

**République Algérienne Démocratique et populaire**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida 1



Faculté des sciences de la technologie

Département d'Electronique

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II

Electronique

**Spécialité** : Automatique & système

**Filière** : Automatique

**Domaine** : Science Technologique

**Thème**

***Etude, Modélisation et programmation d'une souffleuse (SBO14/20)***

**Présenté par**

Alim Yousra

**Devant le membre de jury**

Ayad Hocine	Université de Blida 1	Promoteur
Aichour Mohamed	Université de Blida 1	Co-promoteur
	Université de Blida 1	Président de jury
	Université de Blida 1	Examineur

**Année Universitaire 2019/2020**

# *Remerciement*

*Avant tout je tiens à remercier " Allah ".*

*A travers ce modeste travail, je tiens à remercier  
vivement mes chers parents pour leur soutien moral et financier.*

*Je remercie Monsieur Ayad Hocine pour ses précieux conseils, mon Co-promoteur  
Monsieur Mohamed Aichour et Monsieur Harchi Abdelkader pour l'intéressante  
documentation qu'ils ont mis à ma disposition.*

*Mes remerciements les plus vifs vont aussi à  
Messieurs, le président et les membres de jury d'avoir accepté  
d'examiner et d'évaluer ce travail.*

*J'exprime également ma gratitude à tous les  
Enseignants qui ont collaboré à notre formation jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.  
Je tiens à remercier aussi tous le personnel de Nestlé waters qui m'ont toujours accueilli  
avec beaucoup de gentillesse et de patience.*



## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents qui ont été toujours à mes cotés pour  
me soutenir et m'encourager.*

*A la mémoire de ma grand-mère yamina.*

*Toute ma famille*

*Mes très chères sœurs Ryma & Racha.*

*Mes amis Soraya & Ryma*

*A toute la promotion automatique 2019-2020*

## ملخص

في هذه الرسالة، درسنا تشغيل منفاخ SBO14 / 20 ثنائي الاتجاه SIDEL داخل وحدة إنتاج مياه مصدر مياه نستله هذه الآلة مخصصة لنفخ المواد البلاستيكية ذات الضغط العالي من أجل الحصول على قارورات جاهزة للتعبئة ، ويمكن أن تعمل في بداية سلسلة التعبئة أو وحدها وفقاً لاحتياجات مشغلها. كانت مهمتنا هي أتمتة وتطوير منصة إشراف، لذلك بدأنا بدراسة وظيفية للآلة بأكملها ثم قمنا بتطوير نموذج الذي يصف عمل آلة نفخ الثلج هذه (GRAFCET). أخيراً ، قمنا ببناء دائرة هوائية ثم اقترحنا حل التحكم المنطقي المبرمج الذي يضمن تشغيله باستخدام برنامج step7. لمحطة القولية بالنفخ

**كلمات مفتاحية:** الضغط العالي آلة نفخ الثلج GRAFCET التحكم المنطقي step7

## Résumé

Dans ce mémoire, nous avons étudié le fonctionnement d'une souffleuse bi-orientée SBO14/20 de SIDEL au sein de l'unité de production d'eau de source Nestlé waters Cette machine est destinée au soufflage haute pression d'article en plastique (PET) afin d'avoir des bouteilles prêtes au remplissage. Elle peut fonctionner en amont d'une chaîne de remplissage ou seule selon le besoin de son exploitant. Notre travail consistait à automatiser une souffleuse SBO14/20. Pour cela, nous avons commencé par une étude fonctionnelle de toute la machine. Par la suite, nous avons élaboré un modèle Grafcet décrivant le fonctionnement de cette souffleuse.

Puis nous avons proposé une solution de commande en logique programmée qui assure son fonctionnement à l'aide du logiciel step7. Enfin, nous avons construit un circuit pneumatique d'un poste de soufflage.

**Mot clés :** bi-orientée, Grafcet, logique programmée, logiciel step7, circuit pneumatique

## Abstract

In this thesis, we have studied the operation of a two-oriented SBO14 / 20 blower from SIDEL within the source water production unit Nestlé Waters

This machine is intended for high pressure blow molding of plastic (PET) articles in order to have bottles suitable for filling. It can operate upstream of a filling line or alone according to the needs of its operator. Our job was to automate an SBO14 / 20 snowblower. To do this, we started with a functional study of the whole machine. We then developed a Grafcet model describing the operation of this snowblower.

Then we proposed a programmed logic control solution that ensures its operation using the step7 software. Finally, we built a pneumatic circuit for a blow molding station.

**Keywords:** bi-oriented, Grafcet, programmed logic, step7 software, pneumatic circuit

## Liste des abréviations

**PET** : Polyéthylène Téréphtalate

**SPA** : société par actions

**IR** : Infrarouge

**PH** : potentiel Hydrogène

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet

**CACO<sub>3</sub>**: carbonate de calcium

**OH<sup>-</sup>**: L'hydroxydes

**Co<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Bicarbonates

**CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>**: Carbonates

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Bicarbonates

**SBO 14/20**: Souffleuse Bi-orienté 14 moules /20 fours

**PCC**: Pupitre de commande de contrôle  
**PID** : Proportionnelle- Intégrale- Dérivée.  
**LCP** : Panneau de commande local  
**IR** : L'indice de Ryznar  
**T** : Temporisation  
**Xi** : Etape  
**q** : durée de la temporisation  
**CANn** : condition d'activation de l'étape  
**CDXn** : condition de désactivation de l'étape  
**AUD** : arrêt d'urgence Dure  
**Aud** : arrêt d'urgence doux  
**Init** : Initialisation  
**API** : Automates Programmable Industriels  
**PLC** : Programmable Logique Controller  
**FC** : fonction  
**TOR** : Tout Ou Rien  
**Win CC** : Windows Controller Centre  
**IHM** : Interface Human Machine  
**RT** : Run Time  
**TIA** : Totally Integrated Automation  
**OPC** : (OLE for Process control)  
**CA** : Courant Alternatif  
**CC** : Courant Continu

## Liste des figures

<b>Figure I.1</b>	L'emplacement de l'entreprise Nestlé water-Blida.....	2
<b>Figure I.2</b>	L'emplacement des différentes machines de la chaine.....	3
<b>Figure I.3</b>	Chaine de production d'eau minérale.....	5
<b>Figure I.4</b>	L'alimentateur préforme.....	6
<b>Figure I.5</b>	La Souffleuse.....	6
<b>Figure I.6</b>	La Remplisseuse.....	6
<b>Figure I.7</b>	La Capsuleuse.....	7
<b>Figure I.8</b>	L'étiqueteuse.....	7
<b>Figure I.9</b>	Le Convoyeur.....	7
<b>Figure II.10</b>	Cycle d'une préforme.....	11
<b>Figure II.11</b>	Schéma synoptique de la souffleuse.....	11
<b>Figure II.12</b>	Le système d'alimentation.....	12
<b>Figure II.13</b>	Le système de transmission et Motoréducteur.....	13

<b>Figure II.14</b>	Motoréducteur.....	14
<b>Figure II.15</b>	L'emplacement des défrent limiteurs de couples.....	15
<b>Figure II.16</b>	Système de freinage.....	15
<b>Figure II.17</b>	Rotation manuelle.....	16
<b>Figure II.18</b>	Les systèmes de vêtissage et de dévêtissage.....	17
<b>Figure II.19</b>	Les systèmes de vêtissage.....	18
<b>Figure II.20</b>	Le four infrarouge.....	19
<b>Figure II.21</b>	Le système de ventilation four.....	19
<b>Figure II.22</b>	Bras de transfert.....	20
<b>Figure II.23</b>	Le système de transmission.....	21
<b>Figure II.24</b>	Le poste de soufflage.....	21
<b>Figure II.25</b>	La roue de soufflage.....	22
<b>Figure II.26</b>	Fermeture moule.....	23
<b>Figure II.27</b>	Verrouillage moule.....	23
<b>Figure II.28</b>	Compensation moule.....	23
<b>Figure II.29</b>	Déverrouillage moule.....	23
<b>Figure II.30</b>	Ouverture moule.....	23
<b>Figure II.31</b>	Diagramme de cycle d'une unité de soufflage.....	24
<b>Figure II.32</b>	Dépoussiérage.....	25
<b>Figure II.33</b>	Le circuit hydraulique.....	26
<b>Figure II.34</b>	Tableau d'alimentation générale en air basse pression.....	26
<b>Figure II.35</b>	Tableau d'alimentation générale en air haut pression.....	27
<b>Figure II.36</b>	Double filtration.....	27
<b>Figure II.37</b>	Les paramètres de PID.....	33
<b>Figure II.38</b>	procédure de contrôle du four.....	34
<b>Figure II 39</b>	Les courbes de différentes T° et des différents % représentant la mise en marche/Arret du four.....	35
<b>Figure II.40</b>	Variateur de vitesse.....	37
<b>Figure II.41</b>	Schéma de câblages du variateur .....	38
<b>Figure I.42</b>	Raccordement de secteur.....	39
<b>Figure II.43</b>	Connexion en étoile et en triangle.....	39
<b>Figure II.44</b>	Camera infrarouge.....	41
<b>Figure II.45</b>	L'emplacement des camera Infrarouge.....	42
<b>Figure II.46</b>	Réglage de l'équerre sur le milieu du corps des préformes.....	42



<b>Figure II.47</b>	Réglage de support.....	42
<b>Figure II.48</b>	Réglage de facteur émissif.....	43
<b>Figure II.49</b>	Composition d'un codeur.....	44
<b>Figure II.50</b>	Synoptique du codeur incrémental .....	45
<b>Figure II.51</b>	Implantation des arrêts d'urgence.....	45
<b>Figure II.52</b>	Implantation des détecteurs d'ouverture des portes.....	49
<b>Figure II.53</b>	les différents éléments constituant le PCC.....	49
<b>Figure II.54</b>	L'emplacement d différentes armoires électriques.....	50
<b>Figure III.55</b>	Symbolisation d'un grafcet.....	53
<b>Figure III.56</b>	Exemple Grafcet.....	54
<b>Figure IV.57</b>	Structure d'un système automatisé.....	66
<b>Figure IV.58</b>	Structure interne d'un API.....	68
<b>Figure IV.59</b>	L'automate de l'armoire électrique principale.....	69
<b>Figure IV.60</b>	Réalisation d'un processus d'automatisation.....	72
<b>Figure IV.61</b>	Organigramme pour la création de projet sous STEP7.....	73
<b>Figure IV.62</b>	Page de démarrage de STEP7.....	74
<b>Figure IV.63</b>	Choisir la CPU pour la configuration du matériel.....	75
<b>Figure IV 64</b>	La gestion niveaux de remplissage de la trémie.....	76
<b>Figure IV 65</b>	Commande de la mise en marche de la bande transporteuse.....	77
<b>Figure IV 66</b>	Commande de la mise en arrêt de la bande transporteuse.....	77
<b>Figure IV 67</b>	Défaut remplissage préforme.....	77
<b>Figure IV 68</b>	La mise a l'échelle de la Température de four.....	77
<b>Figure IV 69</b>	Commande vérin de doigt d'arrêt.....	79
<b>Figure IV 70</b>	Les condition initiales de soufflage.....	79
<b>Figure IV 71</b>	Compteur moule.....	79
<b>Figure IV 72</b>	Comparateur pour le choix de moule.....	80
<b>Figure IV 73</b>	Autorisation soufflage.....	80
<b>Figure IV 75</b>	Le circuit pneumatique de tuyère et élongation.....	81
<b>Figure IV 76</b>	GRAF CET de circuit pneumatique tuyère et élongation.....	82

## Liste des Tableaux

<b>Tableau I.1</b>	Les différentes machines qui constituent la chaîne de production.....	4
<b>Tableau II.2</b>	Caractéristique technique de ‘SIBO14/20’.....	10
<b>Tableau II.3</b>	Les éléments constituant d’une souffeuse .....	12
<b>Tableau II.4</b>	Les différents éléments de système de transmission.....	14
<b>Tableau II.5</b>	description d’un système de freinage .....	16
<b>Tableau II.6</b>	le parcours d’une unité de soufflage dans son cycle complet de .....	25
	fonctionnement	
<b>Tableau II.7</b>	le principe de la régulation du four de la souffeuse SBO14/20.....	35
<b>Tableau II.8</b>	Réglages de paramètres par défaut selon International/Amérique Nord.....	40
<b>Tableau II.9</b>	Implantation des arrêts d’urgence .....	48
<b>Tableau III.10</b>	L’emplacement de différent armoire et coffrets électriques.....	50
<b>Tableau III.11</b>	la table des mnémoniques.....	57





# Table des matières

---

Introduction générale.....	1
<b>Chapitre I : Présentation de l'entreprise 'Nestlé waters'</b>	
<b>I.1 Introduction .....</b>	<b>2</b>
I.2 Présentation de l'entreprise Nestlé waters .....	2
I.2.1 Activité de Nestlé waters .....	2
I.2.2 Position géographique.....	2
I.3. Les différentes parties de la ligne de production .....	3
I. 4 Caractéristique de l'eau.....	4
I.4.1 Indice de Ryznar.....	4
I.4.2 pH (potentiel Hydrogène) .....	4
I.4.3 TH (Titre Hydrotimétrique) .....	4
I.4.4 TAC (Titre Alcalimétrique Complet).....	4
I.4.5 La conductivité.....	5
I.5 Un bref aperçu sur la chaîne de production.....	5
I.5.1 Distributeur préforme.....	6
I.5.2 Souffleuse .....	6
I.5.3 Remplisseuse.....	6
I.5.4 Capsuleuse .....	7
I.5.5 Etiqueteuse.....	7
I.5.6 Convoyeur .....	7
I.5.7 Dateuse.....	8
I.5.8 Fardeuse.....	8
I.5.9 Twin-pack .....	8
I.5.10 Palettiseur.....	8
I.5.11 Housseuse .....	8
<b>I.6 Conclusion .....</b>	<b>8</b>

# Table des matières

---

## Chapitre II Analyse fonctionnelle de souffleuse 'SBO14/20'

Introduction .....	9
II .2 Souffleuse 'SBO14/20' .....	9
II.2.1 Présentation de la station.....	9
II.2.1.a Définition.....	9
II.2.1.b Caractéristique technique de la souffleuse « SBO14/20 ».....	9
II.2.2 Le cycle qu'effectue une préforme .....	11
II.2.3 Les éléments constituant d'une souffleuse.....	11
II.3 Rôle des différents éléments.....	12
II.3.1 Alimentation .....	12
II.3.2 Transmission et Motorisation de la souffleuse .....	13
II.3.2.a Motoréducteur.....	14
II.3.2 .b Limiteur de couple.....	15
II.3.2.c Système de freinage.....	15
II.3.2.d Rotation manuelle.....	16
II.3.3 Four et conditionnement des préformes.....	17
II.3.3.a Le four infrarouge .....	19
II.3.3.b Le système de ventilation four.....	19
II.3.4 Table et bras de transfert.....	20
II .3.5 Poste de soufflage.....	21
II.3.5.a Unité de porte moules .....	22
II.3.5.b Diagramme de cycle de soufflage .....	24
II.3.6 Dépoussiérage de préforme .....	25
II.4 circuit hydraulique .....	26
II.5 Circuit pneumatique .....	26
II.5.1 Circuit d'air basse pression de la souffleuse.....	26
II.5.2 Circuit d'air haut pression de la souffleuse.....	27

# Table des matières

---

II.6 Les différents capteurs et actionneur de la SBO (14/20) .....	28
II.7 La régulation.....	33
II.7.1 Objectifs de la régulation.....	33
II.7.2 Paramètres de régulation P, I, D (selon la configuration de la machine) .....	33
II.7.3 Profil de chauffe.....	34
II.7.3.a Principe de la régulation du four .....	34
II.7.3.b Principe de mise en marche / arrêt du four .....	35
II.8 Le variateur de vitesse (DANFOS).....	37
II.8.1 Le principe de fonctionnement d'un variateur de vitesse.....	37
II.8.2 Panneau de commande local (LCP).....	38
II.8.3 Installation électrique.....	38
II.8.4 Raccordement au secteur et mise à la terre.....	39
II.8.5 Raccordement du moteur.....	39
II.8.6 Réglages de paramètres par défaut selon International/Amérique Nord.....	39
II.9 La camera Infrarouge.....	41
II.9.1 Caractéristiques de la camera infrarouge .....	42
II.9.2 Réglage de la visée d'une caméra infrarouge.....	42
II.9.3 Configuration de la camera infrarouge.....	43
II.10 Codeur incrémenta .....	44
II.10.1 Qu'est-ce qu'un codeur ?.....	44
II.10.2 Description fonctionnel du codeur incrémental.....	45
II.10.3 Résolution (nombre de point par tour).....	46
II.10.4 Traitement de signal .....	46
II.10.5 Choix du codeur.....	46
II.11 Système de sécurité de la machine de soufflage.....	47
II.11.1 Boutons d'arrêt d'urgence .....	47
II.11.2 Détecteurs d'ouverture des portes .....	48
II.12 Pupitre de contrôle et de commande .....	49

