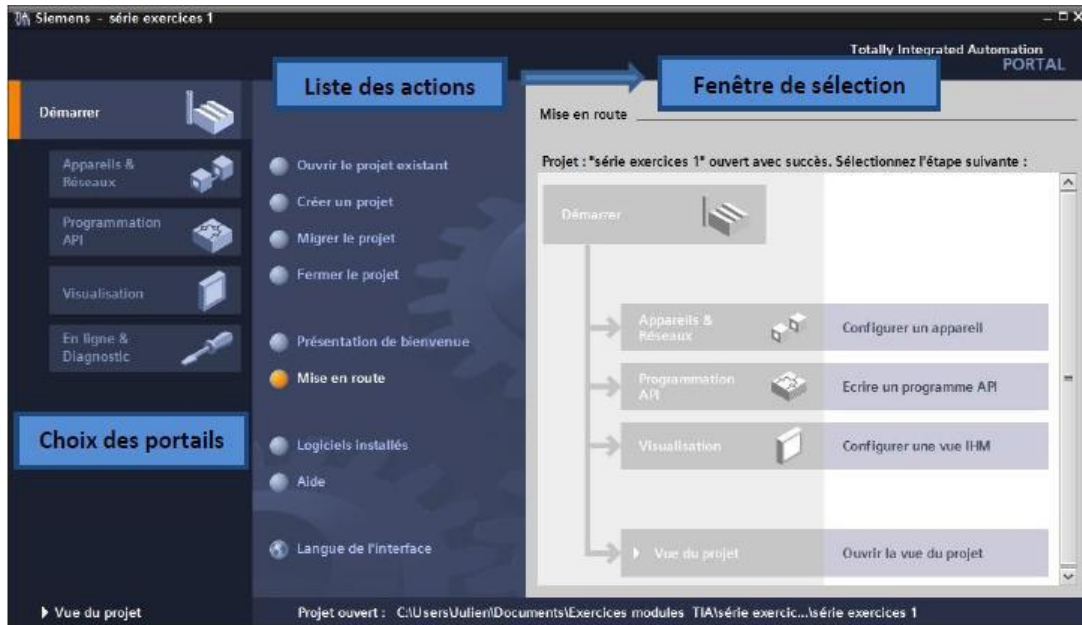


Figure III.8 : Vue du portail.

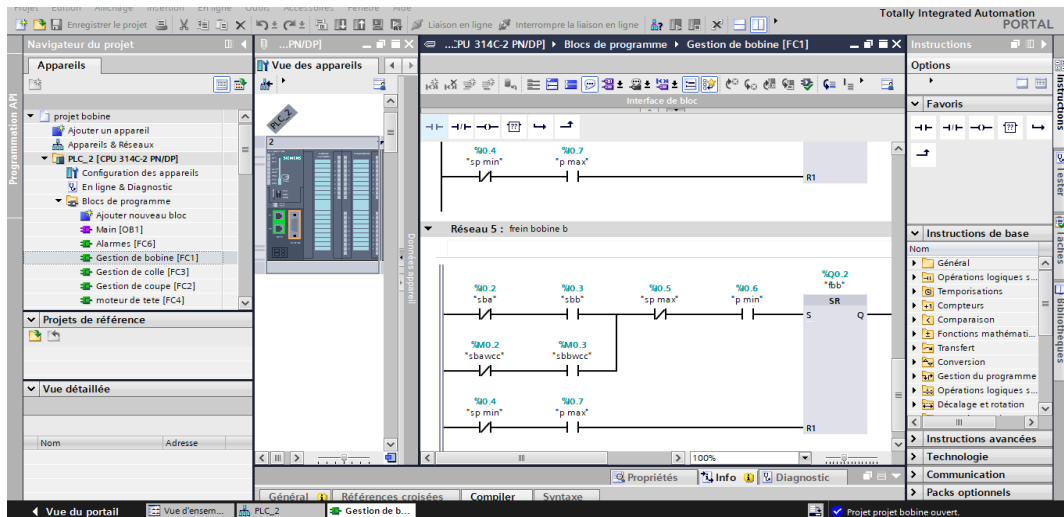


Figure III.9 : Vue du projet.

La configuration matérielle est une étape très importante dans n'importe quel projet d'automatisation. Elle consiste à déterminer l'emplacement des différents modules sur le châssis ainsi que leurs choix.



**Figure III.10** : Configuration matérielle.

Le TIA Portal utilise des blocs, que l'on doit charger dans la CPU, pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB (Bloc d'organisation), FB (Bloc fonctionnel, FC), qui contiennent les programmes, et les blocs de données DB d'instance et DB globaux, qui contiennent les paramètres du programme.

### III.5) Programmation de commande de la station :

Pour la programmation, nous avons opté pour le langage CONT/LADDER, pour sa simplicité, la facilité de visualisation et d'identification d'anomalie et notre familiarisation avec ce langage durant notre cursus d'étude.

#### III.5.1) Table de variables standards :

La déclaration de toutes les variables et constantes du processus se fait dans la table des variables (Figure III.15), en définissant :

- ❖ La mnémonique : nom de la variable.
- ❖ Le type de données : entier, réel, booléen, etc.
- ❖ L'adresse absolue : affecter une adresse dans une zone mémoire spécifique (I/Q/M/T) à la variable.
- ❖ Le commentaire (Facultatif) : donner plus de renseignement sur la variable.

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
1	cs	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Capteur de spot
2	db	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	detecteur de bouteille
3	sbb	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selecteur bobine b
4	sp min	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	minimum rouleau tendour
5	sp max	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	maximum rouleau tendour
6	p min	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	potentiomètre MIN
7	p max	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	potentiomètre MAX
8	A0	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tige de vérin rentre
9	A1	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	tige de vérin sort
10	rt	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rouleau de traction
11	fba	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	frein bobine a
12	fbb	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	frein bobine b
13	rcp	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rouleau de coupe
14	rcl	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rouleau de colle
15	sba	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	selecteur bobine A
16	c0(s)	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	c0	Int	%MW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comparateur 1
18	c1	Int	%MW20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comparateur 2
19	c1(s)	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	c3	Int	%MW40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comparateur 4
21	c2	Int	%MW30		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comparateur 3
22	c2(1)	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	c3(s)	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	c2(s)	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	v1	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure III.11 : Partie de la table des variables.

III.5.2) Blocs de programmation utilisé :

Les blocs de programmation utilisés sont donnés dans la (Figure III.15).

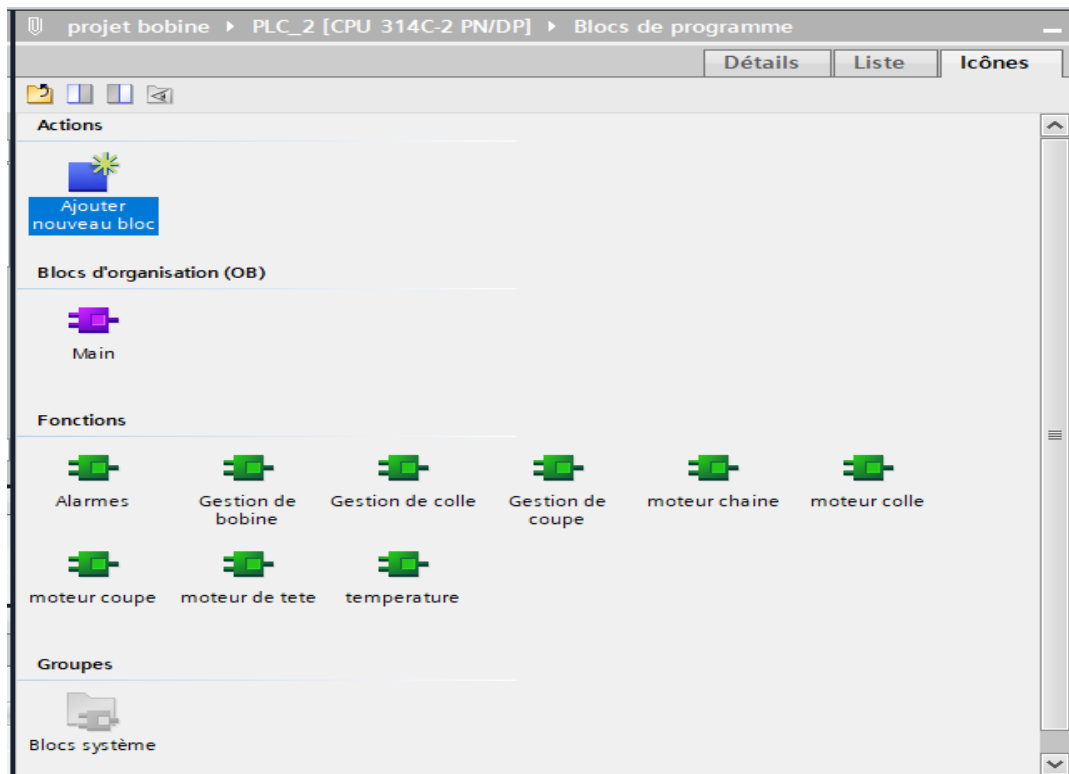


Figure III.12 : Les blocs utilisés.

III.5.2.1) OB1 Main :

Ce bloc contient le programme principal du fonctionnement de notre station (Figure III.16). Il permet d'effectuer les opérations suivantes :

- ✓ Gestion du mode de fonctionnement (automatique ou manuel).
- ✓ Appel des fonctions et blocs fonctionnels utilisés, pour faire fonctionner les différents actionneurs et structurer le programme.

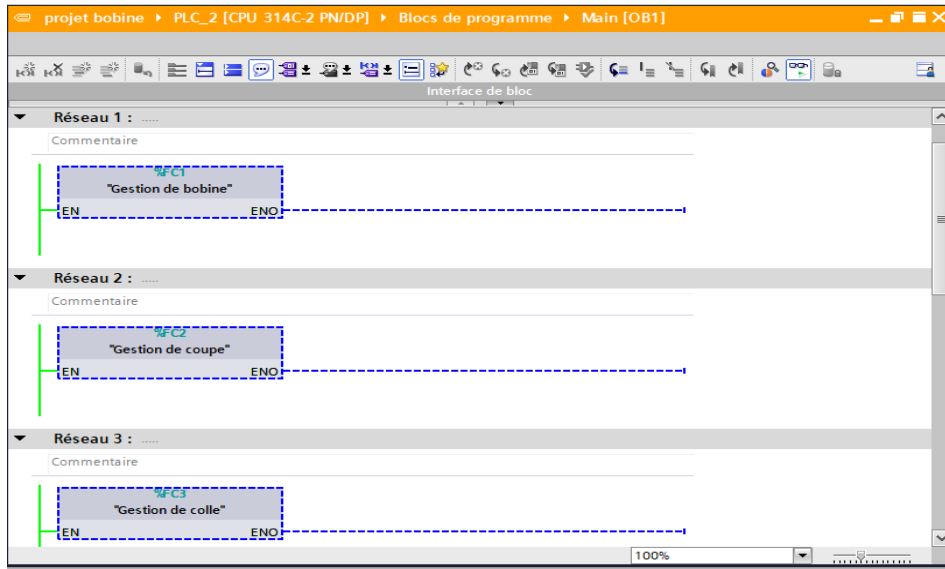


Figure III.13 : Partie du bloc OB1.

III.5.1.2) Les blocs FC :

a. (FC1) Gestion de bobine :

Ce bloc regroupe les réseaux de programmation de la partie bobine (Figure III.17).

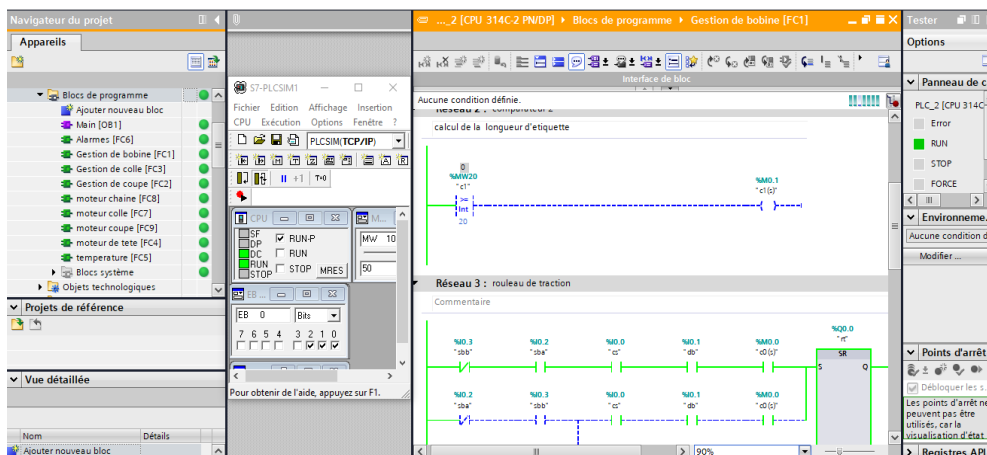


Figure III.14 : Partie du bloc FC1.

**b. (FC2) Gestion de coupe :**

Ce bloc regroupe les réseaux de programmation de la partie de coupe (Figure III.18).

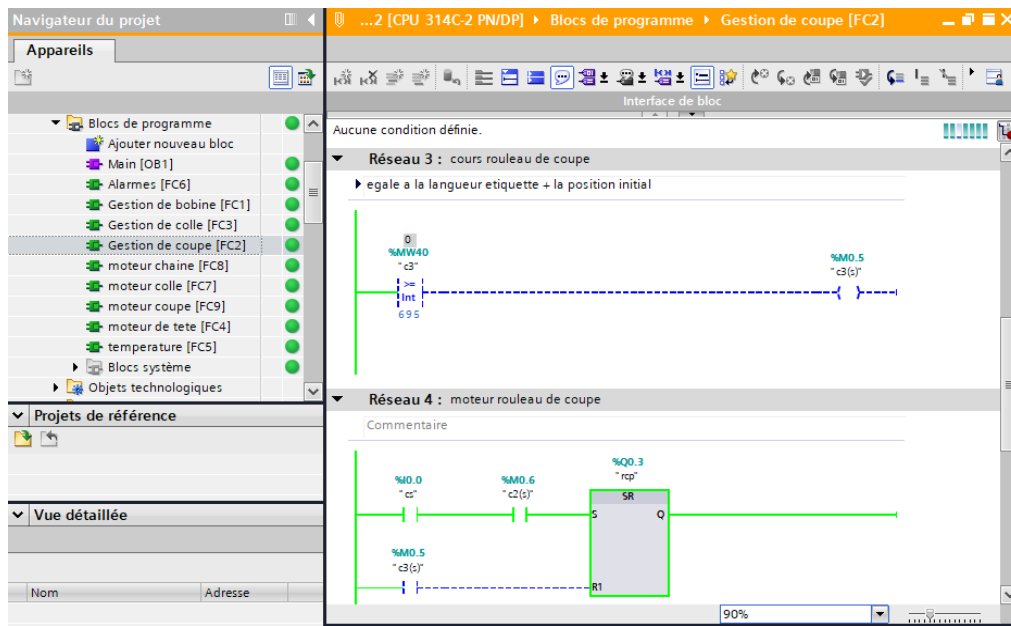


Figure III.15 : Partie du bloc FC1.

**c. (FC3) Gestion de colle :**

Ce bloc regroupe les réseaux de programmation de la partie de colle (Figure III.19).

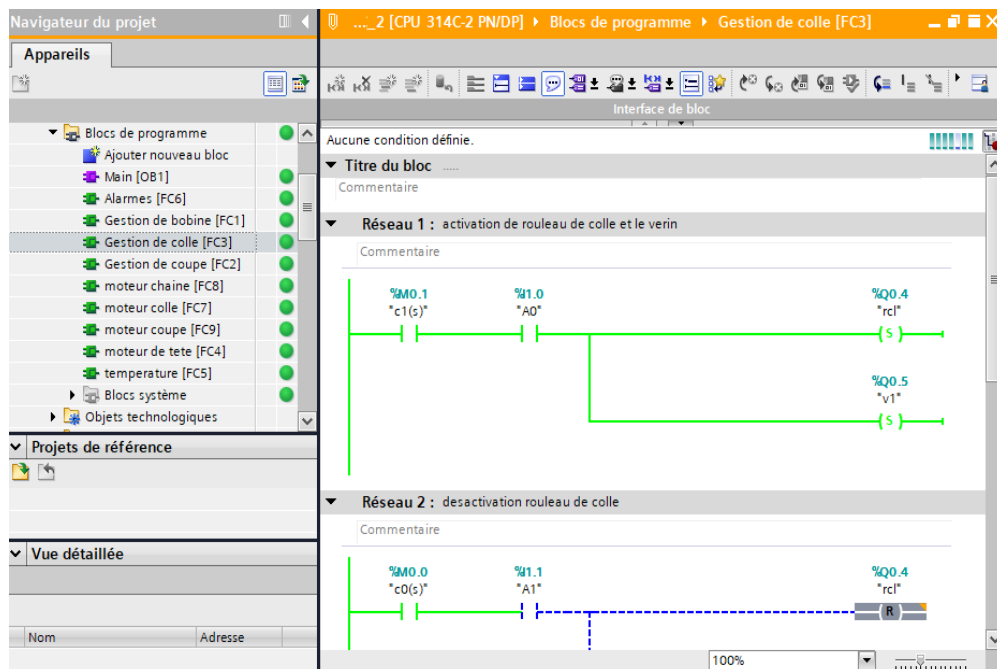


Figure III.16 : Partie du bloc FC3.

**d. (FC4) Moteur tête :**

Ce bloc regroupe les réseaux de programmation de moteur tête (Figure III.20).

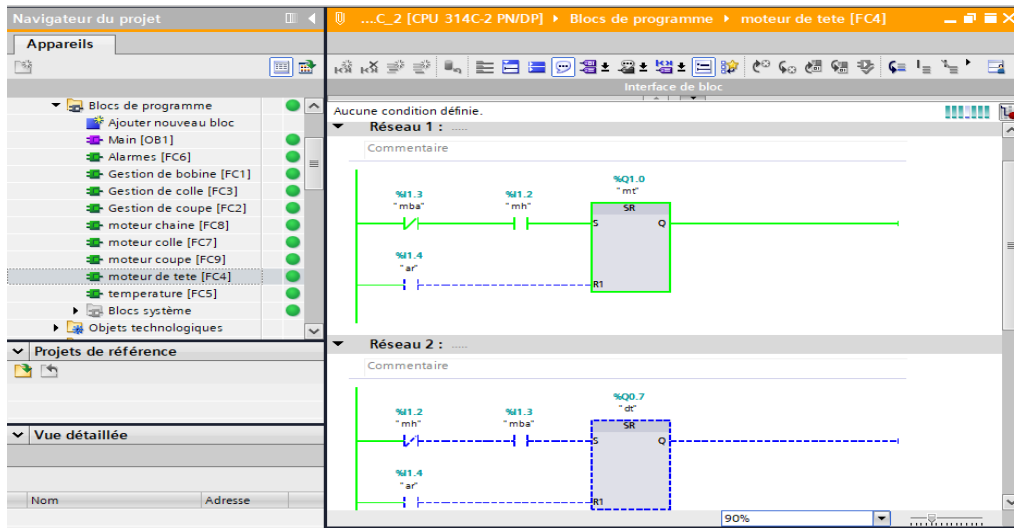


Figure III.17 : Partie du bloc FC4.