# Table des matières

---

II.13 Armoire et coffre électriques.....	50
<b>II.14 Conclusion</b> .....	51
<b>Chapitre III</b> Modélisation de la souffeuse SBO14/20	
<b>III.1 Introduction</b> .....	52
III.2 Modélisation par Grafcet .....	52
III.2.1 Définition du GRAFCET.....	52
III.2.2 Les concepts de base d'un GRAFCET.....	52
III.2.3 Niveau d'un Grafcet .....	53
III.2.3 a Grafcet de niveau 1.....	53
III.2.3 b Grafcet de niveau 2.....	53
III.2.3 c Grafcet de niveau 3.....	53
III.2.4 Mise en équation d'un grafcet.....	54
III.2.5 Le GRAFCET de fonctionnement.....	55
III .2.5.a Propriétés de la table des mnémoniques.....	55
III.2.6.b Le Grafcet de la souffeuse .....	55
III.3 Modélisation par organigramme.....	58
III.3.1 Définition.....	58
III.3. 2 Symboles de l'organigramme.....	58
III.3.3 Structure des organigrammes.....	59
III.3.3.a Structure linéaire .....	59
III.3.3.b Structure alternative .....	59
III.3.3.c Structure itérative.....	59
III.3.4 L'Organigramme de fonctionnement de four .....	60
III.3.5 L'organigramme de fonctionnement de la roue de soufflage.....	62
<b>III.4 Conclusion</b> .....	64



# Table des matières

---

## Chapitre IV Programmation de la souffleuse

<b>IV.1 Introduction</b> .....	65
IV.2 Les systèmes automatisés.....	65
IV.2.1 Généralité sur systèmes automatisés.....	65
IV.2.2 Objectifs de l'automatisation.....	65
IV.2.3 Structure d'un système automatisé.....	66
IV.2.3.a Partie opérative .....	66
IV.2.3.b Partie commande .....	67
IV.3 Les automates programmables industriels.....	67
IV.3.1 Structure interne.....	67
IV.3.1.a Module d'alimentation.....	67
IV.3.1.b Unité centrale.....	67
IV.3.1.c Le bus interne.....	67
IV.3.1.d Mémoire.....	67
IV.3.1.e Module d'entrées / sortie.....	68
IV.3.2 Critères de choix d'un automate.....	68
IV.4 Présentation d'API utilisé.....	69
IV.4.1 Modules constitutionnels de l'automate S7-300.....	69
IV.4.1.a Unité centrale (CPU) .....	69
IV.4.1.b Module de coupleur (IM).....	70
IV.4.1.c Module de fonction (FM).....	70
IV.4.1.d Module de signaux (SM).....	70
IV.4.1.e Module de simulation (SM 374).....	71
IV.4.1.f Châssis (rack).....	71
IV.4.1.g Module d'alimentation (PS).....	71
IV.4.2 Caractéristique de l'automate S7-300.....	71
IV.5 Bref aperçu sur le logiciel Step7 .....	71
IV.5.1 Application du logiciel STEP 7 .....	72

# Table des matières

---

IV.5.2 Mode de représentation du langage de programmation STEP 7 .....	73
<b>IV.6 Premier pas vers STEP7 .....</b>	<b>73</b>
IV.6.1 Création du projet dans SIMATIC Manager.....	73
IV.6.2 Configuration matérielle (Partie Hardware).....	74
IV.6.2 Création de la table des mnémoniques (Partie Software).....	75
IV.6.3 Élaboration du programme S7 (Partie Software).....	75
V.6.3.a Blocs d'organisation (OB).....	75
V.6.3.b Blocs fonctionnels (FB).....	76
V.6.3.c Fonctions (FC).....	76
V.6.3.d Blocs de données (DB).....	76
IV.7 Élaboration de programme.....	76
IV.8 Le circuit pneumatique de la tuyère et élongation.....	81
<b>IV.9 Conclusion .....</b>	<b>82</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>83</b>
<b>Bibliographie</b>	
<b>Annexes</b>	

# Table des matières

---

## **IV.1 Introduction**

Durant ces dernières années, nous assistons à un développement énorme dans le monde industriel notamment dans les techniques de commande, et cela grâce à l'apparition de nouvelles techniques s'appuyant sur des systèmes très puissants et très flexibles : les automates programmable (API).

Dans ce chapitre nous allons réaliser un programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle en utilisant le logiciel step7.

## **IV.2 Les systèmes automatisés**

### **IV.2.1 Généralité sur systèmes automatisés**

L'automatisation d'une production consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur le processus afin d'élaborer le produit final [9].

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives pour obtenir l'efficacité et la précision.[14]

### **IV.2.2 Objectifs de l'automatisation**

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le Système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

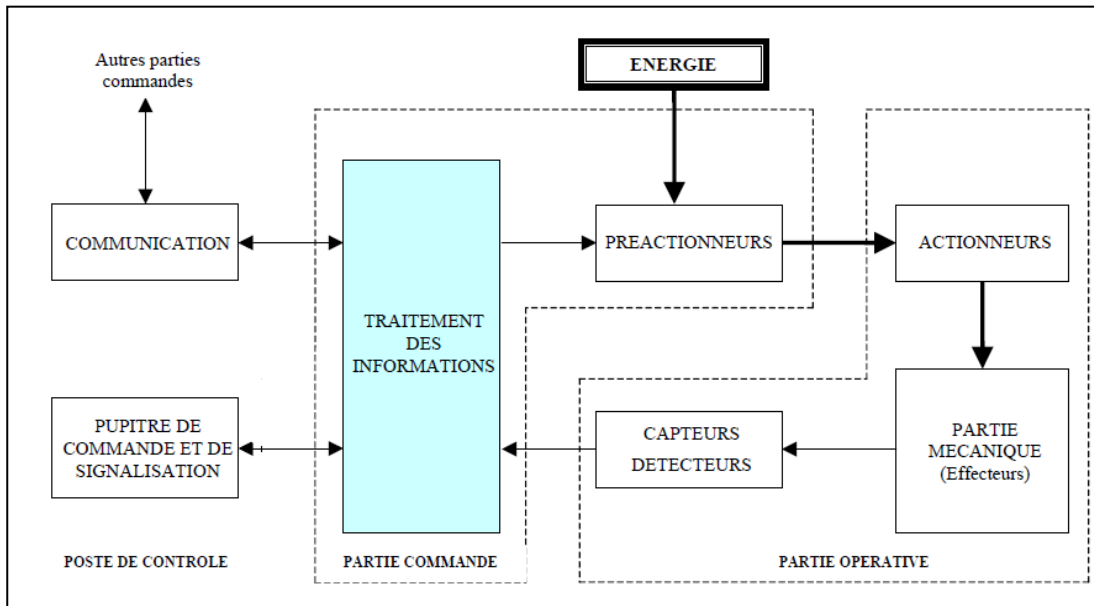
- Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit.
- S'adapter à des contextes particuliers :
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées).
- Augmenter la sécurité.[13]

**IV.2.3 Structure d'un système automatisé**

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et partie commande.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface qui est constituée par l'ensemble de capteurs et pré actionneurs.

La structure interne d'un système automatisé peut se représenter comme suit :



**Figure IV.57** Structure d'un système automatisé [13]

**IV.2.3.a Partie opérative**

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

Les **actionneurs** (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les **capteurs / détecteurs** permettent d'acquérir les divers états du système. [13]

**IV.2.3.b Partie commande**

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative.

Les **préactionneurs** permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le **transfert d'énergie** entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, Distributeur ...

Ces préactionneurs sont commandés à leur tour par le bloc **traitement des informations**.

Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie Opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate Programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée)), elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations au **pupitre de signalisation** ou à d'autres systèmes de Commande et/ou de supervision en utilisant un **réseau** et un **protocole de communication**. [13]

### **IV.3 Les automates programmables industriels**

Un API(ou PLC programmable logique Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique

Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- ❖ S7-200 : un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- ❖ S7-300 : un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- ❖ S7-400 : il couvre le haut et très haut de gamme. [13]

#### **IV.3.1 Structure interne**

La structure interne d'un automate programmable est constituée comme suit:

##### **IV.3.1.a Module d'alimentation**

Permet de fournir à l'automate la tension nécessaire à son fonctionnement. Ils délivrent, à partir du 220V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate de 24V en continu. [13]

##### **IV.3.1. b Unité centrale**

Unité centrale est à base de micro-processeur. Elle réalise toutes les fonctions logiques, Arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Elle commande l'interprétation et l'exécute les instructions qui sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. [13]

##### **IV.3.1.c Le bus interne**

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. [13]

##### **IV.3.1.d Mémoire**

Un système de processus est accompagné par un ou plusieurs mémoires qui permettent de stocker le système d'exploitation dans des RAMs ou ROMs et le programme dans des EEPROMs.

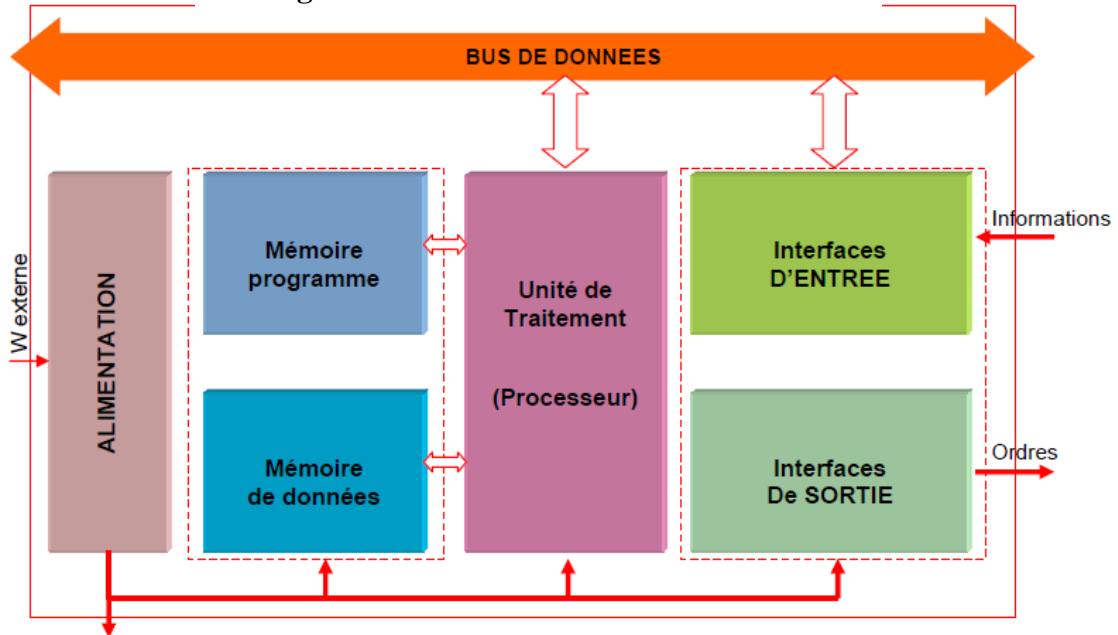
Les données système lors du fonctionnement dans des RAMs. [13]

Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA. [13]

**IV.3.1.e Module d’entrées / sortie**

L’interface d’entrée comporte des adresses d’entrée qui reçoivent des informations en

**Figure IV.58** Structure interne d’un API



Provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L’interface de sortie comporte aussi des adresses de sortie et qui transmettent des informations

aux pré-actionneurs (relais, électrovannes) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. [13]

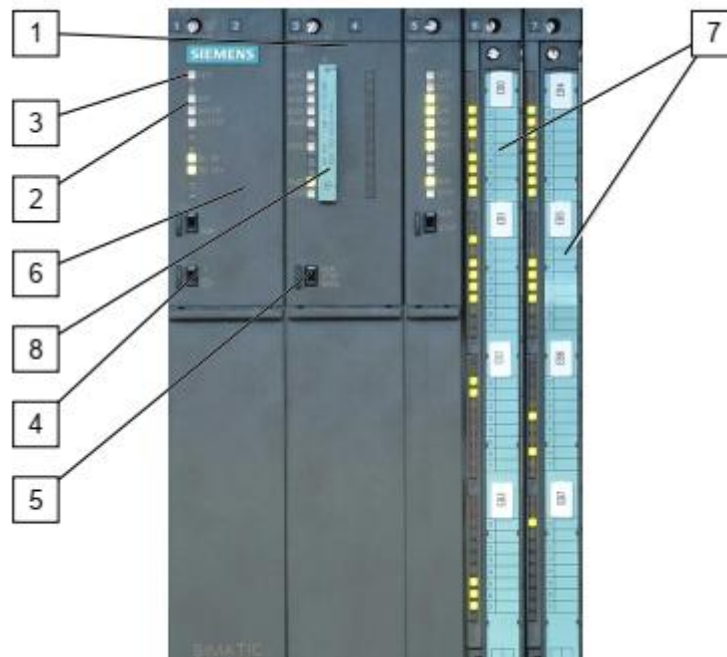
**IV.3.2 Critères de choix d’un automate**

Pour choisir un automate programmable, l’automaticien doit préciser :

- ❖ Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- ❖ Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l’unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- ❖ La nature de traitement (temporisation, couplage, ...etc.).
- ❖ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ❖ La communication avec d’autre système.
- ❖ La fiabilité et robustesse. [13]

#### IV.4 Présentation d'API utilisé

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées



**Figure IV.59** L'automate de l'armoire électrique principale [12]

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1- Automate                      | 5- Commutateur de fonctionnement   |
| 2- Voyant rouge "BAF"            | 6- Module d'alimentation           |
| 3- Voyant rouge "INTF"           | 7- Module de sortie "Tout Ou Rien" |
| 4- Commutateur de mise en veille | 8- Carte "EEPROM Flash"            |

#### IV.4.1 Modules constitutionnels de l'automate S7-300

##### IV.4.1.a Unité centrale (CPU)

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

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

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

La particularité de ces CPU c'est qu'elles sont dotées d'une EEPROM intégrée.



La CPU 314 IFM dispose des fonctions intégrées suivantes :

- ❖ La fonction intégrée fréquencemètre.
- ❖ La fonction intégrée compteur.
- ❖ La fonction intégrée compteur A/B.

CPU avec interface Profibus DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP. Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux.

Toutes ces CPU peuvent être utilisées uniquement comme DP maître ou esclave DP à l'exception de la CPU 318-2DP qui est utilisée uniquement comme maître DP. [15]

### **IV.4.1.b Module de coupleur (IM)**

Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée. Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365: pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM 360/ IM361: pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.[15]

### **IV.4.1.c Module de fonction (FM)**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul.

On peut citer les modules suivant :

- FM 354/FM 357 : module de commande d'axe pour servomoteurs.
- FM 353/FM 357 : module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
- FM 355 : module de régulation.
- FM 350-1 : module de comptage. [15]

### **IV.4.1.d Module de signaux (SM)**

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

**-Les modules d'entrée/sortie TOR (SM 321/SM 322)**

**- Les modules d'entrée/sortie analogiques [15]**

**IV.4.1.e Module de simulation (SM 374)**

Ce module spécial, offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- Simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- Simulation d'état des signaux de sorties par des LED. [15]

**IV.4.1.f Châssis (rack)**

Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules. [15]

**IV.4.1.g Module d'alimentation (PS)**

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une LED qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.

Les modules prévus pour l'alimentation de l'automate sont les suivants :

-PS 307 2A ;PS307 5A ;PS 30710A ;PS 305 2A . [15]

**IV.4.2 Caractéristique de l'automate S7-300**

-Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.

Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.

-Une large gamme de CPU adaptée à toutes les demandes de performances pour pouvoir d'obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme par ex. le comptage, la régulation ou le positionnement.

-Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.

-Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.

- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels. [15]

**IV.5 Bref aperçu sur le logiciel Step 7**

STEP7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base Pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

-La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.

- Création et gestion de projets
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes
- Le chargement de programmes dans les systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation en mode simulation et en temps réel.
- Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.

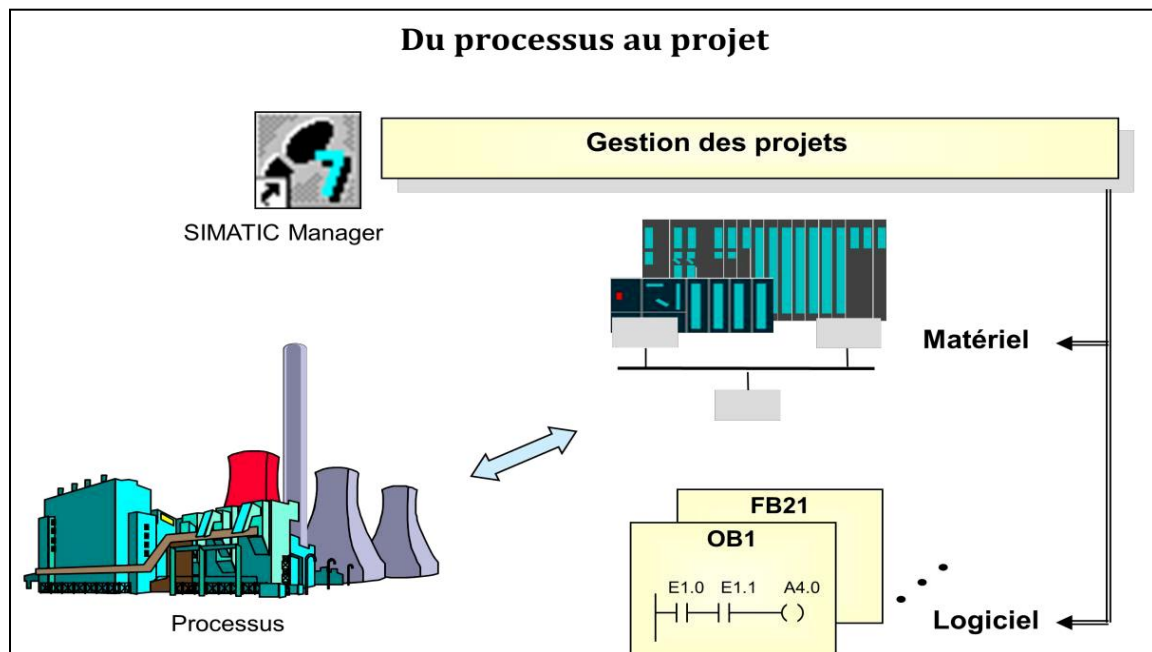


Figure IV.60 Réalisation d'un processus d'automatisation.