**e. (FC5) Température :**

Ce bloc regroupe les réseaux de programmation du température (Figure III.21).

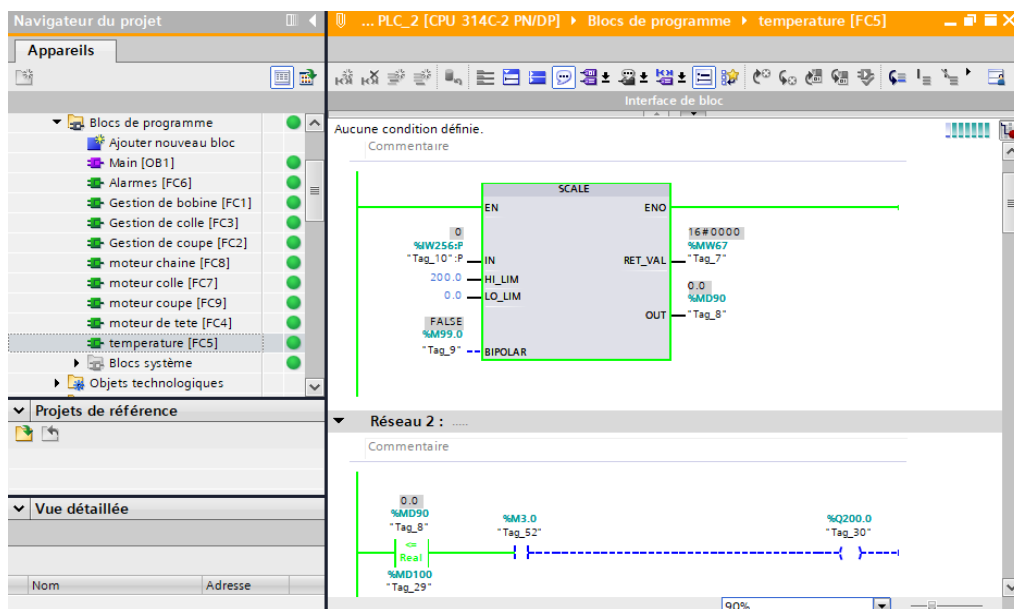


Figure III.18 : Partie de bloc FC5.

**f. (FC6) Alarmes :**

Ce bloc regroupe l'ensemble des alarmes qui existe dans notre station (Figure III.22).

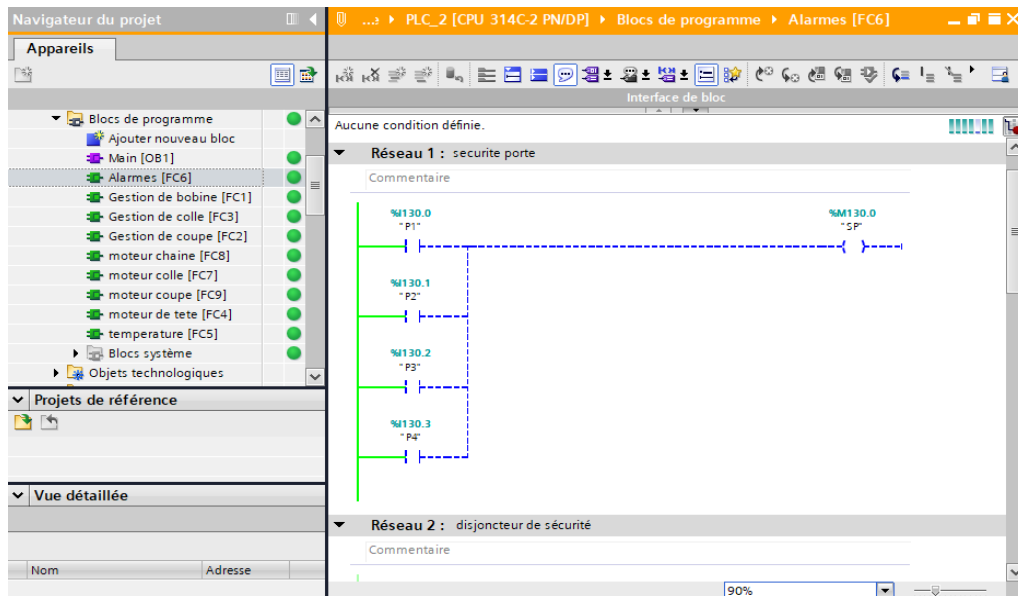


Figure III.19 : Partie du bloc FC6.

Après la simulation des programmes correspondant à l'étiqueteuse après l'avoir divisé en trois parties (gestion de la bobine, gestion de coupe et gestion de colle), nous avons intégré les servomoteur G120 pour remplacer la partie mécanique afin de faciliter le fonctionnement de l'étiqueteuse.

### III.6) Liaison du variateur G120 et la CPU :

La liaison entre un variateur et une CPU permet de contrôler et de piloter le variateur de manière précise et flexible depuis un système de commande supérieur.

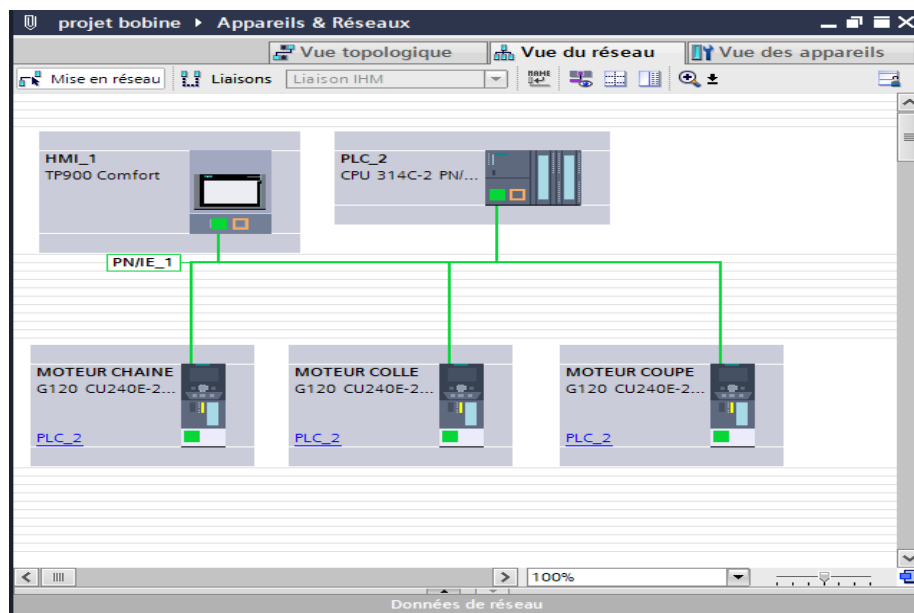


Figure III.20 : Liaison du variateur G120.

III.7) Programmation du variateur G120 :

A) Moteur chaine (FC8) :

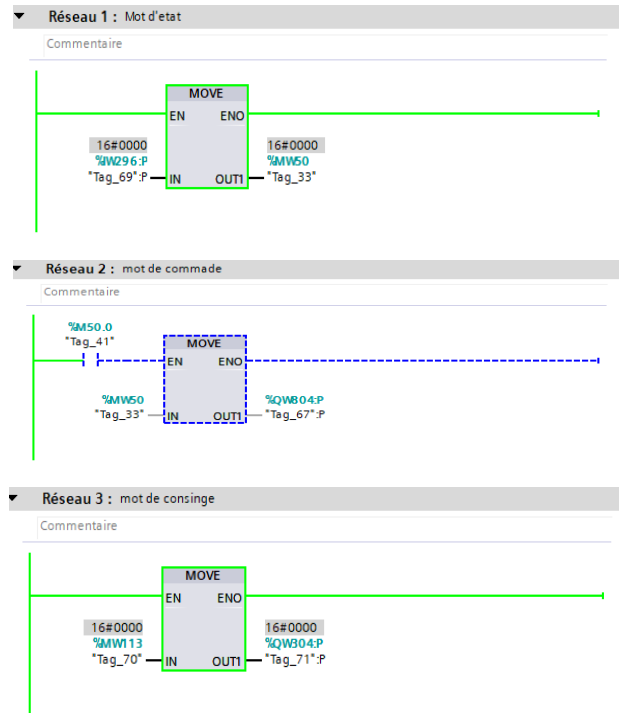


Figure III.21 : Bloc FC8.

B) Moteur coupe (FC9) :

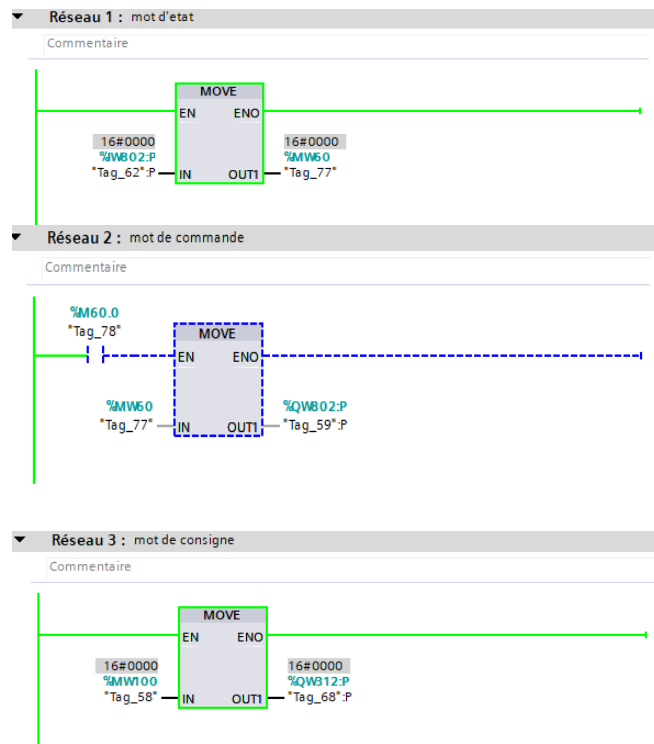


Figure III.22 : Bloc FC9.