#### IV.5.1 Application du logiciel STEP 7

Le logiciel STEP7 met à disposition les applications de base suivantes :

- Le gestionnaire de projets.
- La configuration du matériel.
- L'éditeur de programmes CONT, LOG, LIST.
- La configuration de la communication NETPRO.
- Le diagnostic du matériel.

IV.5.2 Mode de représentation du langage de programmation STEP 7

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG font partie intégrante du logiciel de base :

- **Le schéma à contacts (CONT)** est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage ONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts et les bobines. [16].
- **La liste d'instructions (LIST)** est un langage de programmation textuel proche de la machine. [16].
- **Le logigramme (LOG)** est un langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boites logiques [16].

IV.6 Premier pas vers STEP7

Pour concevoir un projet avec STEP7, il existe 2 approches :

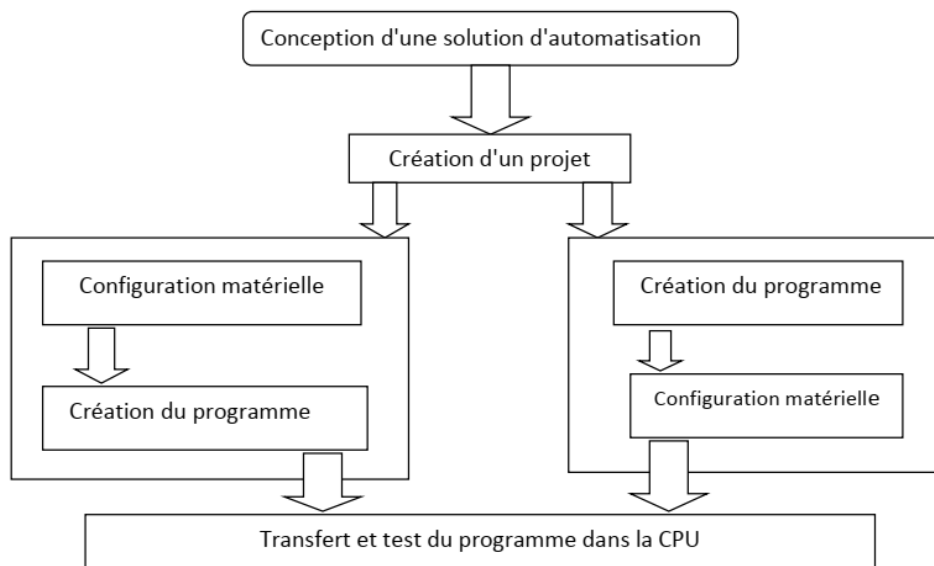
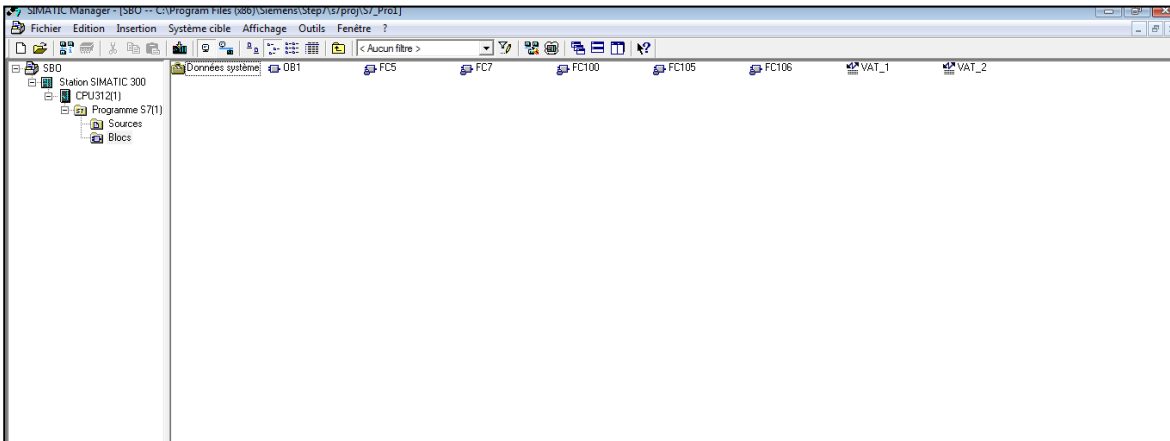


Figure IV.61 Organigramme pour la création de projet sous STEP7.[18]

IV.6.1 Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP7, il est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet », ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet. En sélectionnant l'icône SIMATIC

Manager, on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider, comme le montre la figure IV :



**Figure IV.62** Page de démarrage de STEP7

Comme le projet est vide il nous faut insérer une station SIMATIC 300. Deux approches sont possibles. Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle ou bien l'inverse.

### IV.6.2 Configuration matérielle (Partie Hardware)

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée.

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses pré-règles d'un module.
- Configurer les liaisons de communication

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU312 nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé. Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1, Parmi celles proposées notre choix s'est porte sur la «PS 307 2A». La «CPU 312» est impérativement mise à l'emplacement n°2. L'emplacement n°3 on ajoute aucun module de rack .

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'a 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques ; D'après L'identification des E/S du PLC il y a :

- ❖ 2 modules 16 entrées (AI) /sorties analogique (AO)
- ❖ 1 module 16 entrées(DI) /sorties Numérique (DO)

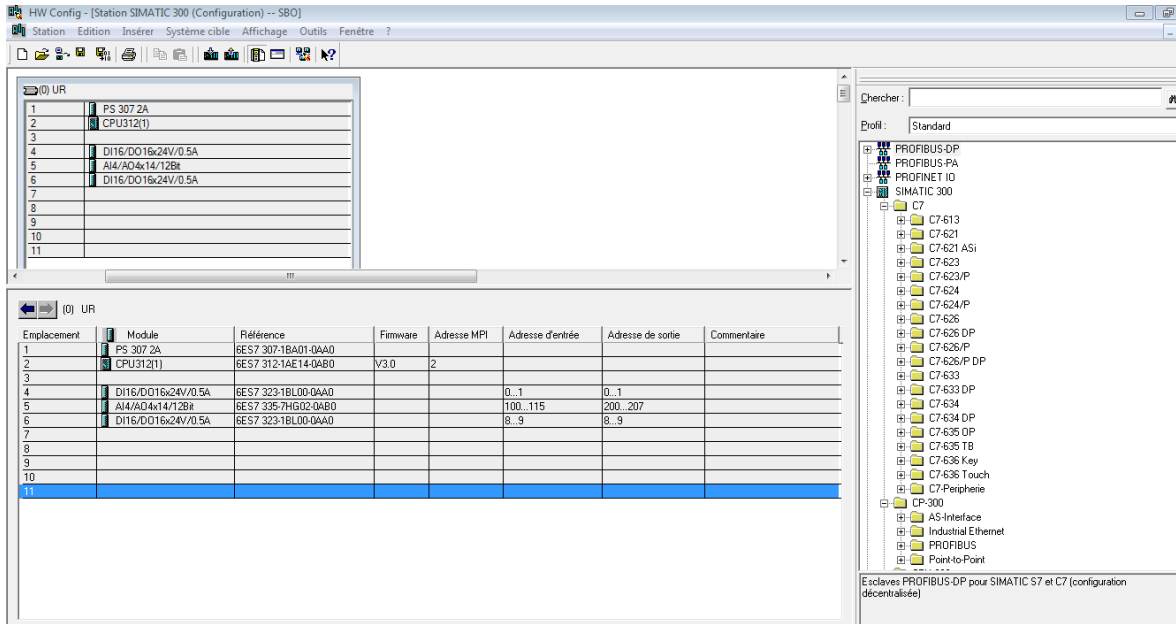


Figure IV.63 Choisir la CPU pour la configuration du matériel

**IV.6.2 Création de la table des mnémoniques (Partie Software)**

Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler. Le tableau 12 présente la table mnémonique comme le montre dans l'annexe 1.

**IV.6.3 Élaboration du programme S7 (Partie Software)**

**V.6.3.a Blocs d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement de démarrage de l'automatisme et le traitement des erreurs.

**V.6.3.b Blocs fonctionnels (FB)**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui contiennent le programme proprement. Ils disposent d'un bloc de données associé, dans lequel sont mémorisées des données statiques, d'entrée et de sortie. Les FB conservent ainsi les valeurs traitées sur plusieurs cycles.

**V.6.3.c Fonctions (FC)**

Une FC ne possède pas d'espace mémoire. Les données locales d'une fonction sont perdues près le traitement de la fonction.

**V.6.3.d Blocs de données (DB)**

Les blocs de données sont des zones de données du programme DB contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis ou au projet complet. C'est le plus utilisé.

**IV.7 Élaboration du programme**

Dans cette partie nous allons montrer quelques étapes de la programmation adaptée sur un seule moule.

Avant de commencer les programmes on doit créer les blocs de fonction et on choisit le langage à contacte et le reste des programmes

Avant de commencer les programmes on doit créer les blocs de fonction et on choisit le langage à contacte

**• FC105**

Une fois que la fonction FC1 est créée, on commence la programmation comme indiquer dans le réseau ci-dessous :

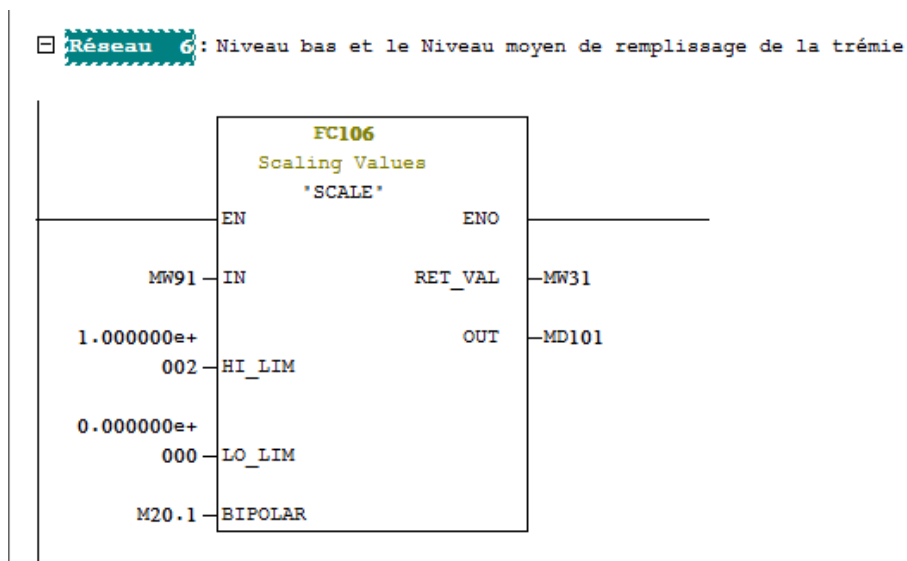


Figure IV 64 La gestion niveaux de remplissage de la trémie

☐ Réseau 7: commande la mise en marche de la bande transporteuse

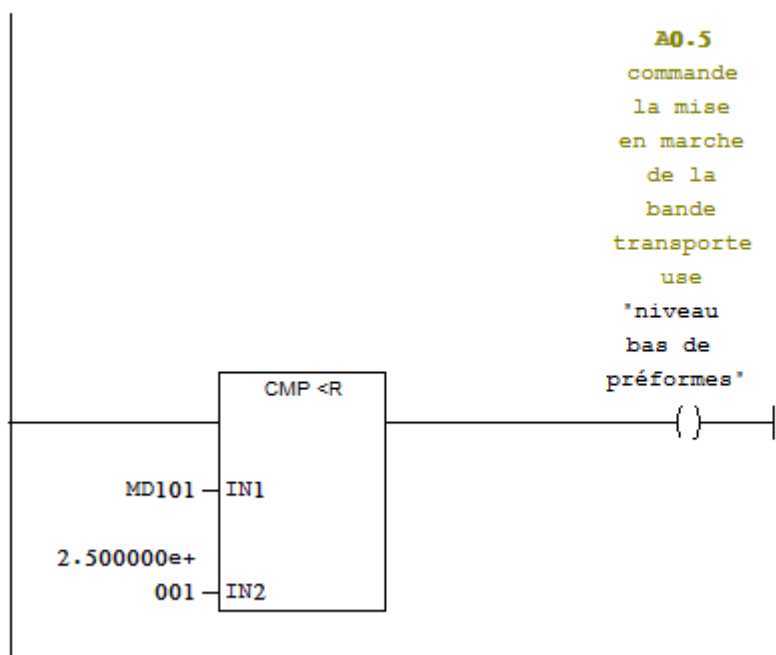


Figure IV 65 Commande de la mise en marche de la bande transporteuse

☐ Réseau 8: commande la mise en arrêt de la bande transporteuse

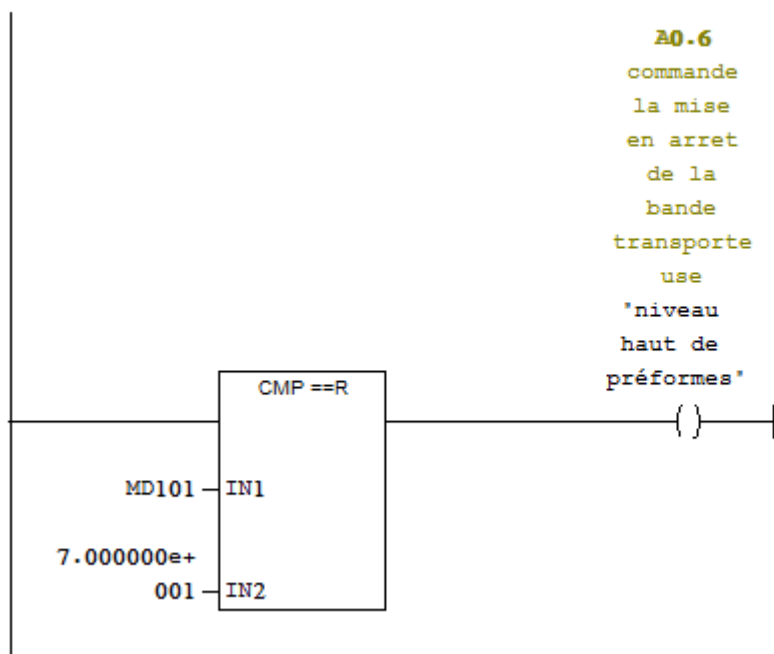


Figure IV66 Commande de la mise en arrêt de la bande transporteuse



☐ Réseau 9: risque d'endommager le brise chute

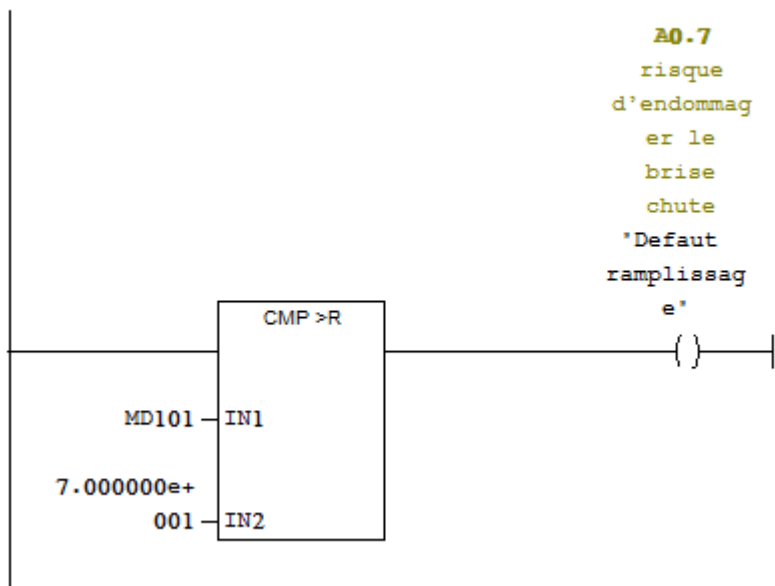


Figure IV67 Défaut remplissage préforme

☐ Réseau 1: Alimentation préforme+Four

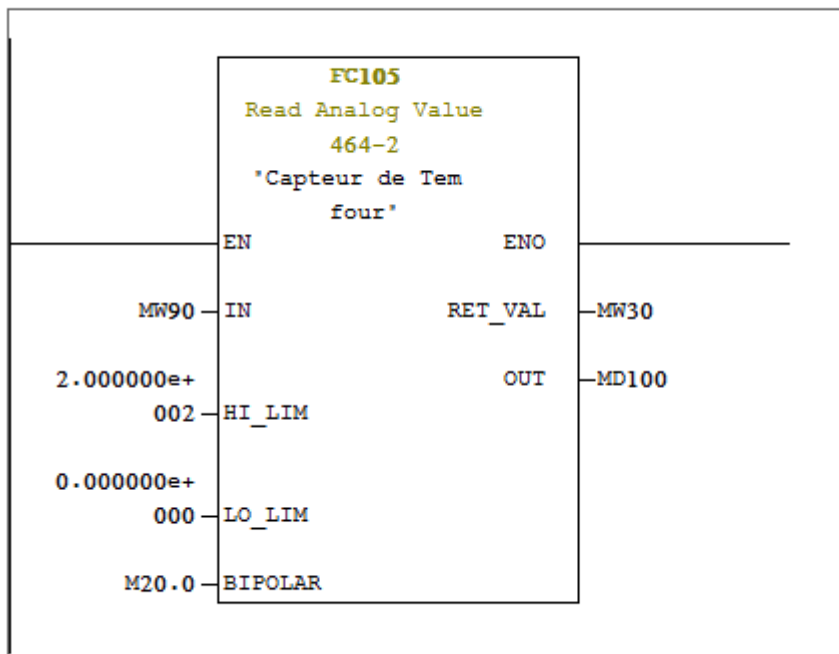


Figure IV68 La mise a l'échelle de la Température de four

▣ Réseau 2: Titre :