C) Moteur colle (FC10) :

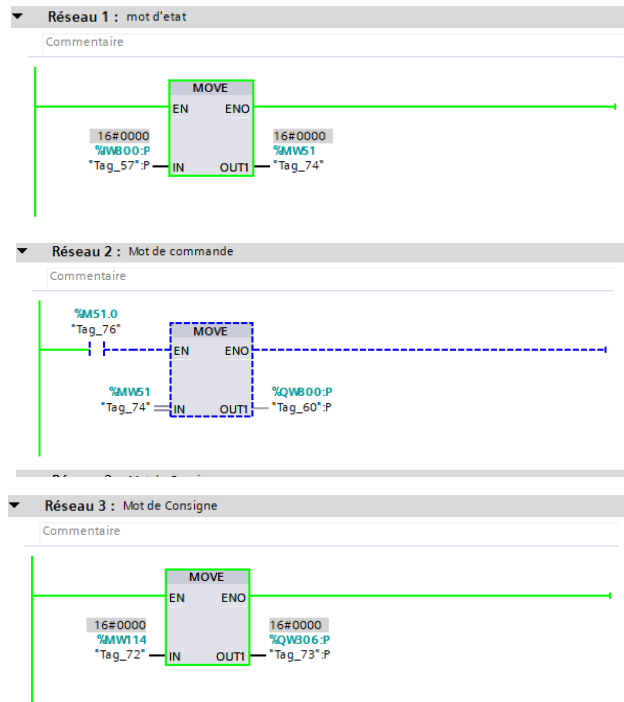
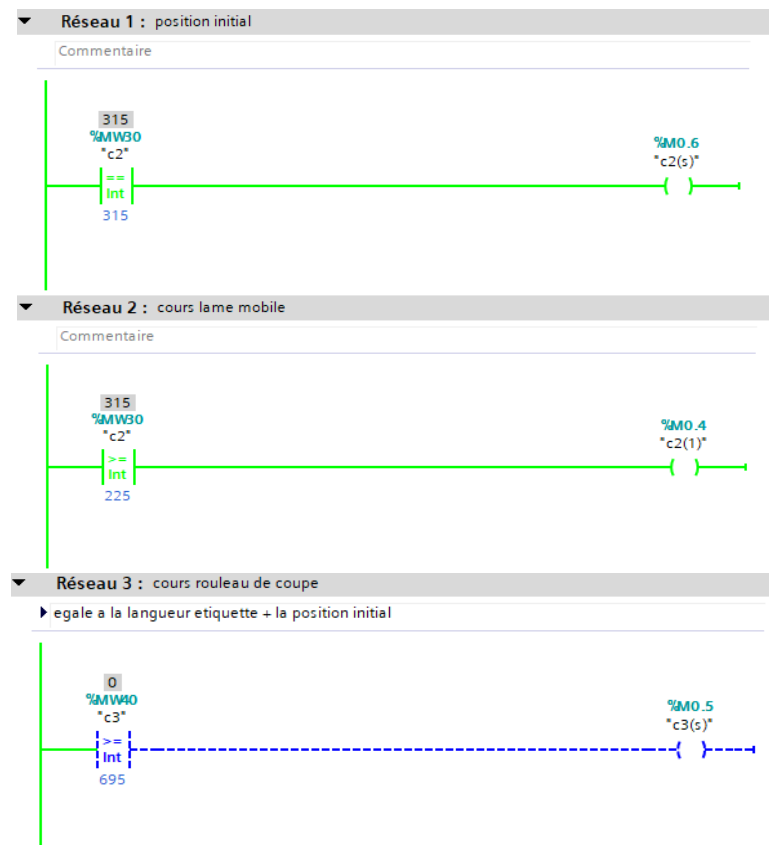


Figure III.23 : Bloc FC10.

D) Gestion de coupe :

Ce bloc regroupe les réseaux programmables de la partie coupe après avoir remplacé le système de transmission mécanique avec des servomoteurs.



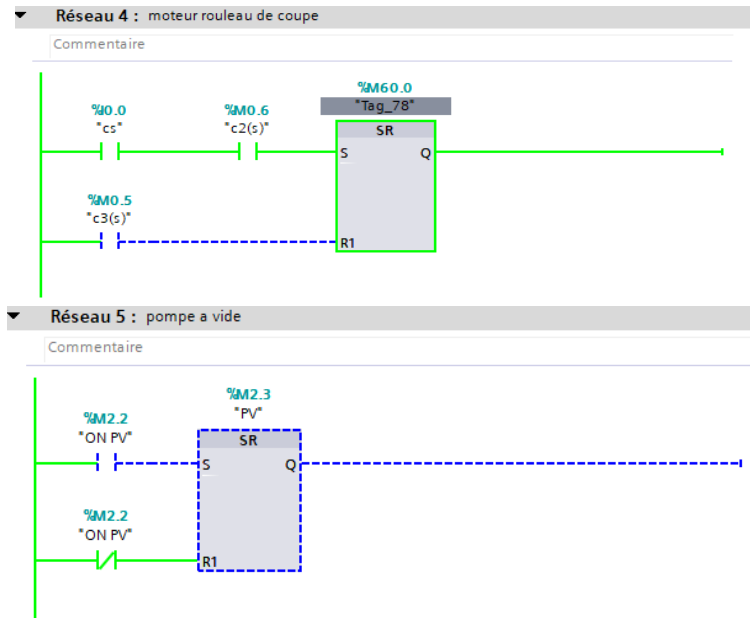


Figure III.24 : Gestion de coupe.

E) Gestion de colle :

Ce bloc regroupe les réseaux programmables de la partie colle après avoir remplacé le système de transmission mécanique avec des servomoteurs.

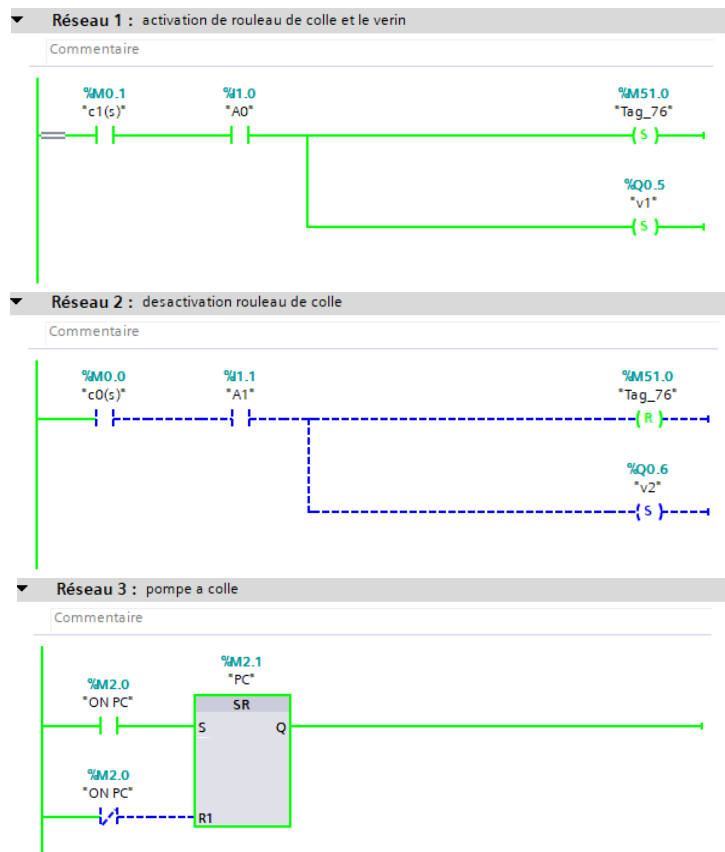


Figure III.25 : Partie colle.

**III.8) Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons décrit la solution programmable d'une étiqueteuse SACMI LABELLING et remplacement le système de transmission mécanique avec des servomoteurs.

Nous avons développé un programme de commande en utilisant le langage LADDER sous TIA portal, après avoir présenté l'automate utilisé ainsi que la plateforme de programmation TIA portal.

Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de la solution de supervision à l'aide du logiciel TIA portal.

# **Chapitre IV**

## **Développement de la plateforme de supervision de la station**

**IV.1) Introduction :**

La gestion des activités, au sein des lignes de production, avec les nombreux machines-outils est devenue nettement plus complexe. Aussi, les erreurs relatives à l'automatisation doivent être réduites au maximum car n'importe qu'elle défaillance ou panne sur un équipement peut altérer le bon fonctionnement d'une installation, conduisant ainsi à une baisse de productivité, et même des conséquences sur la santé et sécurité du personnel et du matériel. Afin de minimiser de tels impacts et assurer une acquisition de données et d'informations rapide, la supervision se montre nécessaire.

Ainsi, ce chapitre sera consacré à la mise en place d'une plateforme de supervision pour le système étudié. Mais avant, un rappel théorique sur la supervision sera donné. Par la suite, une présentation de la procédure suivie pour la réalisation de la plateforme sera nécessaire. Au final, les différentes vues constituant la plateforme seront présentées.

**IV.2) Généralités sur la supervision :**

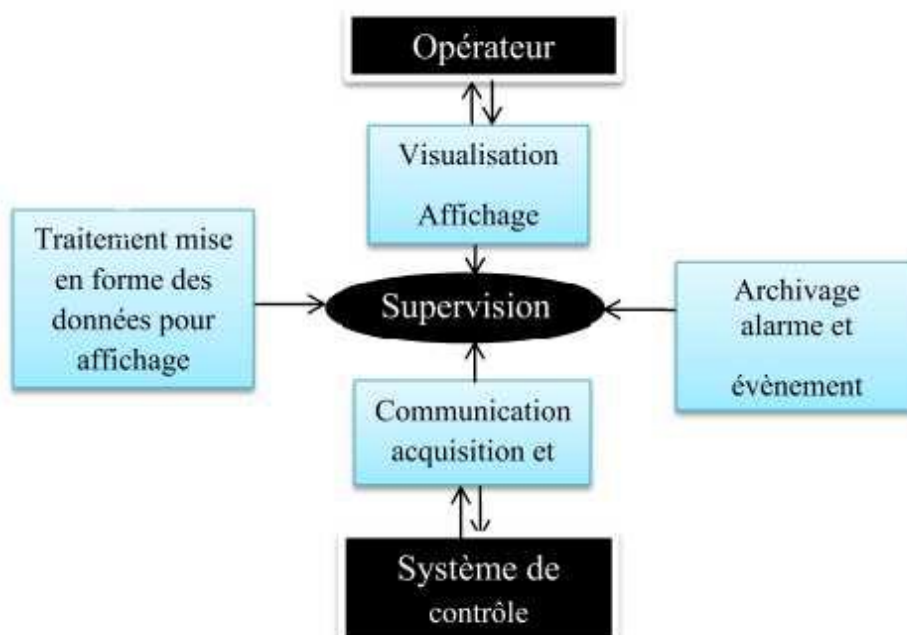
La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-machine. C'est une technique industrielle qui sert à représenter le processus, surveiller, commander, contrôler et diagnostiquer l'état de fonctionnement d'un procédé automatisé, dans le but d'obtenir son fonctionnement optimal. Ce système assure, aussi, un rôle de gestionnaire d'alarme, d'affichage pour la maintenance, le traçage des courbes pour l'enregistrement de l'historique de défauts et le suivi de production.

Un système de supervision (Figure IV.1) est, généralement, composé d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques.

Un système de supervision apporte une aide à l'opérateur dans la conduite du processus. Son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses principaux avantages sont :

- La surveillance des processus industriels à distance.
- La détection des défauts.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

- Elle répond à des besoins nécessitant en générale une puissance de traitement importante.
- Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordre communs et des taches telles que la synchronisation.
- Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Elle surveille les procédés industriels à distance.



**Figure IV.1 :** Constitution d'un système de supervision.

Grace au TIA Portal, on a la possibilité d'intégrer le projet WinCC soit avant, soit après sa finalisation dans le projet STEP 7 déjà existant. On doit configurer une liaison liant le pupitre IHM au programme STEP 7 par réseau MPI ou PROFIBUS. Cela permet de choisir comme variables les mêmes mnémoniques et blocs de données de programme sous STEP 7 et sous WinCC. Ainsi on gagne du temps et on évite les erreurs due à la répétition dans la saisie.

### IV.3) Logiciel IHM :

L'IHM est l'abréviation d'Interface Homme Machine. Elle est à la fois un outil et un moyen mis en œuvre pour que l'homme puisse communiquer, contrôler, échanger et partager avec plusieurs machines.

**IV.4) Le pupitre IHM utilisé :**

Le pupitre utilisé, dans notre système, est de type SIEMENS HMI TP900 Comfort (Figure IV.2).



**Figure IV.2 :** Pupitre SIEMENS HMI TP900 Comfort.

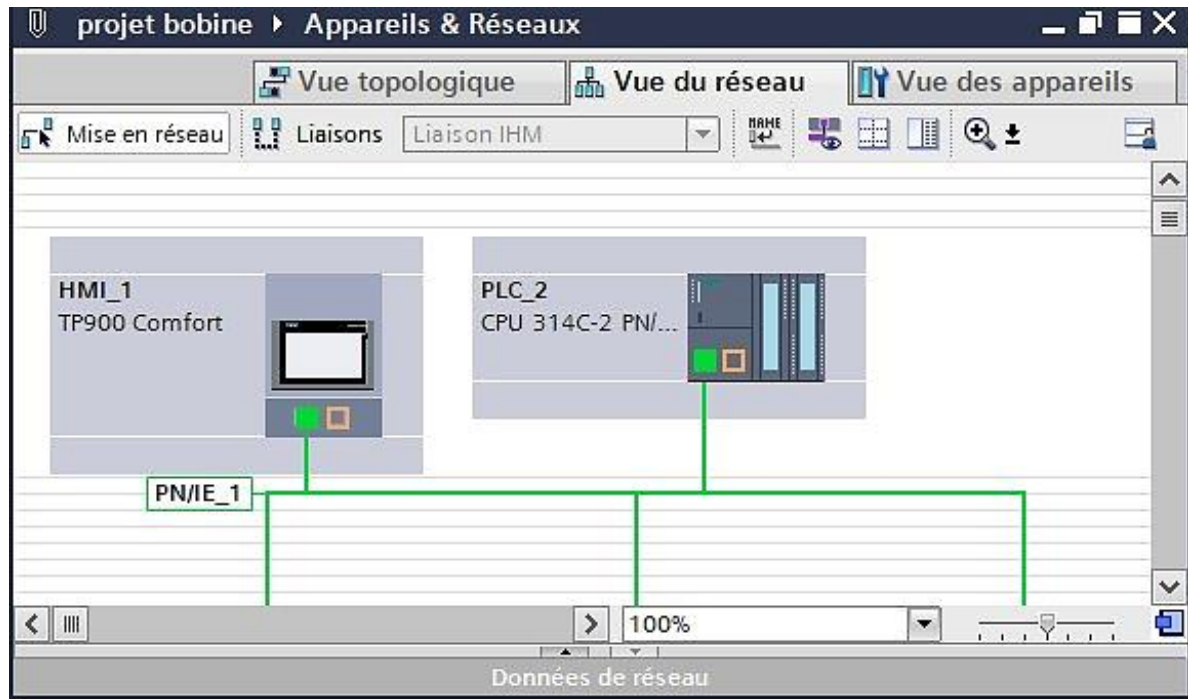
**Caractéristiques techniques :**

- Référence : 6AV2 124-0JC0A-0AX0.
- Ecran 9.0 '' TFT, 800x480 pixels, couleurs 16M, écran tactile.
- Ports : 1x MPI/PROFIBUS DP, 1x PROFINET/interface industriel Ethernet avec support MRP et RT/IRT (2 ports), 2x emplacement pour carte multimédia 3x USB.

**IV.5) Développement de l'interface graphique :****IV.5.1) Liaison IHM/API :**

La première étape dans le développement de l'interface consiste à établir une liaison entre l'automate (S7-300) et l'écran de supervision (TP900 Comfort). Le type de liaison dépend du protocole de communication supporté par l'automate et par le pupitre de commande (PROFIBUS, PROFINET, MPI, etc.). Voir Figure IV.3.

Pour cette application, la liaison entre l'automate et le pupitre est de type PN/IE.



**Figure IV.3 :** Liaison HMI/API.

#### IV.5.2) Table des variables :

Les variables dans WinCC représentent des valeurs externes ou des valeurs internes.

- Les variables externes : (variables de process) constituent le lien de l'échange de données entre WinCC et le système d'automatisation. Chaque variable externe dans WinCC, correspond à une valeur de process donnée dans la mémoire de l'un des systèmes d'automatisation connectés.
- Les variable internes : elles ne possèdent pas de liaisons au process et ne transportent des valeurs que dans WinCC. Elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

La figure IV.4 montre la table des variables de notre système.

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'a...
A0	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	A0	%I1.0	<accès a...
A1	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	A1	%I1.1	<accès a...
ar	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	ar	%I1.4	<accès a...
Ar U	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*Ar U*	%M130.2	<accès a...
c0	Int	HMI_Liaison_2	PLC_2	c0	%MW10	<accès a...
c1	Int	HMI_Liaison_2	PLC_2	c1	%MW20	<accès a...
cs	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	cs	%I0.0	<accès a...
dt	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	dt	%Q0.7	<accès a...
fba	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	fba	%Q0.1	<accès a...
fbb	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	fbb	%Q0.2	<accès a...
mba	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	mba	%I1.3	<accès a...
mh	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	mh	%I1.2	<accès a...
mt	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	mt	%Q1.0	<accès a...
MT(2)	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*MT(2)*	%Q2.0	<accès a...
Numéro_vue_variable	UInt	<Variable intern...		<indéfini>		
on fbb	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*on fbb*	%M1.1	<accès a...
ON PC	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*ON PC*	%M2.0	<accès a...
ON PV	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*ON PV*	%M2.2	<accès a...
p max	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*p max*	%I0.7	<accès a...
p min	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	*p min*	%I0.6	<accès a...
P1	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	P1	%I130.0	<accès a...
PC	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	PC	%M2.1	<accès a...
PV	Bool	HMI_Liaison_2	PLC_2	PV	%M2.3	<accès a...

Figure IV.4 : La table des variables du système.