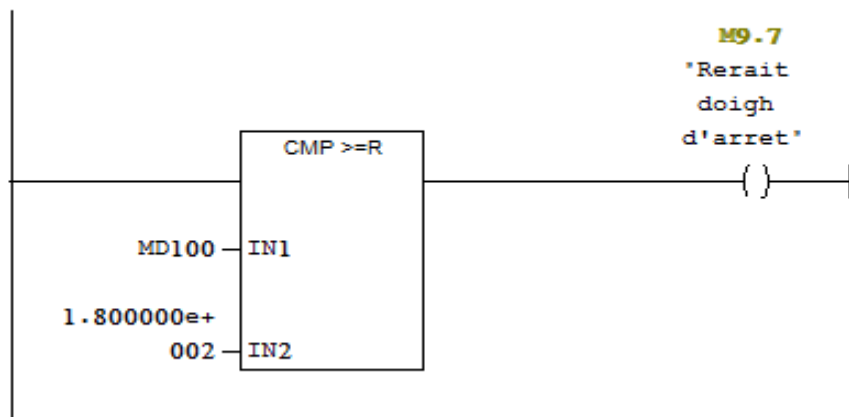


Figure IV 69 Commande vérin de doigt d'arrêt

▣ Réseau 3: Conditions initiales

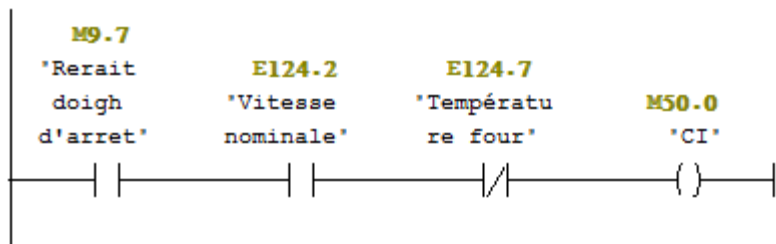


Figure IV 70 Les condition initiales de soufflage

▣ Réseau 4: Compteur moule

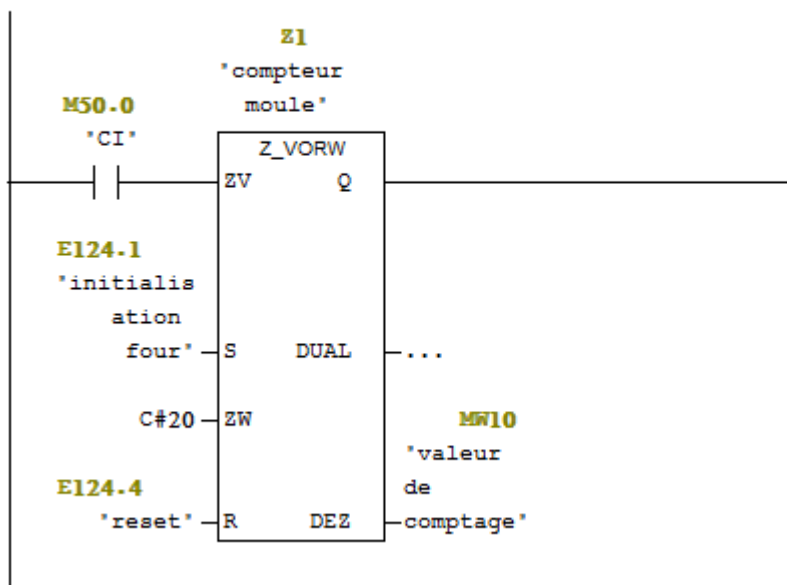


Figure IV 71 Compteur moule

▣ Réseau 5 : Compateur pour le choix de moule

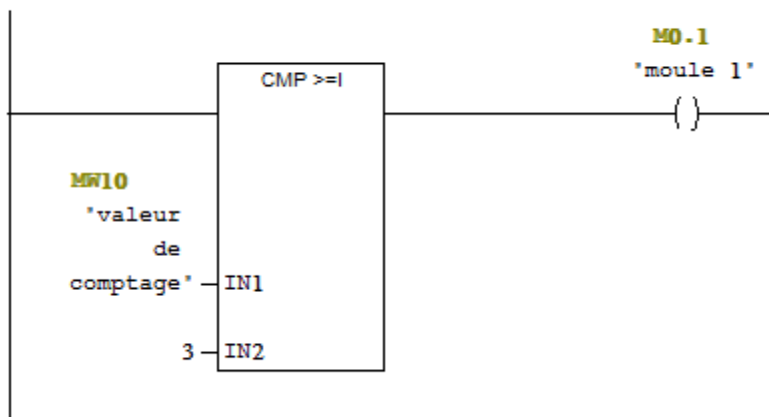
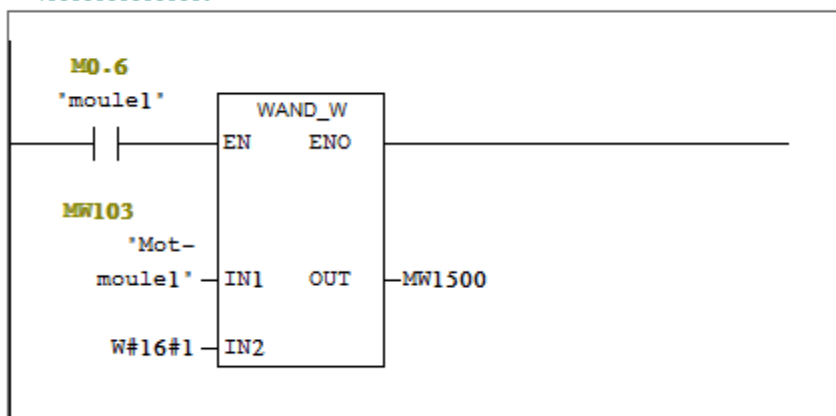


Figure IV 72 Compateur pour le choix de moule

▣ Réseau 12 : Titre :



▣ Réseau 13 : Titre :

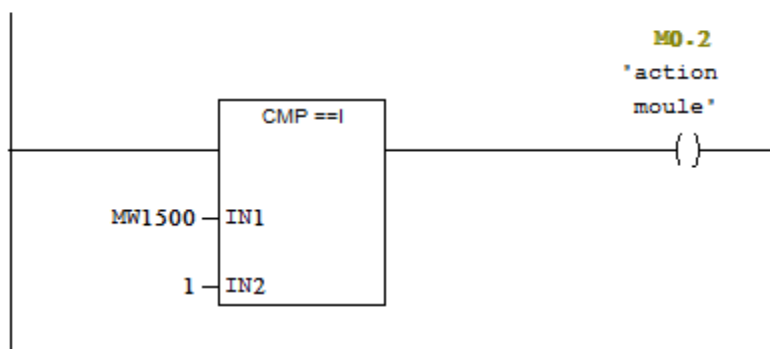


Figure IV 73 Autorisation soufflage

IV.8 Le circuit pneumatique de la Tuyère et Elongation

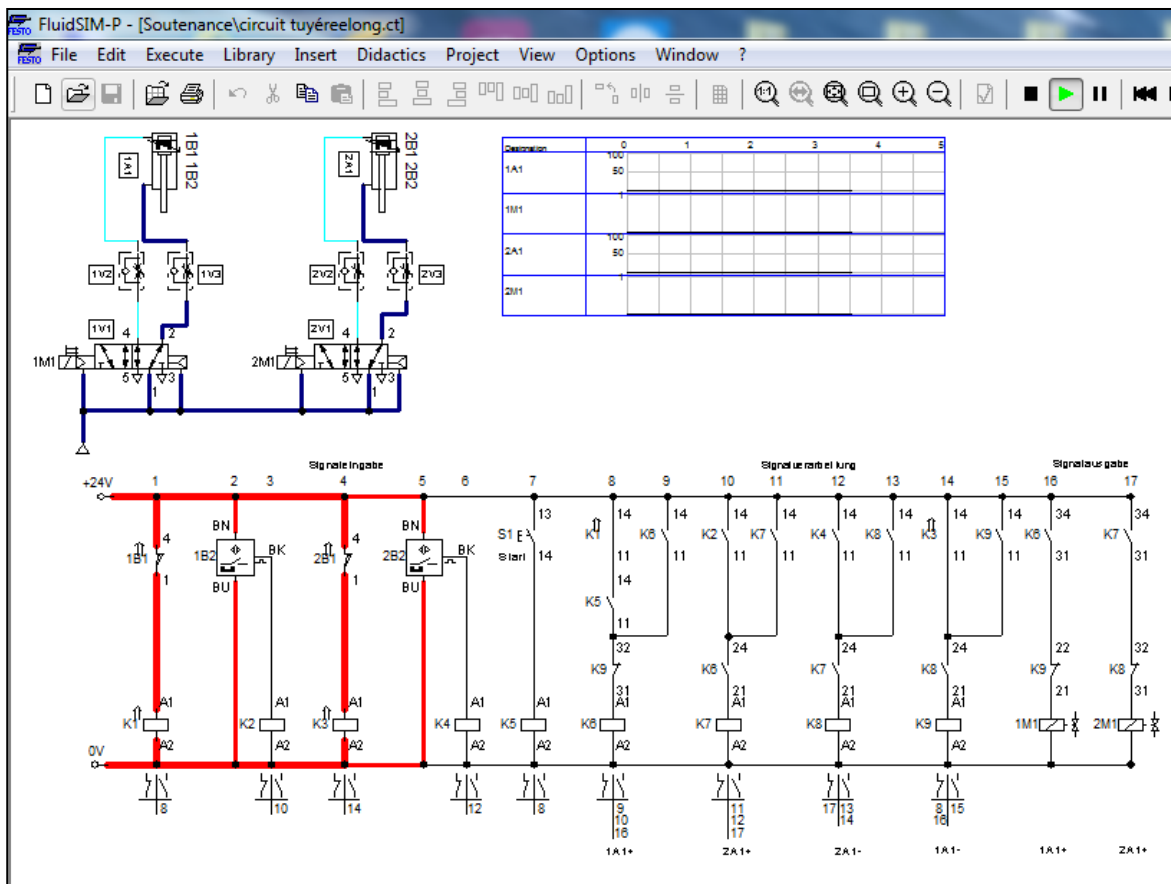


Figure IV 75 Le circuit pneumatique de tuyère et élongation

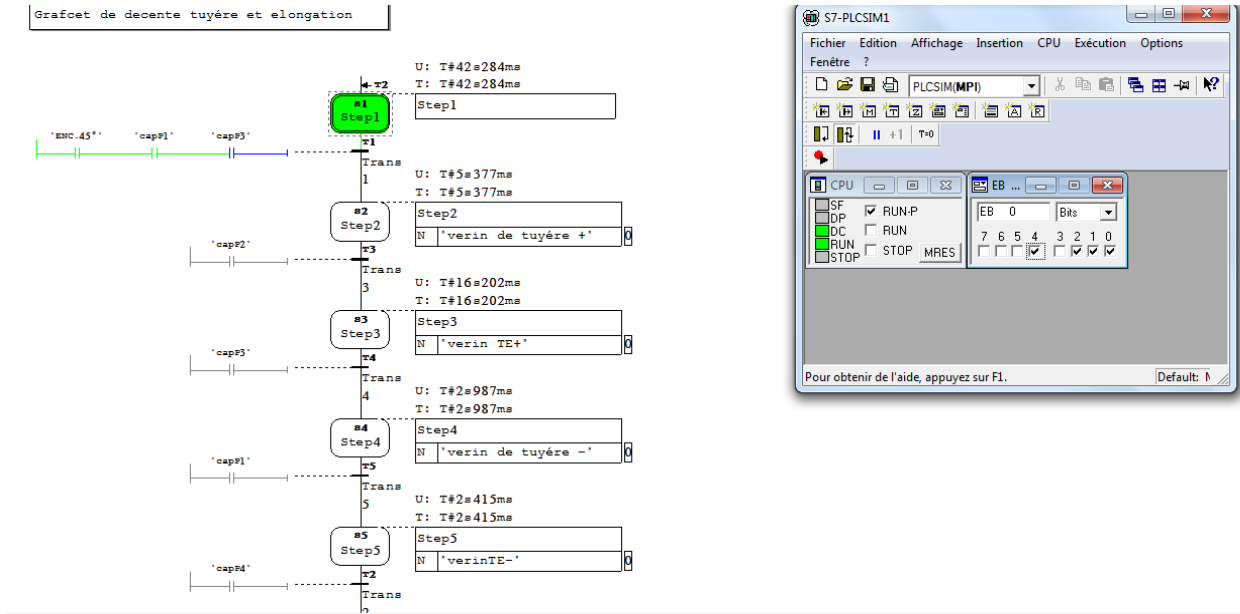


Figure IV 77 GRAFCET de circuit pneumatique tuyère et élongation

### IV 9 Conclusion

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages telles que la flexibilité, la facilité d’extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur un automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM. Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties .

## I.1 Introduction

Jadis la mise en bouteille d'un liquide qu'il soit naturel ou pas se faisait manuellement. Les conséquences de ces manœuvres pouvaient être d'ordres technique ou hygiénique pas tout le temps souhaitables. En d'autre terme la manipulatrice pouvait accidentellement contaminer le contenu et donner des contenances irrégulières du produit fini.

Ces pratiques sont révolus et de ce fait tous les processus d'embouteillages sont perfectionnés ; ce qui nous ramène à la présentation de notre étude .Notre choix s'est porté sur l'entreprise Nestlé waters car sur le plan technique et performance de l'équipements industriel ,elle se démarque de loin sur le marché agroindustriel mondial .

## I.2 Présentation de l'entreprise Nestlé waters

### I.2.1 Activité de Nestlé waters

La société d'eau source « Nestlé Vie Pure » eau source "TABERKACHENT" commercialisée par l'entreprise Nestlé waters-Algérie, est l'une des entreprises qui a, depuis sa remise en service, investi dans les toutes dernières innovations technologiques et cela pour s'assurer une place de choix dans le marché commercial national. Cette unité conditionne de l'eau source dans des bouteilles en plastique qui sont à l'origine des préforme (PET) qui passeront par des étapes pour être transformées en bouteilles.

### I.2.2 Position géographique

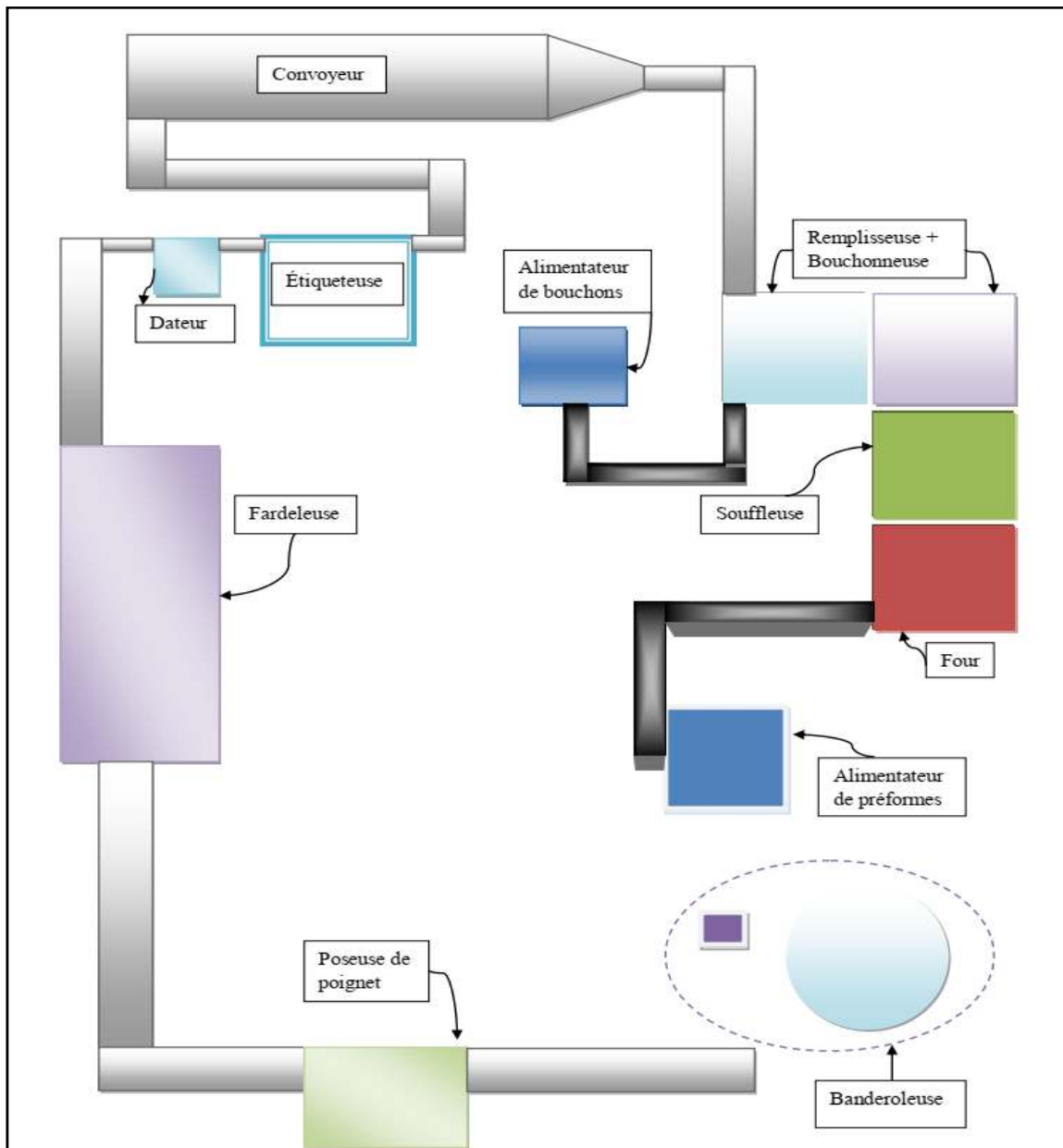
L'unité de production Nestlé waters Algérie se situe géographiquement dans la commune de Blida et plus exactement dans la localité de SIDI ELKEBIR à une altitude de 450 mètres.