## IV.6) Interface Homme Machine :

### IV.6.1) Vue d'accueil :

C'est la page principale de l'interface (Figure IV.5). C'est à partir de cette vue qu'on aura accès aux autres vues : vue de l'étiqueteuse et vue des alarmes.

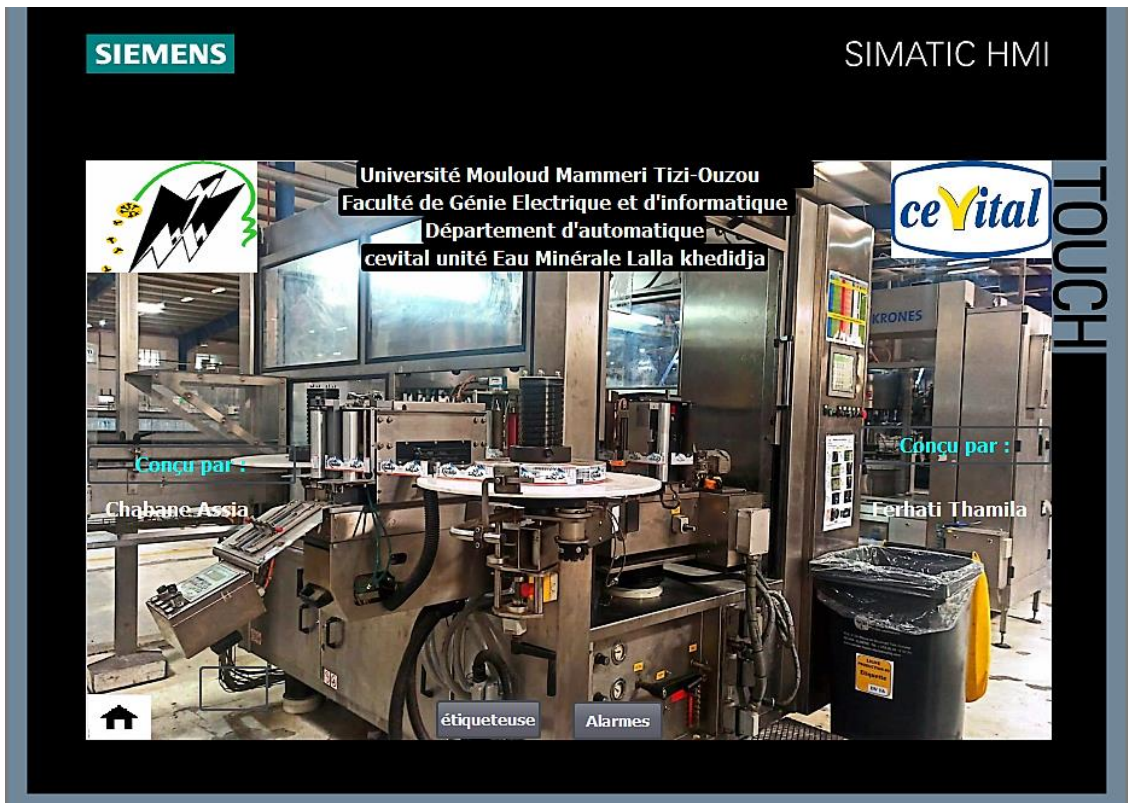


Figure IV.5 : Vue d'accueil.

IV.6.2) vue d'étiqueteuse :

C'est la page qui englobe les différentes parties de l'étiqueteuse SACMI Labelling.

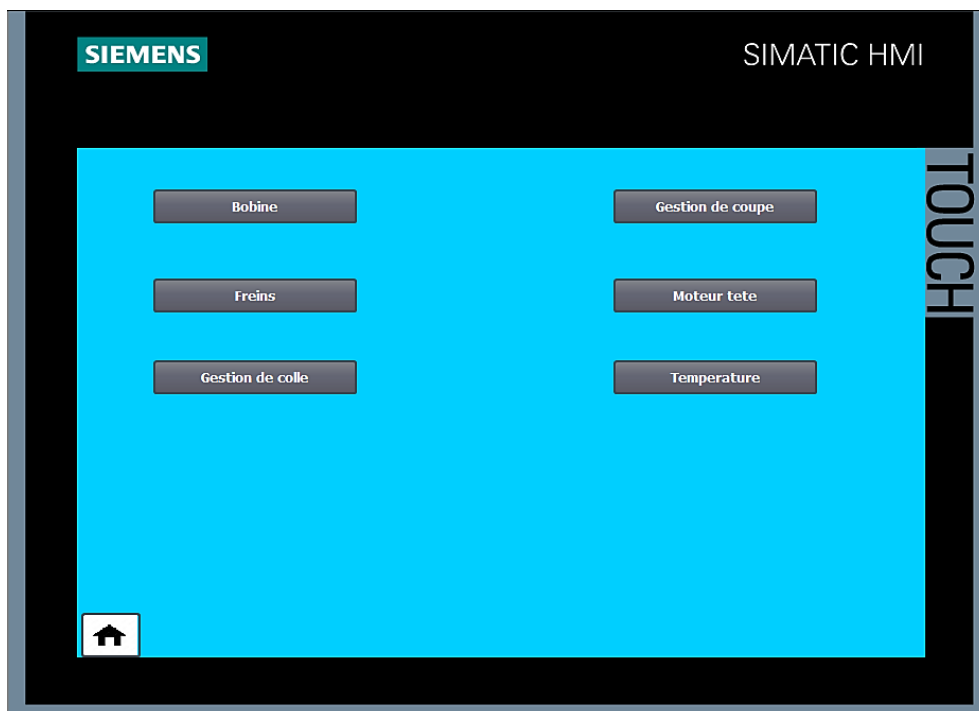
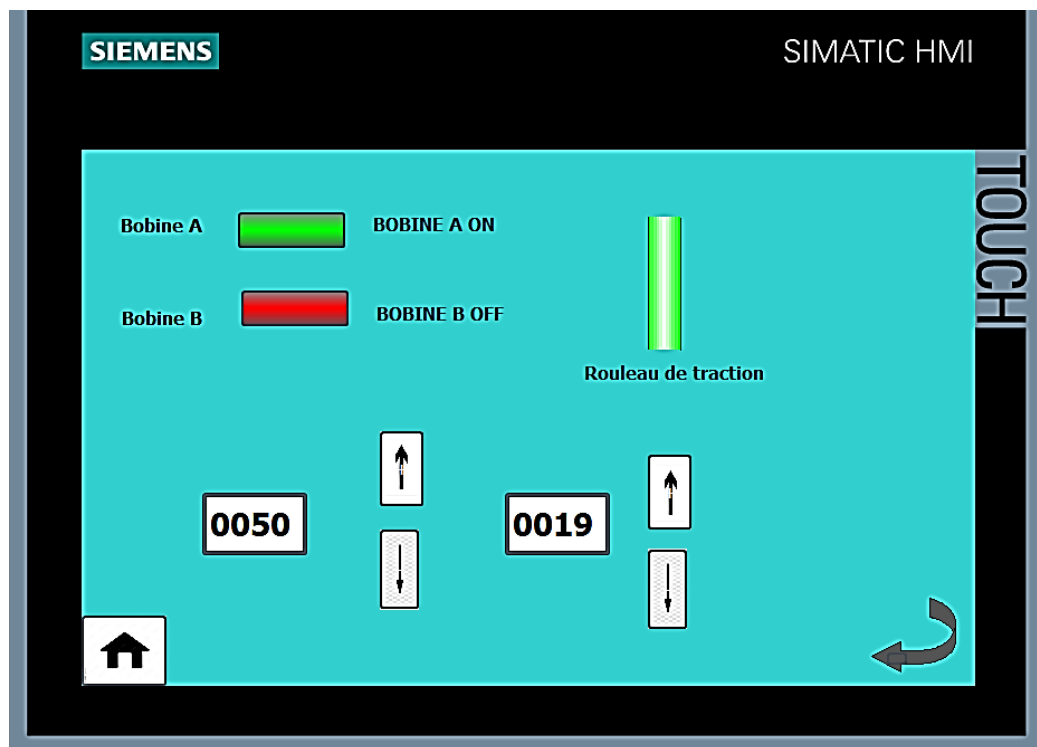


Figure IV.6 : vue d'étiqueteuse.

**IV.6.3) Vue de la bobine :**

C'est la vue correspondante a la gestion de la bobine.



**Figure IV.7:** Vue de la bobine.

**IV.6.4) Vue des freins :**

C'est la vue correspondante a la gestion des freins.