**Figure I.1**L'emplacement de l'entreprise Nestlé water-Blida [1]

Nestlé Waters Algérie et le groupe Sidi El Kebir des boissons naturelles se sont associés en mai 2005 pour créer la SPA Source Taberkachent avec 51% des actions détenues par la filiale étrangère.[4]

**I.3. Les différentes parties de la ligne de production**



**Figure I.2** Emplacement des différentes machines de la chaîne [8].

## I. 4 Caractéristique de l'eau

### I.4.1 Indice de Ryznar

L'indice de Ryznar (IR) caractérise la qualité de l'eau à être corrosive ou entartrante. L'indice IR permet de connaître l'importance de l'entartrage ou de l'agressivité sur les installations et de prévoir éventuellement une protection des installations contre ces phénomènes en préconisant un traitement adéquat. L'indice de Ryznar (IR) se définit par une échelle de 4 à 10.

- Pour un IR inférieur à 6, l'eau est dite **entartrant**
- Pour un IR de 6 à 6,7, l'eau est dite **stable**.
- Pour un IR supérieur à 6,7, l'eau est dite **agressive** ou **corrosive**. [2]

### I.4.2 PH (potentiel Hydrogène)

Le pH indique la concentration d'ions d'hydrogène (H<sup>+</sup>) présents dans l'eau. Le pH se définit par une échelle de 0 à 14.

- Une eau à pH 7 est dite neutre.
- Pour un pH inférieur à 7, l'eau est dite acide.
- Pour un pH supérieur à 7, l'eau est dite alcaline. [2]

### I.4.3 TH (Titre Hydrotimétrique)

Le TH indique la teneur globale en sels de calcium et de magnésium. L'unité de mesure du TH est le degré français (°f). 1 °f correspond à 10 mg/L de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>).

Le TH ou dureté de l'eau correspond au TH total.

- Pour un TH de 0 à 15 °f, l'eau est dite douce.
- Pour un TH de 15 à 25 °f, l'eau est dite calcaire.
- Pour un TH supérieur à 25 °f, l'eau est dite dure. [2]

### I.4.4 TAC (Titre Alcalimétrique Complet)

Le TAC indique la teneur en bicarbonates, carbonates et hydroxydes. L'unité de mesure du TAC est le degré français (°f). 1 °f correspond à 10 mg/L de carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>).

A titre indicatif, 1 °f correspond soit à :

- 3,4 mg/L d'hydroxydes (OH<sup>-</sup>), - 6,0 mg/L de carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>),
- 12,2 mg/L de bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). [2]



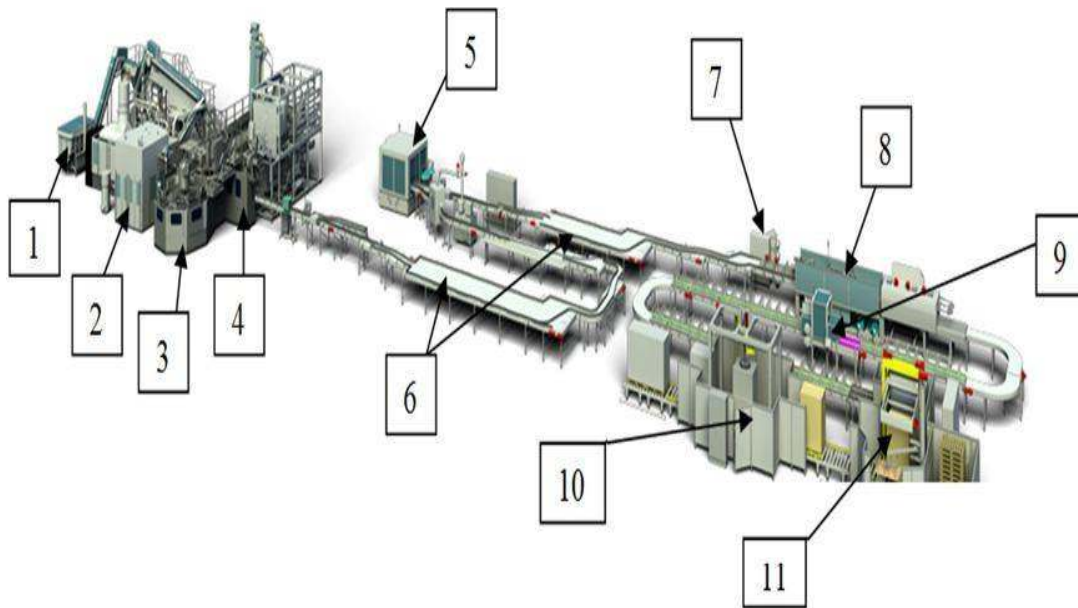
**I.4.5 La conductivité**

La conductivité correspond à la capacité de l'eau à conduire l'électricité. L'unité de mesure de la conductivité est le micro Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

- Eau distillée : 0,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Eau du réseau public : 500 à 1055  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Eau de mer : 5500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . [2]

**I.5 Un bref aperçu sur la chaîne de production**

La (figure I.1) montre la chaîne de production et ces différentes machines



**Figure I.3** Chaîne de production d'eau source. [3]

**Tableau I.1** Les différentes machines qui constituent la chaîne de production.

	tributeur préforme		teuse
	affleuse		deleuse
	mplisseuse		in-pack
	psuleuse		ettiseuse
	queteuse		usseuse
	nvoyeur		

### I.5.1 Distributeur préforme

L'alimentation préforme alimente en continu la souffleuse en préforme orientées cols en haut.

La trémie reçoit les préformes en vrac et les dirige vers la colonne élévatrice. Cette dernière les convoie vers l'ensemble rouleaux orienteurs qui les aligne et les oriente cols en haut. Ces préformes sont ensuite convoyées par le rail d'alimentation vers le poste de soufflage.[2]

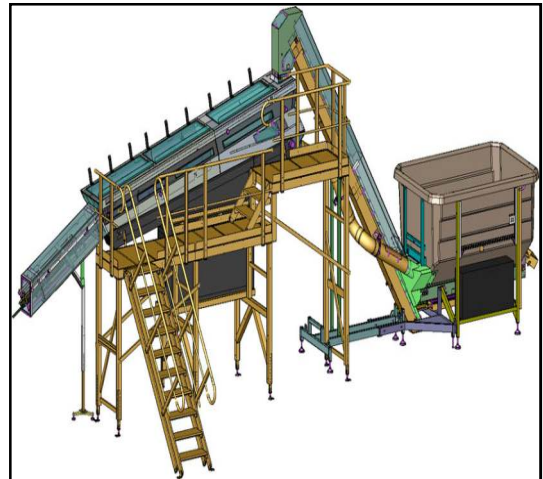


Figure I.4 L'alimentateur préforme

Les préformes emboîtées ou mal orientées, sont éjectées hors de leur passage sur le rail de stabilisation pour éviter leur blocage dans le rail d'alimentation.

### I.5.2 Souffleuse

La souffleuse est destinée à fabriquer les bouteilles à partir des préformes (PET) qui passent dans un four pour les chauffer de manière contrôlée. Une fois la température répartie, les préformes passent au poste de soufflage (SBO14/0) où elles vont subir les trois actions à savoir : étirage, présoufflage, soufflage. Afin de prendre la forme du moule. Ensuite elles passent au poste de refroidissement pour être prêtes au remplissage.



Figure I.5 La souffleuse

### I.5.3 Remplisseuse

Une fois la bouteille sortie de la souffleuse. Elle passe au poste de remplissage où elle va être remplie en 1.5L (grade format), puis elle passe au poste de capsulage ou bien bouchonnage. [2]



Figure I.6 La remplisseuses.

### I.5.4 Capsuleuse

Après le remplissage, la bouteille est capsulée ou bouchonnée. La capsuleuse contient aussi un distributeur orienteur de bouchons. Les bouchons se déposent de façon désordonnée dans les tasseaux au fond de la trémie et commencent à être convoyés jusqu'au «dos d'âne».

La sélection des bouchons à ce niveau s'effectue par l'intermédiaire de la gravité : en réglant l'angle de façon optimale, seuls les bouchons orientés correctement passent l'obstacle. Un manque d'approvisionnement en bouchon est détecté par une cellule de niveau bas dans la trémie. Alors une alarme lumineuse (couleur bleue à la colonne) prévient l'opérateur de ce manque.[2]



Figure I.7 La Capsuleuse

### I.5.5 Etiqueteuse

L'étiquetage se fait par colle à chaud qui donne une meilleure présentation et assure une plus grande fiabilité dans le système d'étiquetage. Sa cadence devra être légèrement supérieure à celle du groupe de remplissage.[2]



Figure I.8 L'étiqueteuse

### I.5.6 Convoyeur

Toutes les machines sont reliées entre elles par des convoyeurs en acier inoxydable. Tous ces derniers devront être commandés automatiquement et tenir compte des demandes des machines en aval pour régler leur flux ainsi que des éventuels incidents pour communiquer les informations en amont de la fardeuse afin d'informer les automates qui commandent la synchronisation de la ligne.[2]



Figure I.9 Le convoyeur

### I.5.7 Dateuse

Elle a pour fonction de mettre la date et l'heure à la sortie des bouteilles. [2]

### **I.5.8 Fardeuse**

La fardeuse regroupe les bouteilles en lots, six bouteilles généralement. Ces lots sont entourés d'un film en plastique qui est ensuite thermo-rétracté.[2]

### **I.5.9 Twin-pack**

Machine automatique pour l'application des poignées autoadhésives sur les fardeaux.[2]

### **I.5.10 Palettiseur**

Les fardeaux sont alors regroupés en palettes, une feuille de carton intercalaire est placée entre chaque couche constituant la palette [2]

### **I.5.11 Housseuse**

Le houssage des palettes se fait à partir de gaines plastiques thermo-tractables. La gaine peut être :

- Prédécoupée dans le cas de pose semi-automatique. Dans ce cas les bobines sont placées au-dessus de la ligne de convoyage des palettes l'opérateur déroule la gaine et l'enfile sur la palette.
- En bobine dans le cas de pose automatisé.[2]

## **I.6 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu général sur ce qui suit : l'historique de l'entreprise « Nestlé waters », ses multiples activités et son organigramme, après on a passé sur les caractéristiques et de l'eau ainsi que la présentation de la chaîne de production. Dans le chapitre suivant, nous présenteront l'étude fonctionnelle de la souffleuse (SBO14/20).

## **II.1 Introduction**

Aujourd'hui, le packaging joue un rôle fondamental non seulement au niveau de la conservation des propriétés organoleptiques du produit mais également au niveau de la sécurité de ce dernier vis-à-vis du consommateur. Le procédé de chauffe préférentiel est idéal pour les emballages plastiques tels que les bouteilles de formes asymétriques. SIDEL conçoit et réalise des machines de soufflage par bi-orientation (gamme SBO). Ces machines fabriquent des bouteilles en PET à partir de préformes injectées. Ces préformes sont chauffées et soufflées avec bi-orientation (longitudinale puis radiale) des macromolécules [7].

la gamme 'SIDEL' met en œuvre le savoir faire en conception d'emballage complexe.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents constituants de la souffleuse 'SBO 14/20' ainsi que son mode de fonctionnement.

## **II .2 Souffleuse 'SBO14/20'**

### **II.2.1 Présentation de la station**

#### **II.2.1.a Définition**

La machine SBO est destinée au soufflage haute pression d'articles en PET (Polyéthylène Téréphtalate).

Les articles sont produits à partir de préformes injectées en fonction des caractéristiques de l'article final. La machine est conçue pour s'intégrer en amont d'une chaîne de remplissage ou fonctionner seule selon les activités de son exploitant. [6]

#### **II.2.1.b Caractéristique technique de la souffleuse « SBO14/20 »**

Les caractéristiques suivantes correspondent à des maximums :

- Elles sont données à titre indicatif et ne sont pas contractuelles.
- Elles dépendent du produit conditionné, des articles produits, du type d'implantation et des options de la machine.

Type de machine	Machine de soufflage
Nature des articles	<b>Bouteille</b>
Année de conception	<b>2009</b>
Cadence maximale	<b>28 000 B/H*</b>
<b>Condition de fonctionnement en production</b>	
Température	<b>18 °C - 25 °C**</b>
Humidité	<b>10 °C - 12 °C*</b>
Altitude maximum	<b>1 000 m</b>
<b>Limites de fonctionnement des composants</b>	
Température ambiante de l'aire	<b>5 °C - 40 °C</b>
Humidité relative maximum	<b>50 % (40 °C)</b>
Altitude	<b>1 000 m</b>
<b>Sortie des articles</b>	
Hauteur de la sortie des articles	<b>1 584 +/- 10 mm (suivant niveau)</b>
<b>Energie et puissance électrique</b>	
Tension	<b>400 V (triphase sans neutre + terre)</b>
Fréquence	<b>50 / 60 Hz</b>
Puissance installé de la machine	<b>499 kW + 109 kW</b>
<b>Pneumatique</b>	
Débit ( <b>circuit 7 bars pour le vérinage</b> )	<b>315 (m<sup>3</sup>)<sup>o</sup>/h*</b>
Débit ( <b>circuit 40 bars pour le soufflage</b> )	<b>2 420 (m<sup>3</sup>)<sup>o</sup>/h</b>
<b>Hydraulique</b>	
Refroidissement des rampes fours (eau à 20C°)	<b>108 362 kJ/h &amp; 3 m<sup>3</sup>/h</b>
Conditionnement thermique pour des moules froids (eau à 12 °C)	<b>172 636 kJ/h**** &amp; 5 m<sup>3</sup>/h</b>
Conditionnement thermique pour des moules chauds (eau à 65 °C)	<b>152 387 kJ/h**** &amp; 5 m<sup>3</sup>/h</b>
Masse totale	1 5,9 t

**Tableau II.2** Caractéristique technique de 'SIBO14/20' [6]

II.2.2 Le cycle qu’effectue une préforme

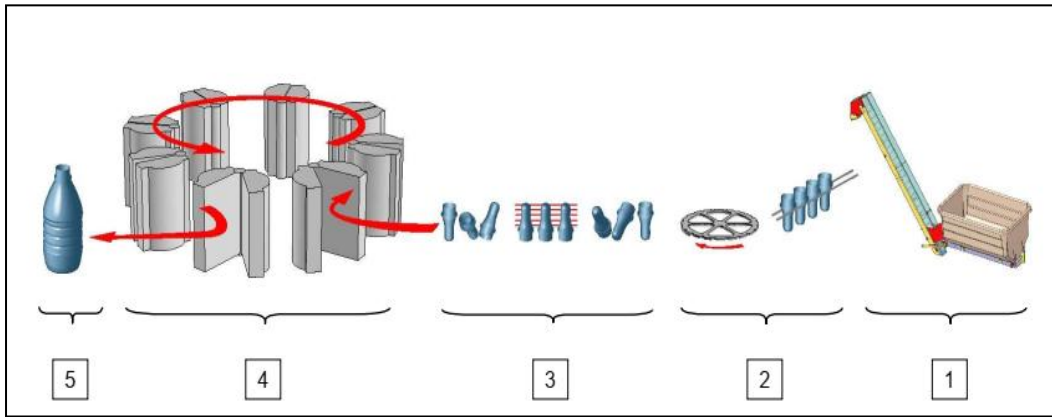


Figure II.10 Cycle d’une préforme [6].

- 1 → Les préformes en vrac sont élevées et orientées
- 2 → Les préformes sont introduites dans la machine
- 3 → Les préformes sont conditionnées thermiquement
- 4 → Les préformes sont soufflées dans un moule
- 5 → Les articles finis sont évacués de la machine (bouteille)

II.2.3 Les éléments constituant d’une souffleuse

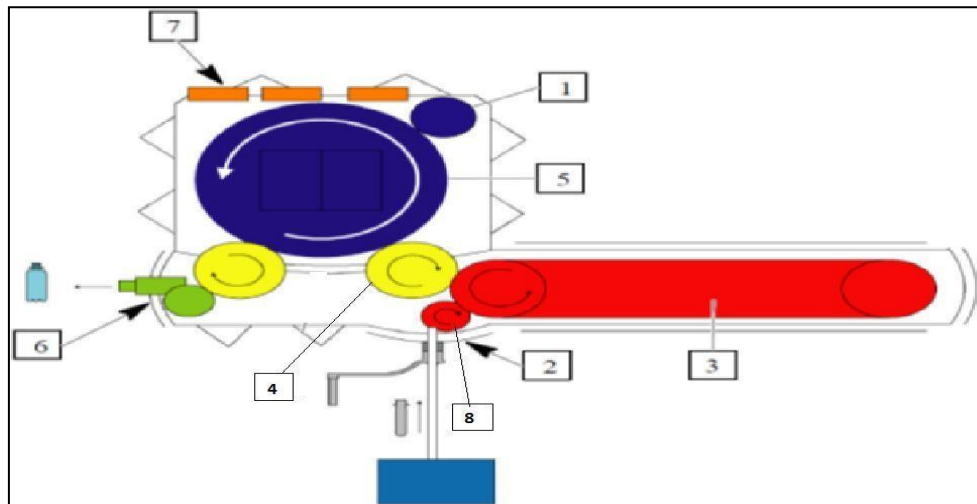


Figure II.11 Schéma synoptique de la souffleuse.[2]

1	Motorisation	5	Roue de soufflage
2	Alimentation	6	Sortie bouteilles
3	Four	7	Tableaux des fluides
4	Table de transfert	8	Dépoussiérage

**Tableau II.3** Les éléments constituant d'une souffleuse

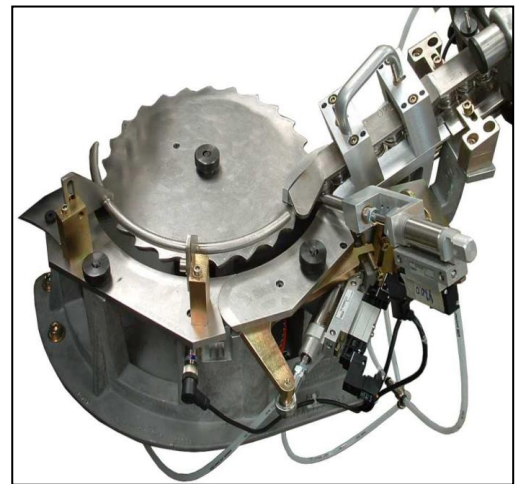
## II.3 Rôle des différents éléments

### II.3.1 Alimentation

Le système d'alimentation fournit de façon régulière et synchronisée des préformes à la roue de dépoussiérage.

A la mise en route de la machine (au PCC), 2 conditions sont nécessaires pour autoriser le chargement des préformes sur le plateau d'alimentation (1) :

- l'approvisionnement du rail d'alimentation,
- la température du four conforme au procès défini.



**Figure II.12** Le système d'alimentation [2]

Lorsque ces conditions sont remplies, l'automate assure la synchronisation entre le plateau d'alimentation (1) et le retrait du doigt d'arrêt (4) commandé par le vérin de commande (5).

Les préformes s'engagent sur le plateau d'alimentation (1), maintenues par leurs collerettes entre le plateau d'alimentation (1) et les guide-cols (2 ; 3).

Le détecteur "B32 ,1" (7) assure le comptage des préformes chargées dans la machine. En cas de blocage d'une préforme au niveau du guide col escamotable (3) :

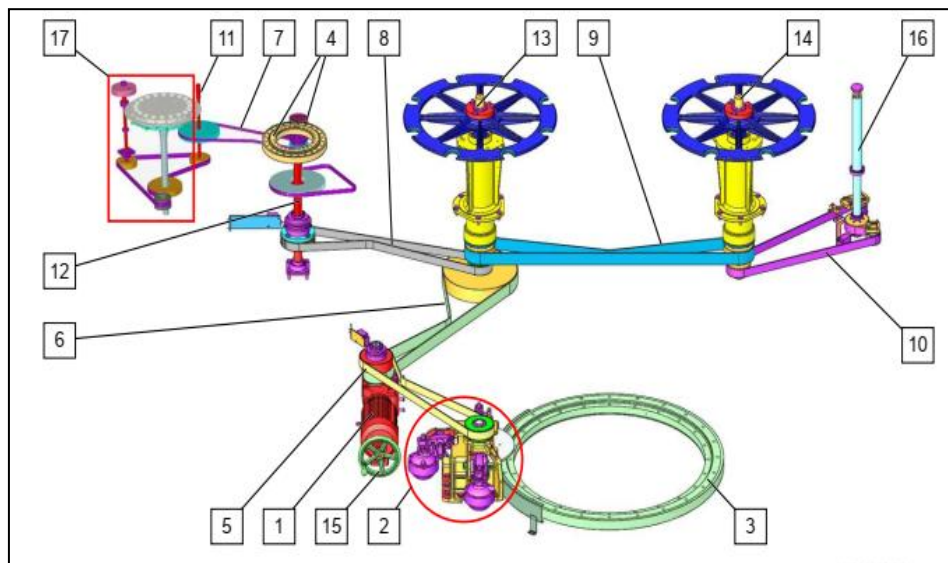
- le détecteur "B10.3" (6) informe l'automate qui sort le doigt d'arrêt (4) et escamote le guide col (3), ensuite les préformes sont éjectées de la zone, et la machine continue son cycle de fonctionnement [2].



### II.3.2 Transmission et Motorisation de la souffleuse

Les systèmes de transmission entraînent en rotation et synchronisent tous les éléments cités ci-dessous [2] :

- Le motoréducteur à couple conique met en rotation les éléments de la machine.[6]
- Le système de pignons entraîne la couronne de la roue de soufflage et celle du four.
- Le système de courroies et poulies entraîne les éléments de transfert (arbres intermédiaires, alimentation, transfert préformes et articles).
- La synchronisation des éléments est ajustée sur des systèmes de liaison transmission , éléments machine.
- En cas de nécessité, les limiteurs de couple rompent la transmission de certains éléments.
- La rotation manuelle permet l'entraînement en rotation lente des éléments de la machine lors de certaines interventions.[2]



**Figure II.13** Le système de transmission et Motoréducteur [2].

1	Motoréducteur	10	Courroie crantée de la roue de sortie bouteilles
2	Pignon d’entraînement de la roue de soufflage et système de freinage	11	Arbre de la roue d’alimentation
3	Couronne d’orientation de la roue de soufflage	12	Arbre de la roue four
4	Pignon d’entraînement et couronne d’orientation de la roue four	13	Arbre de la roue de transfert préformes
5	Courroie crantée de la roue de soufflage	14	Arbre de la roue de transfert bouteilles
6	Courroie crantée de la roue de transfert préformes	15	Rotation manuelle
7	Courroie crantée de la roue	16	Arbre de la roue de sortie bouteilles
8	Courroie crantée de la roue four	17	Système de dépoussiérage
9	Courroie crantée de la roue de transfert bouteilles		

**Tableau II.4** Les différents éléments de système de transmission

### II.3.2.a Motoréducteur

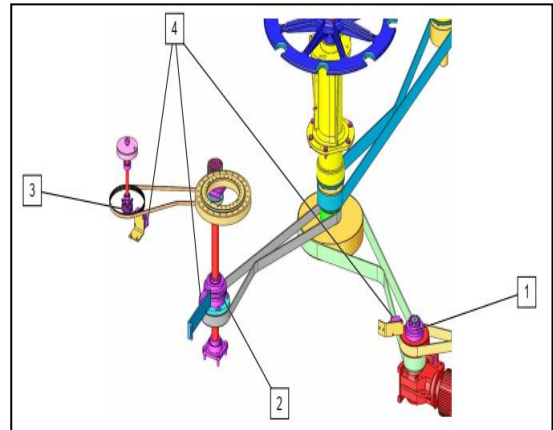
Le moteur asynchrone triphasé (1) entraîne le réducteur à couple conique (2). L’arbre de sortie du réducteur (2) entraîne, via des courroies, les éléments de la machine.[2]



**Figure II.14** Motoréducteur [2]

### II.3.2 .b Limiteur de couple

Un limiteur de couple est un dispositif, destiné à protéger les machines d'une surcharge .la machine est équipée de limiteurs de couples qui sont munis de capteurs. On a un capteur "S12.0" (1) sur le limiteur de couple situé sur l'arbre de sortie du réducteur, un deuxième capteur "S10.0" (2) sur le limiteur de couple situé sur l'arbre de la roue four, et un dernier capteur "S10.1" (3) du limiteur de couple se trouvant sur l'arbre de la roue d'alimentation.



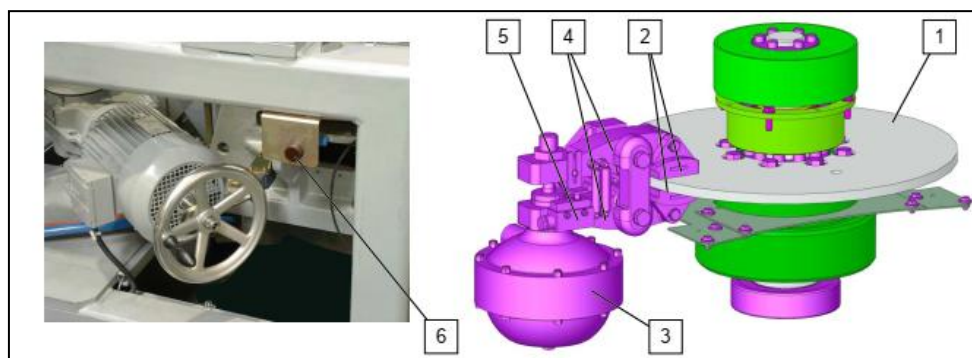
**Figure II.15** L'emplacement des différents limiteurs de couples

. Lors d'une surcharge sur le moteur d'entraînement, ces capteurs (S12.0-S10.0-S10.1)

détection le déclenchement du limiteur de couple et informent l'automate. La machine s'arrête immédiatement, et un message d'alarme s'affiche au PCC.[6]

### II.3.2.c Système de freinage

Le système de freinage assure l'arrêt final de la machine lors d'un arrêt normal. Le système de freinage arrête quasi instantanément la machine en cas d'arrêt d'urgence ou de défaut "Critique". Le disque (1) est placé sur l'arbre de transmission de la roue de soufflage.



**Figure II.16** Système de freinage [2]

1	Disque	4	M	Mâchoires
2	Patins de friction	5		Détecteur "S12.1"
3	Vérin pneumatique	6		Bouton poussoir

**Tableau II.5** Description d'un système de freinage

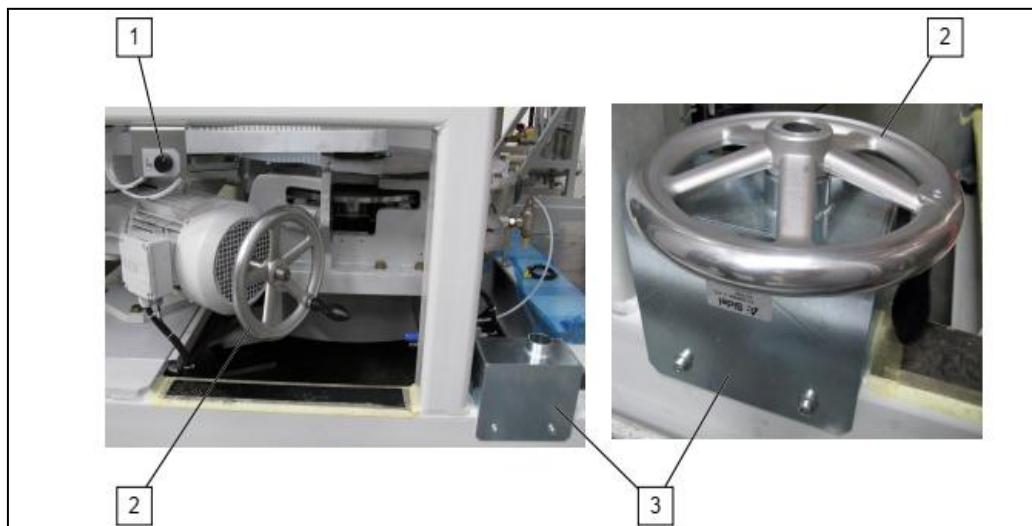
Le détecteur "S12.1" (5) détecte la position des mâchoires (4). La mise en rotation motorisée de la machine est autorisée seulement si le détecteur "S12.1" (5) signale la position ouverte des mâchoires (4).

Lorsque la machine est arrêtée, le système de freinage s'ouvre à l'aide du bouton poussoir (6) pour tourner la machine à l'aide de la rotation manuelle. [2]

#### II.3.2.d Rotation manuelle

La rotation manuelle permet de positionner précisément les éléments de la machine lors de certaines opérations de maintenance.

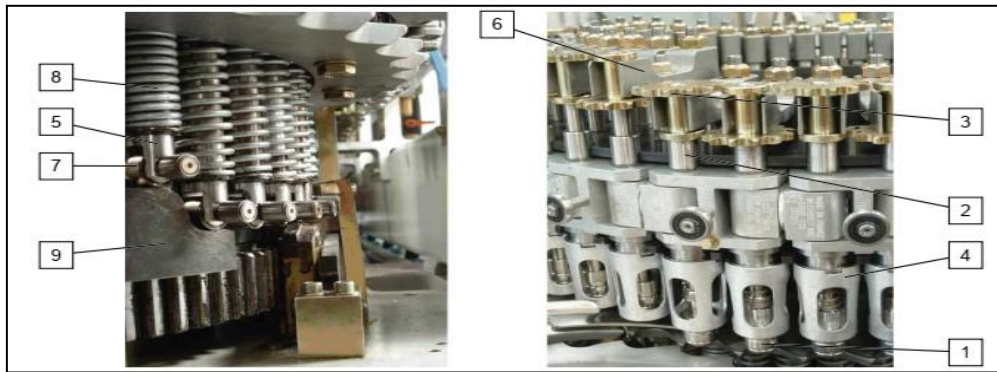
L'utilisation de la rotation manuelle nécessite d'ouvrir le frein à l'aide du bouton (1). Lors de certaines opérations de maintenance, l'intervenant peut inhiber la rotation manuelle à l'aide du PCC. Le détecteur "B12.5" signale l'absence de la manivelle (2) de son système de sécurité (3) à l'automate. L'automate interdit la mise en route de la machine. [2]



**Figure II.17** : Rotation manuelle [2]

### II.3.3 Four et conditionnement des préformes

Situés sur la partie supérieure de la roue four, les systèmes de vêtissage et de dévêtissage assurent le chargement des préformes sur les nez de tournettes en entrée de four et le déchargement des préformes en sortie de four, avant le transfert vers les moules.[2



**Figure II.18** Les systèmes de vêtissage et de dévêtissage [6]

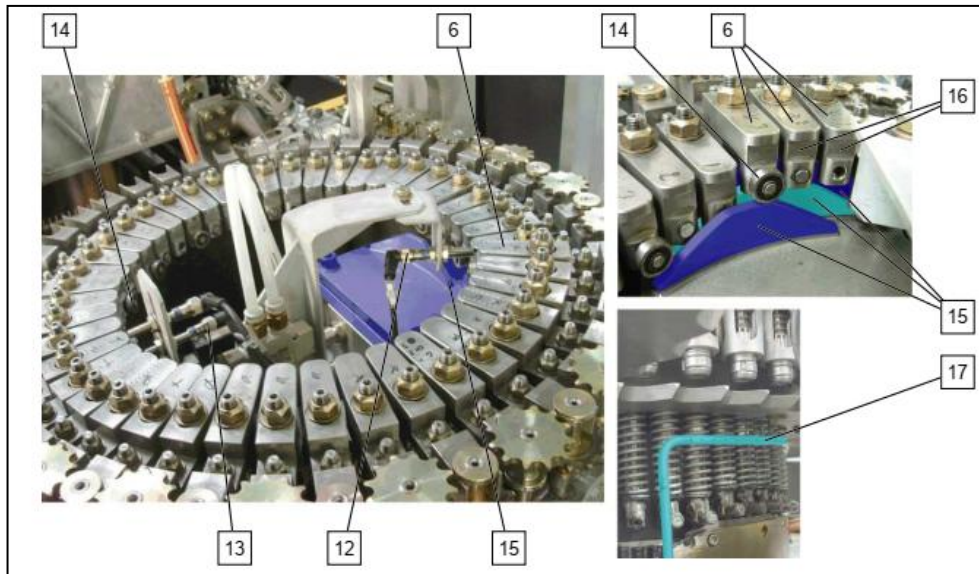
#### Vêtissage

Le galet de commande (7) de l'arbre de commande (5) roule sur la came (9). En fin de came (9), sous l'action du ressort de compression (8), le galet de commande (7) descend.

La fourchette (6), en appui sur le pignon de tournette (3), entraîne la descente de l'axe de tournette (2) équipé du nez de tournette (1). Ce dernier pénètre dans le col de la préforme et la prend en charge.

En cas d'effort anormal lors du Vêtissage de la préforme, le détecteur "B32.0" (12) détecte la position anormale de la fourchette (6). Le détecteur "B10.4" (13) renseigne l'automate sur la position du galet extérieur (14) et permet de synchroniser l'action des cames (15). L'automate actionne alors les cames d'éjection (15). Les 3 galets de guidage (14 ; 16) roulent sur les cames d'éjection (15).