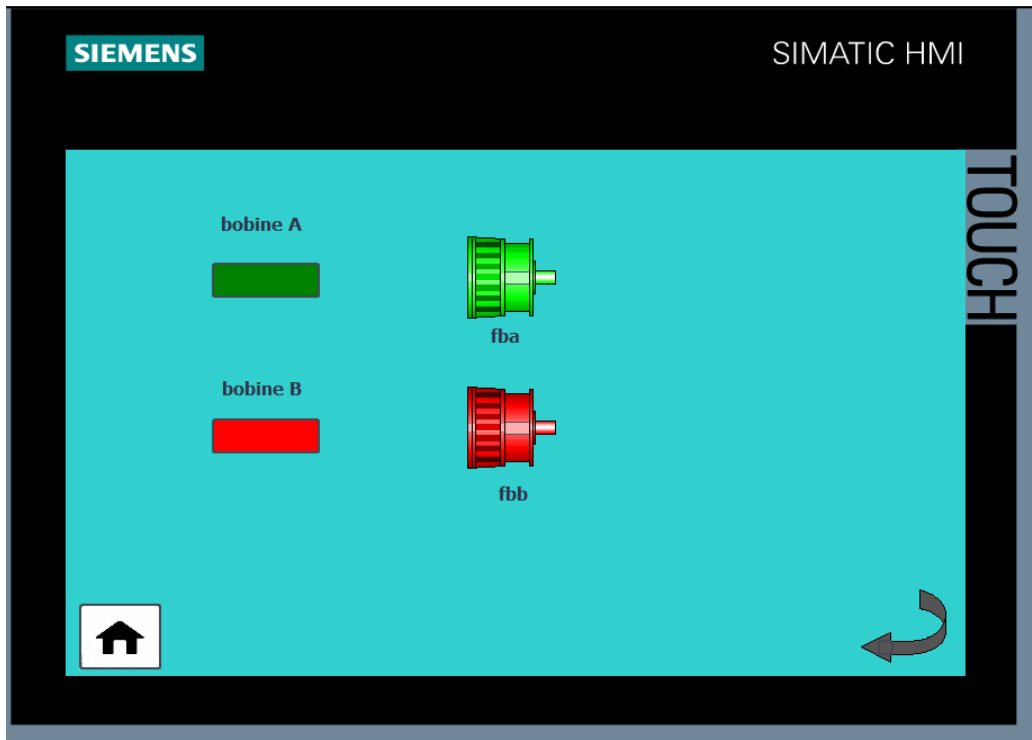


Figure IV.8 : Vue des freins.

IV.6.5) Vue de gestion de coupe :

C'est la vue correspondante a la gestion de coupe.

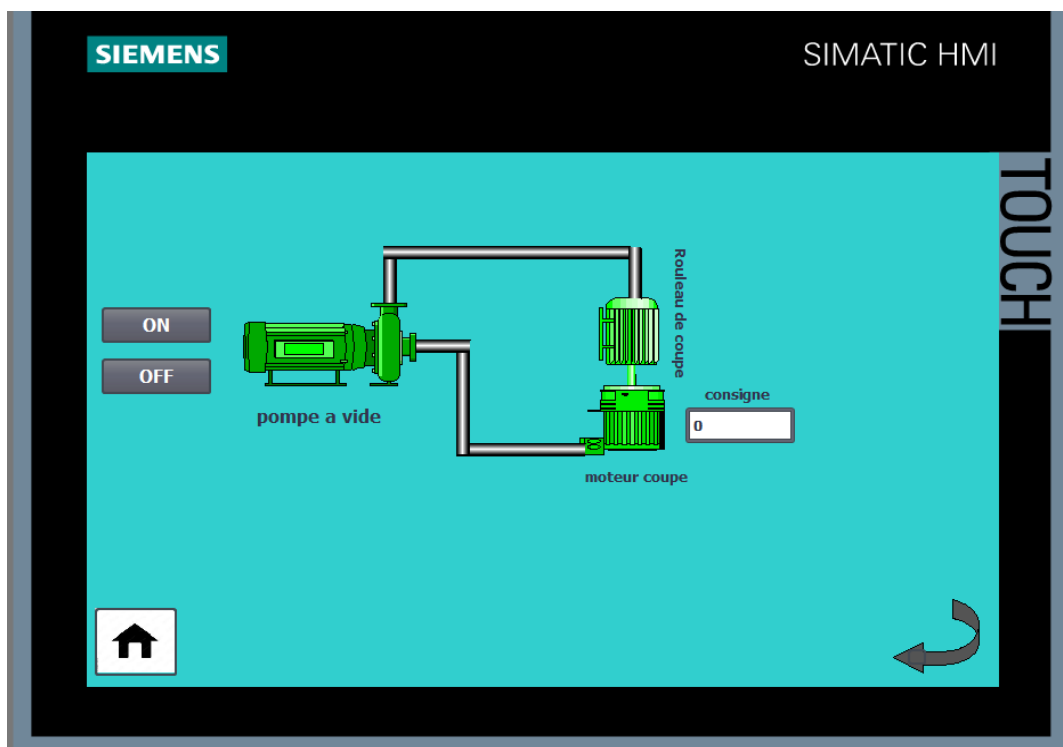


Figure IV.9: Vue de gestion de coupe.

**IV.6.6) Vue de gestion de colle :**

C'est la vue correspondante a la gestion de colle.

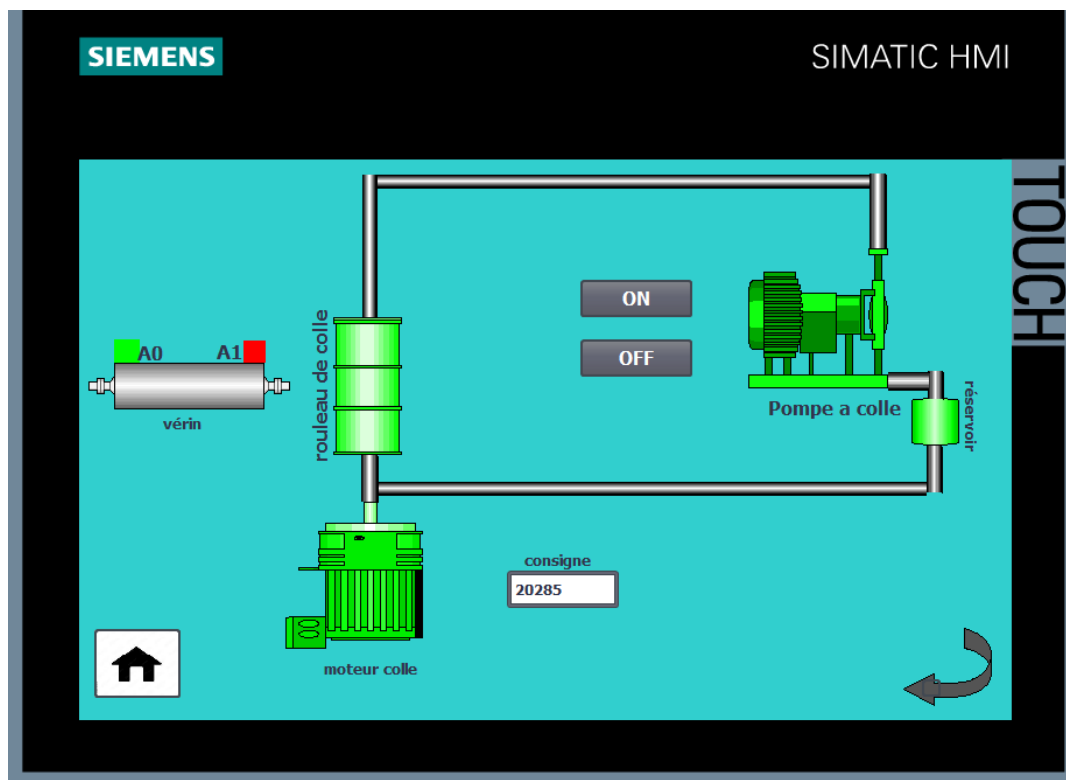


Figure IV.10 : Vue de gestion de colle.

**IV.6.7) Vue de la température :**

C'est la vue correspondante a la température.

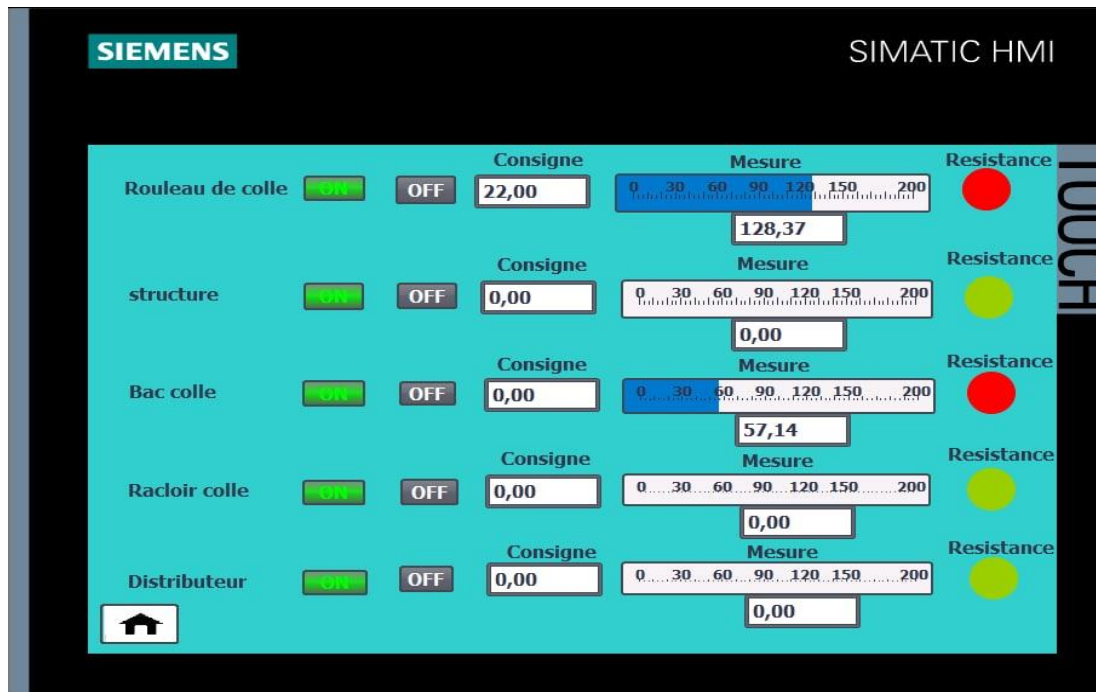


Figure IV.11 : Vue de température.

IV.6.8) Vue de moteur tête :

C'est la vue correspondante au moteur tête.