La remontée des 3 fourchettes (6) entraîne la rentrée des nez de tournette (1) dans les éjecteurs (4). La préforme mal vêtie est éjectée. Pour garantir l'éjection de cette dernière, il est nécessaire d'éjecter 3 préformes. Une soufflette (17) assure la bonne évacuation des préformes éjectées [6]



**Figure II.19** Le système de vêtissage [6]

### Dévêtissage

Le galet de commande (7) de l'arbre de commande (5) roule sur la came (9) et monte avec le ressort de compression (8) se comprime. L'arbre de commande (5) entraîne alors la montée de la fourchette (6) et du pignon de tournette (3).

Le nez de tournette (1) rentre dans l'éjecteur (4). La préforme, en butée sur l'éjecteur (4), est alors libérée.

Le système de chaîne de tournettes assure le retournement des préformes en entrée et en sortie de four et le maintien, ainsi que le convoyage et la mise en rotation des préformes dans le four. [2]

### II.3.3.a Le four infrarouge

Le four(1), équipé de lampes infrarouges (2), assure la chauffe du corps des préformes (entre 80°C et 120°C) dont chaque module de chauffe est piloté indépendamment.

Les préformes, maintenues par des tournettes, sont animées d'un mouvement de rotation pendant leur passage devant les lampes. Cette rotation garantit une répartition optimale de la température au corps de la préforme.

La chauffe s'effectue en 2 étapes :

- Dans la première partie du four (entre entrée et roue tendeur), s'effectue la pénétration de la chaleur dans le corps de la préforme.
- Dans la deuxième partie du four (entre roue tendeur et sortie), s'effectue la distribution de la chaleur dans le corps de la préforme.. [2]

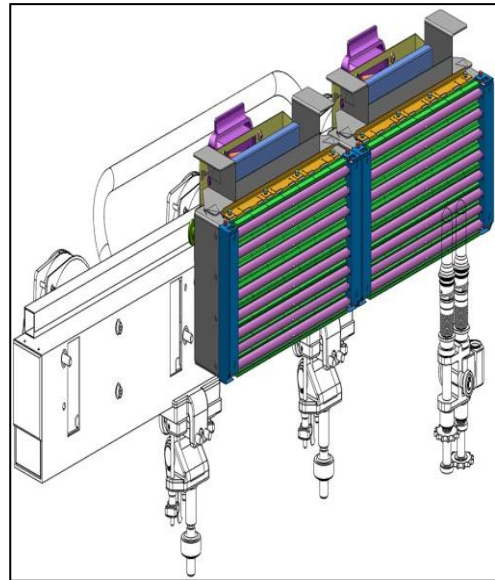


Figure II.20 Le four infrarouge [2]

### II.3.3.b Le système de ventilation four

Le système de ventilation du four modère les effets du rayonnement infrarouge en surface des préformes, lors du passage devant les modules de chauffe. Il maintient aussi l'environnement mécanique à une température ambiante modérée. [6]

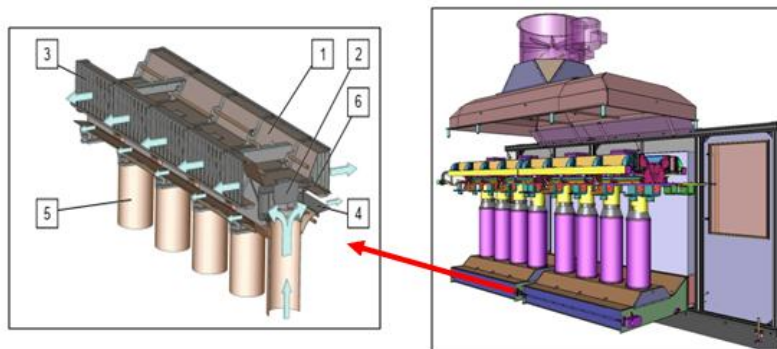


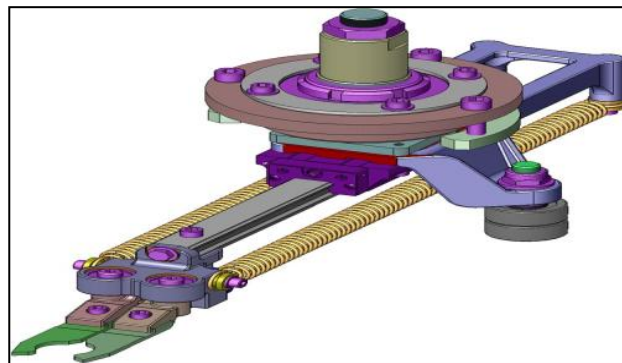
Figure II.21 Le système de ventilation four [2]

Les ventilateurs (2) aspirent l'air ambiant du four, via les tubes (5) vers le caisson de ventilation (1). ce dernier sépare l'air en 2 flux, le premier ventile les corps de préformes, au travers des réflecteurs à ouïes, le second ventile les cols des préformes entre les rampes de refroidissement (6) et les volets réglables (4).

Les volets réglables (4) permettent de régler la hauteur du jet d'air à celle de la hauteur du col des préformes. Une consigne au PCC permet de régler la puissance des ventilateurs (2) en fonction du process[2].

### II.3.4 Table et bras de transfert

En sortie du four, les bras de transfert (3) montés sur la roue de transfert des préformes (1), convoient les préformes vers la roue de soufflage. Après soufflage, les bras de transfert (3), montés sur la roue de transfert des bouteilles (2), convoient les articles vers la sortie des bouteilles. Le système de sécurité (7) protège les intervenants d'éventuels chocs avec les bras de transfert (3) pendant les procédures d'intervention. [2]



**Figure II.22** Bras de transfert [6]



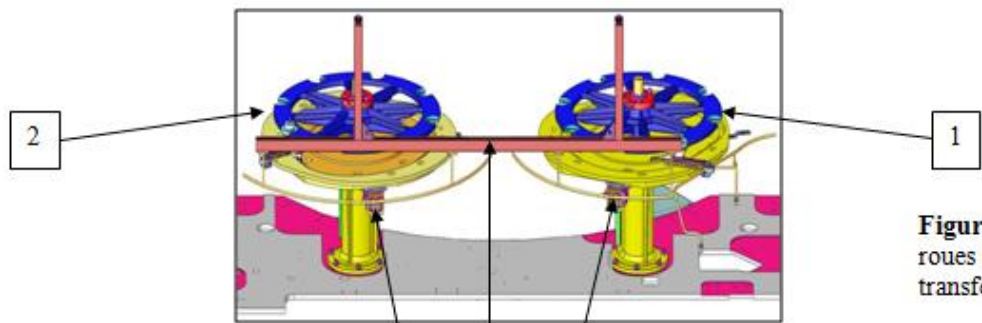


Figure 14 : Les roues de transferts [2]

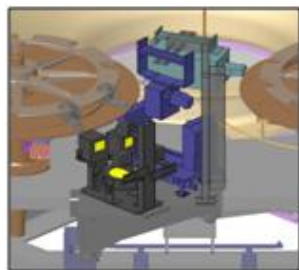


Figure 15 : Système de vision [2]



Figure 16 : chariot de récupération [2]

Figure II.23 Le système de transmission [2]

### II .3.5 Poste de soufflage

Le poste de soufflage transforme en articles des préformes chauffée

1	Console de soufflage	4	Ensemble support fond de moule
2	Vérin de tuyère et électrovannes	5	Console d'élongation
3	Unité porte-moule	6	Système d'élongation

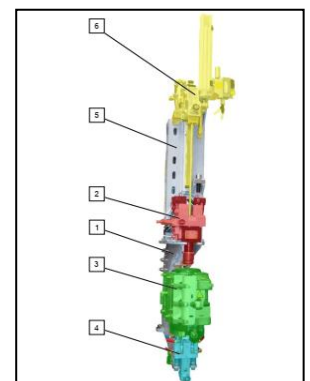
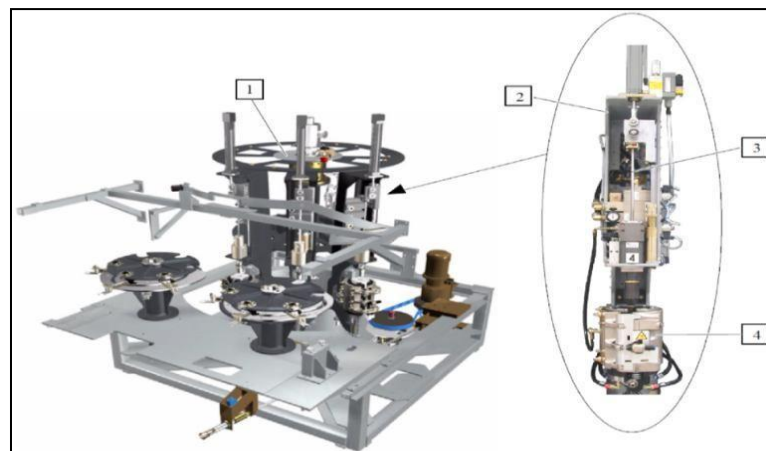


Figure II.24 Le poste de soufflage [2]

La souffleuse ‘SBO 14/20 ‘ assure la transformation de la préforme chaude en bouteille. Ces préformes sont chauffées et soufflées avec bi-orientation (longitudinale puis radial) [7] : Etirage mécanique par la tige d'élongation (3) et soufflage par air (40 bar) de la préforme dans un moule (4) parfaitement verrouillé. Chaque moule contient quatre électrovannes dont chacune a une action précise (préssoufflage, soufflage, dégazage et celle de récupération d'air). Lorsque la préforme est chargée dans le moule, l'électro-distributeur pilote la descente du piston du vérin de tuyère. Le nez de tuyère maintient la collerette de la préforme en appui sur le moule.

Le bloc d'embase d'électrovannes et le diffuseur du vérin de tuyère assurent le guidage de la tige d'élongation, Les électrovannes distribuent l'air de préssoufflage et de soufflage. Le limiteur de débit règle le débit d'air de préssoufflage. Les électrovannes sont à pilotage électropneumatique. A la fin des opérations de soufflage, l'électrovanne de récupération d'air permet le passage de l'air contenu dans l'article vers le système de récupération d'air. A la fin de la récupération d'air, l'électrovanne de dégazage dépressurise l'article soufflé via le silencieux d'échappement. Le piston du vérin de tuyère remonte. [3]



**Figure II.25** La roue de soufflage [2]

### II.3.5.a Unité de porte moules

L'unité porte-moule assure le maintien en position des moules pendant les opérations d'étirage, de préssoufflage et de soufflage. Ainsi que la fermeture et l'ouverture des moules avant et après les opérations de soufflage. [2]

La fermeture

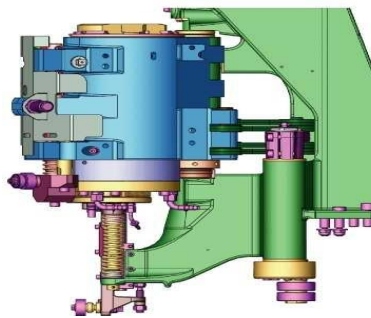
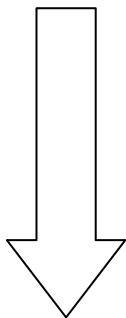


Figure II.26 Fermeture moule

Verrouillage

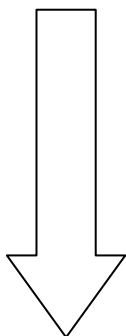


Figure II.27 Verrouillage moule

Compensation

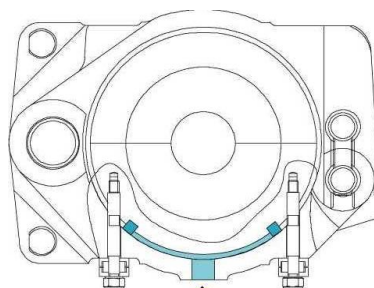
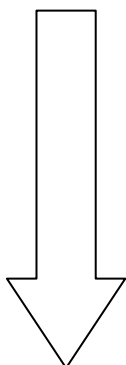


Figure II.28 compensation moule

Déverrouillage

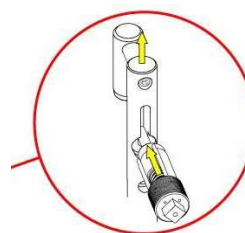
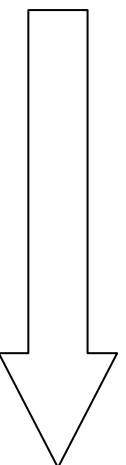


Figure II.29 Déverrouillage moule

Ouverture

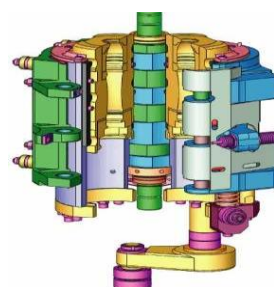
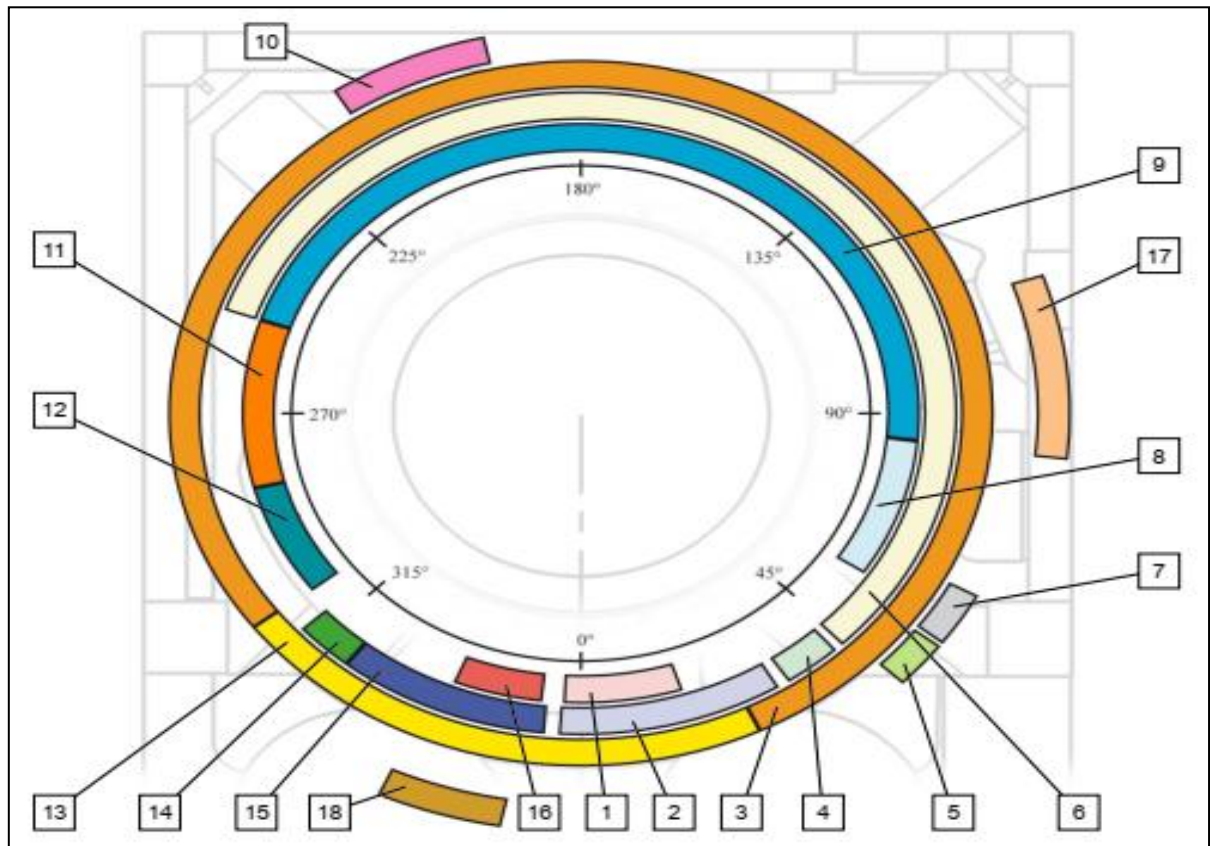


Figure II.30 Ouverture moule 23

**II.3.5.b Diagramme de cycle de soufflage**

Le diagramme de cycle illustre le parcours d’une unité de soufflage dans son cycle complet de fonctionnement. Les valeurs angulaires de certaines actions sont approximatives et peuvent varier en fonction du process de fabrication. [6]



**Figure II.31** Diagramme de cycle d’une unité de soufflage [6]

1	Montée fond de moule	10	Remontée élongation
2	Fermeture moule	11	Récupération d’air
3	Tuyère basse	12	Dégazage
4	Verrouillage moule	13	Tuyère haute
5	Descente élongation	14	Déverrouillage moule

6	Compensation moule	15	Ouverture moule
7	Étirage mécanique axial	16	Descente fond de moule
8	Présoufflage	17	Montée du "Fond boxé"
9	Soufflage	18	Descente du "Fond boxé"

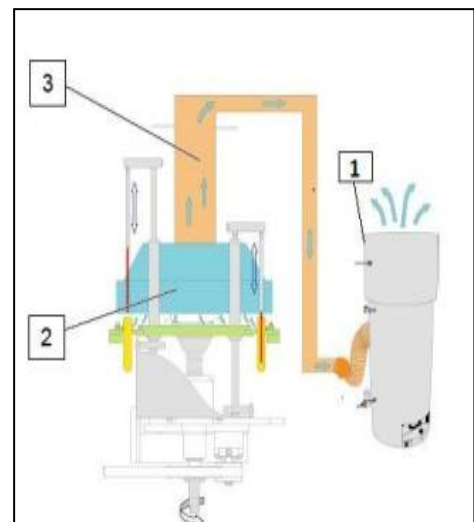
**Tableau II.6** le parcours d'une unité de soufflage dans son cycle complet de fonctionnement [6]

### II.3.6 Dépoussiérage de préforme

La ligne de traitement de l'air de dépoussiérage (7 bar) assure la régulation, la filtration et la distribution de l'air nécessaire à l'alimentation des injecteurs de la roue de dépoussiérage.