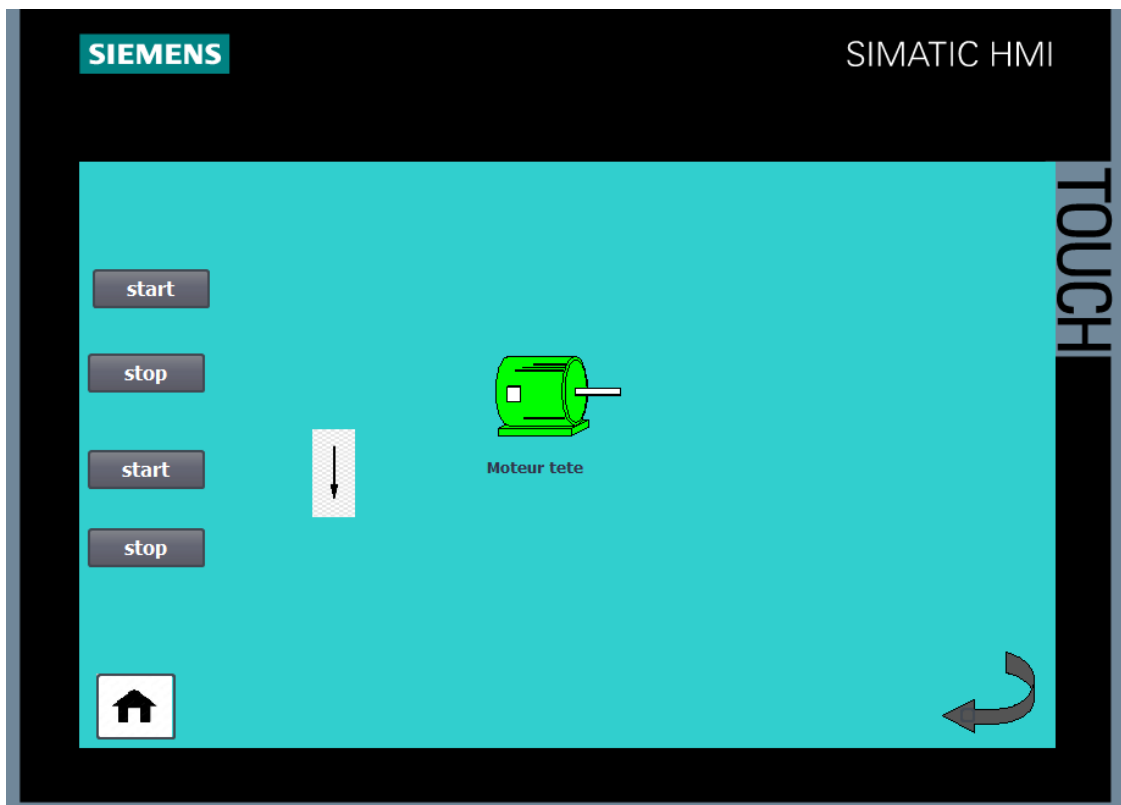
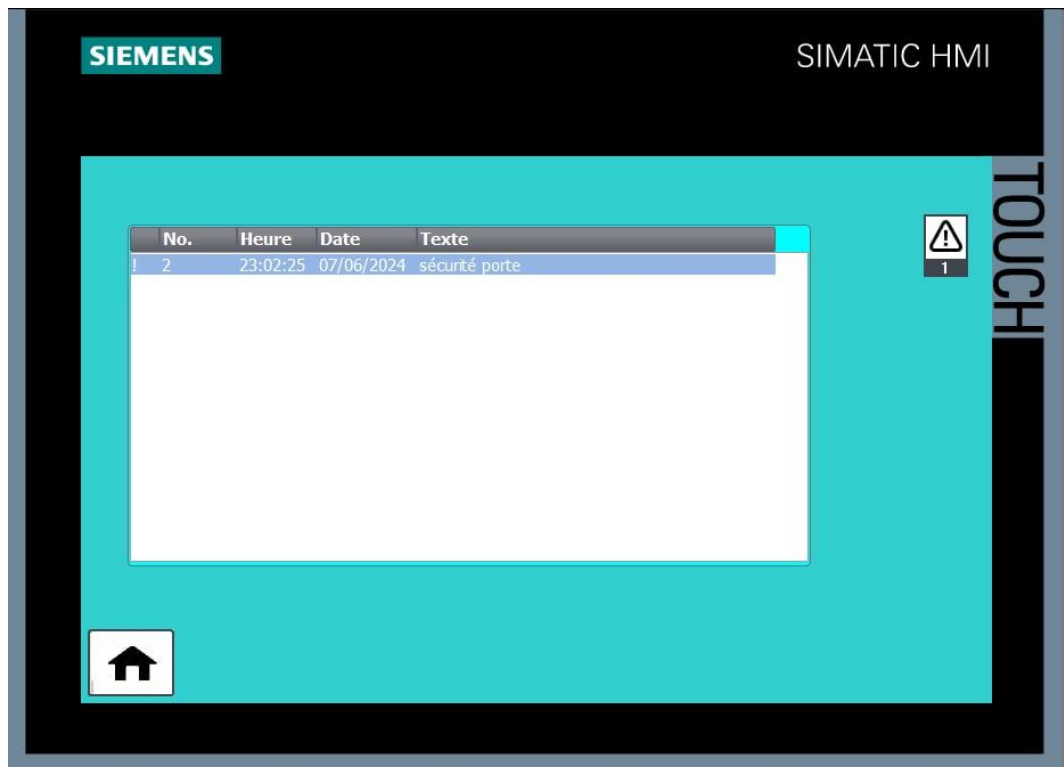


Figure IV.12 : Vue moteur tête.

**IV.6.9) Vue des alarmes :**

Cette vue est configurée pour afficher l'historique des alarmes et les défauts au niveau du process pour faciliter la maintenance.



**Figure IV.13 :** Vue des alarmes.

**IV.7) Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons développé une interface graphique pour la supervision de l'étiqueteuse SACMI labelling, en utilisant le logiciel WinCC TIA PORTAL. L'interface donne une représentation graphique du processus dans les différentes vues et assure la visualisation et le traitement des données en temps réel.

## **Conclusion générale**

Dans ce mémoire de fin d'étude, nous avons présenté notre travail après avoir effectué un stage pratique au sein de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja CEVITAL, où nous avons étudié l'étiqueteuse SACMI Labelling.

Nous avons commencé par explorer la machine en identifiant ses différents constituants, et étudier son fonctionnement puis, par la suite, nous avons pu ressortir la problématique qui a un impact sur le bon fonctionnement de la machine et ainsi sur la qualité du produit (les bouteilles d'eau minérale). Afin de régler ce problème, notre contribution s'est portée sur le remplacement du système de transmission mécanique par des servomoteurs et cela dans le but d'améliorer le fonctionnement de l'étiqueteuse et la qualité de production.

Pour ce faire, premièrement, nous avons défini l'amélioration qui sera établie sur notre système. Puis, nous avons élaboré un cahier des charges pour lequel nous avons fait une modélisation graphique en utilisant l'outil GRAFCET. Par la suite, nous avons élaboré une solution programmable sous TIA PORTAL. Au final, nous avons créé une interface de supervision à l'aide de WinCC TIA PORTAL, facilitant la visualisation de la machine, la commande des équipements ainsi que la détection des anomalies et l'enclenchement des alarmes. Nous pensons que le travail demandé par l'entreprise est accompli. Toutefois, nous suggérons à l'entreprise l'application de notre amélioration, en pratique, sur l'étiqueteuse étudiée.

Le présent travail nous a été bénéfique sur tous les plans, théoriques, techniques et pratiques. Il nous a permis de mettre une évidence l'aspect pratique d'une grande partie des connaissances théoriques acquises tout au long de notre cursus, ainsi que d'enrichir nos connaissances et notre savoir-faire dans le domaine de l'instrumentation et l'automatisation des systèmes industriels et aussi de suivre une méthodologie rationnelle pour l'élaboration d'un projet d'automatisation.

Enfin, nous espérons que ce travail puisse constituer un support supplémentaire pour les opérateurs de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja CEVITAL et aux promotions d'étudiant à l'avenir.

## **Références bibliographiques**

- [1] : R. David et H. Alla, Du Grafcet aux réseaux de pétri, 2<sup>ème</sup> édition, édition HERMENS, Paris, 1997.
- [2] : Georges. Asch, Les capteurs en instrumentation industrielle, 5<sup>ème</sup> édition, édition DUNOD, Paris, 1999.
- [3] : Données techniques de l'étiqueteuse SACMI Labelling.
- [4] : Documentation technique de l'étiqueteuse SACMI Labelling.
- [5] : Schéma électrique de l'étiqueteuse SACMI Labelling.
- [6] : Hamri Hakima, « Les règles du GRAFCET », support de cours, UMMTO, 2023/2024.
- [7] : Adem Hadjou, « Automatisation et supervision de l'étiqueteuse SACMI LABELLING sous TIA Portal », mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, département d'automatique, 2023
- [8] : SEDOUD Sadia, KOUROUAOU Naima, « Automatisation, supervision et amélioration d'un mixeur de boissons gazeuses, sous TIA Portal, de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja cevital », mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de master, département d'automatique, 2022.
- [9] : [www. https://scietech.fr/architectures-des-automates-programmables-industriels-scietech/](https://scietech.fr/architectures-des-automates-programmables-industriels-scietech/)
- [10] : <https://sitelec.org/cours/abati/grafcet1.htm>
- [11] : <https://projet.eu.org/pedago/sin/1ere/5-grafcet.pdf>.
- [12] : [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/511/18652511/att\\_53989/v1/S7gsv54\\_f.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/511/18652511/att_53989/v1/S7gsv54_f.pdf),