Le module de dépoussiérage extrait les éventuelles particules solides de l'intérieur des préformes. L'aspirateur (1) aspire l'air de dépoussiérage résiduel sous la hotte (2) via le conduit (3).

L'aspirateur (1) filtre l'air avant de le rejeter à l'air libre [2]



**Figure II.32** Dépoussiérage [2]

## II.4 Circuit hydraulique

Le circuit hydraulique assure la régulation, la filtration et la distribution du fluide de refroidissement des supports de coquilles de moule, des fonds de moule et des rampes du four.

-Le tableau hydraulique (1), assure la régulation et la filtration du réseau client avant l'alimentation de la machine.

-Le système de distribution de la roue de soufflage (2) répartit les fluides sur chaque poste de soufflage de la machine via des blocs :

-Un bloc distribue les fluides vers les corps de moule.

-bloc distribue les fluides vers les fonds de moule

- Le raccord rotatif (1) assure la liaison hydraulique entre la partie fixe et la partie mobile de la roue de soufflage.

-Le système de distribution du four (3) maintient à basse température les rampes situées sous les lampes et les réflecteurs du four. [2]

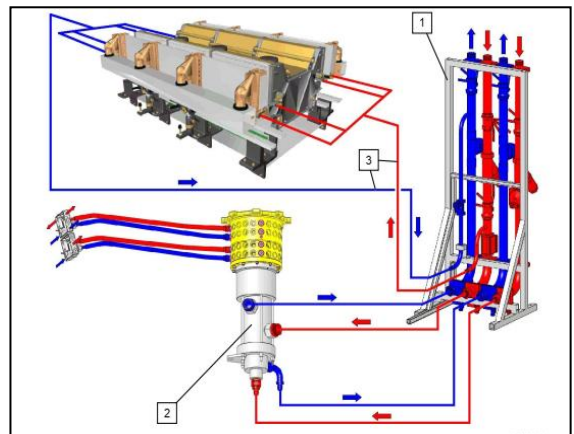


Figure II.33 Le circuit hydraulique [2]

## II.5 Circuit pneumatique

### II.5.1 Circuit d'air à basse pression de la souffleuse

Le circuit d'air à basse pression (7 bar) assure la régulation, la filtration et la distribution de l'air nécessaire au vérinage et à diverses servitudes de la machine.

Le tableau d'alimentation générale en air à basse pression assure la régulation et la filtration du réseau client avant l'alimentation de la machine.

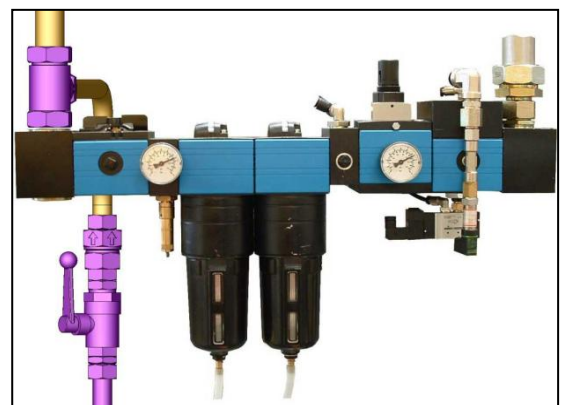


Figure II.34 Tableau d'alimentation générale en air basse pression [2]

Le raccord rotatif (2) assure la liaison pneumatique (haute pression) entre la partie fixe et la partie mobile de la roue de soufflage .

- Le distributeur (3) distribue l'air de soufflage, de préssoufflage, de vérinage élongation et tuyère et de commande sur les postes de soufflage. [2]

### II.5.2 Circuit d'air haute pression de la souffleuse

Le circuit air haute pression assure la régulation, la filtration, la récupération et la distribution de l'air nécessaire au (soufflage,- préssoufflage,- vérinage élongation et tuyère, - pilotage des électrovannes "TORNADO")



**Figure II.35** Tableau d'alimentation générale en air haute pression [2]

Le tableau d'alimentation générale en air haute pression assure la régulation et la filtration du réseau client avant l'alimentation de la machine. [2]

La double filtration est constituée d'un ensemble de filtres de haute efficacité qui interdisent le passage d'odeurs et de poussières dans l'air de soufflage et assure une filtration maximale de l'air haute pression. La double filtration garantit un air de soufflage de qualité alimentaire. On trouve deux types de filtre : "AK" à charbon actif, élimine les odeurs et les éventuelles vapeurs d'hydrocarbures et le filtre "SRF" bactériologique qui élimine les micro-organismes.



**Figure II.36** Double filtration [2]

Cette dernière raccordée en sortie du tableau d'alimentation générale. [2]

## II.6 Les différents capteurs et actionneurs de la SBO (14/20)

⇒ Niveau de remplissage par préforme (B.72.3):

Si la trémie est alimentée par un basculeur ou manuellement, le détecteur "B72.3" (14) détermine le niveau minimum de préformes souhaité avant remplissage.



⇒ Niveau de remplissage par préforme et (B.72.2) :

Si la trémie est alimentée par un convoyeur, le détecteur "B72.3" (14) détermine le niveau maximum de préformes souhaité avant arrêt du convoyeur.



⇒ **Détection de l'alimentation de la colonne élévatrice (B78.3) :**

Le détecteur "B78.3" informe l'automate sur la présence ou non de préformes dans la goulotte de sortie:

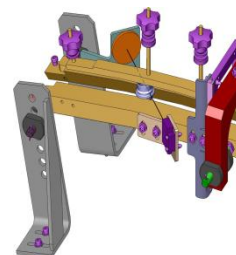
- Si la bande à tasseaux de la colonne élévatrice est en marche et qu'il y a absence de préformes devant le détecteur "B78.3", l'automate commande la mise en marche de la bande transporteuse
- S'il y a présence de préformes devant le détecteur "B78.3", l'automate commande l'arrêt temporisé de la bande transporteuse.



⇒ **Anticipation démarrage rouleaux orienteurs(B.103.3) :**

Le détecteur Contrôle la présence de préformes à la sortie du rail de stabilisation.

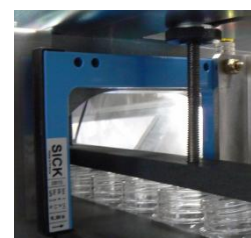
- Si "B103.3" n'est pas occulté et que "B102.0" est occulté, l'automate commande la mise en marche des rouleaux orienteurs et de la colonne élévatrice



⇒ **Cellule de comptage haut (B105.0) :**

Le capteur "B105.0" a 2 fonctions :

- Comptage du nombre de préformes passant sur le rail de stabilisation,
- Contrôle du défilement des préformes.





⇒ Niveau bas – Niveau haut des préformes sur le rail

**(B10.6) (B10.5) :**

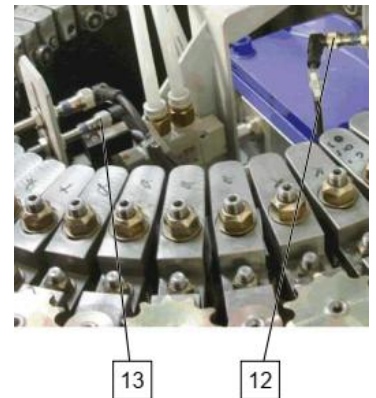
Les détecteurs, niveau bas "B10.6" et niveau haut "B10.5" ,gèrent l'alimentation de la machine et participent à la gestion du niveau de préformes dans l'alimentateur :

- Si "B10.6" et "B10.5" sont occultés par des préformes, l'alimentation au plateau de chargement peut s'effectuer ou est rétablie,
- Si "B10.6" n'est pas occulté par des préformes, le chargement est stoppé au niveau du bloc d'alimentation aval jusqu'à ce que "B10.6" et "B10.5" soient de nouveau occultés.



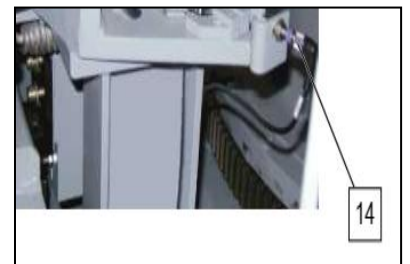
⇒ Sécurité vêtissage préformes (B32.0) (B10.4) :

En cas d'effort anormal lors du vêtissage de la préforme, le détecteur "B32.0"(12) détecte la position anormale de la fourchette. Le détecteur "B10.4" (13) renseigne l'automate sur la position du galet extérieur et permet de synchroniser l'action des cames. L'automate actionne alors les cames d'éjection. Les 3 galets de guidage roulent sur les cames d'éjection, La préforme mal vêtie est éjectée. Pour garantir la bonne ejection, il est nécessaire d'éjecter 3 préformes.



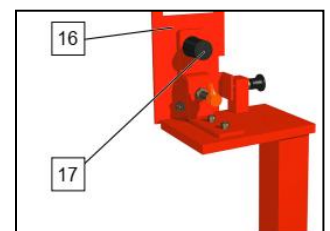
⇒ Sécurité fermeture de l'unité porte moule (B12.3) :

Lors de la fermeture de l'unité porte moule, En cas de fermeture difficile de l'unité porte-moule, le détecteur "B12.3" (14) détecte le mouvement de la came escamotable . L'automate enregistre cette information et inhibe le soufflage (uniquement le soufflage) dans le poste concerné. Le défaut correspondant s'affiche au PCC.



⇒ Sécurité levier ouverture moule (B12.2) :

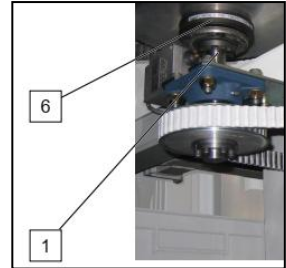
En cas d'efforts anormaux, le levier d'ouverture du moule et son galet d'ouverture peuvent glisser par rapport à l'axe de commande. Cette position anormale est détectée par le levier (16) et le détecteur "B12.2"



(17). L'automate génère un arrêt critique de la machine et le défaut correspondant s'affiche au PCC.

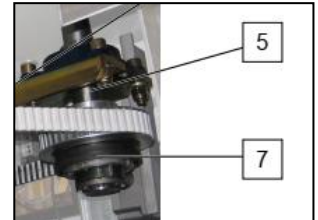
⇒ **Limiteur de couple (S10.11) sur la roue de transfert :**

En cas d'effort anormal, le limiteur de couple (6) rompt l'entraînement de la roue de transfert (1). Le détecteur "S10.11", associé au limiteur de couple (6), informe l'automate du défaut de transmission. Le défaut correspondant s'affiche au PCC



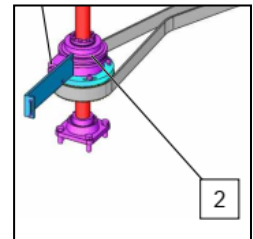
⇒ **Limiteur de couple(S10.1) sur l'arbre de la roue d'alimentation :**

En cas d'effort anormal, le limiteur de couple (7) rompt l'entraînement de la roue d'alimentation (5). Le détecteur "S10.1", associé au limiteur de couple (7), informe l'automate du défaut de transmission. Le défaut correspondant s'affiche au PCC.



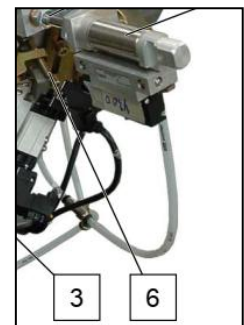
⇒ **Limiteur de couple "S10.0" (2) sur l'arbre de la roue four :**

En cas d'effort anormal sur l'arbre de la roue four, le limiteur de couple correspondant se déclenche, la machine s'arrête immédiatement et un message d'alarme s'affiche au PCC



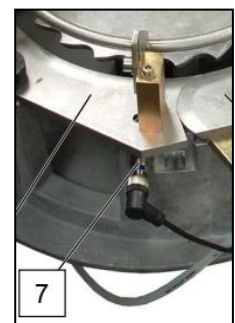
⇒ **Détecteur guide escamotable (B10.3) :**

En cas de blocage d'une préforme au niveau du guide escamotable détecteur (B10.3) (6) informe l'automate qui va escamoter le guide col. En lui envoyant un signal. Les préformes sont alors éjectées de la zone par conséquent la machine continue son cycle de fonctionnement.



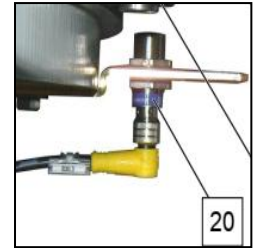
⇒ **Détecteur de préforme entrée machine (B32.1) :**

Lorsque les préformes s'engagent sur le plateau d'alimentation (1), Le détecteur "B32,1" (7) de type "photoélectrique à réflexion directe" assure le comptage des préformes chargées dans la machine.



⇒ **Sécurité passage galet de bras de transfert (B31.2) et (B30.3) :**

Les détecteurs "B31.2" et "B30.3" (20) vérifient en permanence le passage des galets (5). Toute anomalie d'information déclenche un arrêt critique de la machine.



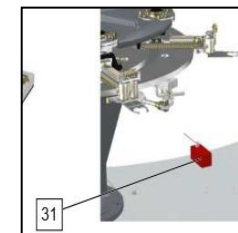
⇒ **Mauvais verrouillage de moule (B.31.0) :**

En cas de défaut de verrouillage, le capteur (B.31.0) informe l'automate par l'escamotage de contre-came. L'automate inhibe alors le soufflage et le pré-soufflage dans l'unité porte moule concerné, la machine s'arrête si le défaut se répète (paramétrable au PCC).



⇒ **Défaut déverrouillage (B.30.2) :**

Lors de l'ouverture de l'unité porte-moule, si l'axe de verrouillage (7) n'est pas maintenu (verrou défectueux) le détecteur "S30.2" (31) informe l'automate de la position basse de l'axe de verrouillage (7), la machine s'arrête immédiatement.



⇒ **Blocage bouteille (B.30.1) :**

Si une bouteille reste bloquée dans le moule, le détecteur "S30.1" (32) informe et la machine s'arrête immédiatement.



⇒ **Remontée du vérin de tuyère(B31.1) :**

C'est un système de sécurité qui contrôle la remontée du vérin de tuyère (1). En cas de retard de remonté de tuyère, le détecteur "B31.1" (19) détecte le mouvement de la tige (20) provoqué par le contact du nez de tuyère (2), l'automate génère un arrêt progressif de la machine, et inhibe toutes les opérations de process sur le poste de soufflage concerné, le défaut correspondant s'affiche au PCC.

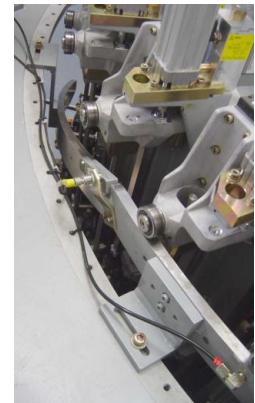


**⇒ Mouvement de la came de sécurité (B33.3) :**

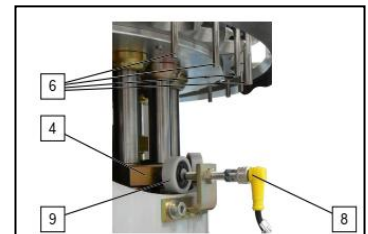
En cas d'effort important lors de la remontée du vérin de tuyère (1), la came de sécurité (17) pivote. Le détecteur "B33.3" (21) détecte leur mouvement donc l'automate génère un arrêt critique de la machine qui va s'arrêter immédiatement, le défaut correspondant s'affiche au PCC.

**⇒ Sécurité came élongation (B14.4) :**

Au cours de l'opération de soufflage, le système d'élongation revient en position haute. le coulisseau d'élongation remonte à l'aide de la came de sécurité élongation : galet escamote la came escamotable le détecteur "B14.4" (17) informe l'automate qu'il génère un arrêt critique de la machine

**⇒ Contrôle préformes non dépoussiérées (B11.1) :**

En cas de non-détection du galet (9) par le détecteur "B11.1" qui contrôle leur passage. (8), les 4 préformes non dépoussiérées sont éjectées au niveau du transfert préformes. Le défaut correspondant s'affiche au PCC.



⇒

## II.7 La régulation

La régulation des procédés industriels regroupe l'ensemble des moyens matériels et techniques mis en œuvre dans le but de :

- Maintenir une grandeur physique à régler (débit, pression, température) à une valeur désirée (consigne), malgré les perturbations ou changements de consigne. Donc elle provoque une action correctrice sur la grandeur physique du procédé appelée grandeur réglant.
- Fournir à l'opérateur des informations (fonctionnement, alarmes (visuelles ou sonores))[11]

### II.7.1 Objectifs de la régulation

- Stabiliser les systèmes instables.
- Augmenter la précision.
- Maitriser la qualité de production.[11]

### II.7.2 Paramètres de régulation P, I, D (selon la configuration de la machine)

La modification des paramètres de régulation "P, I, D," permet de gérer les systèmes de régulation automatique installés sur la machine.[12]

	Précision	Stabilité	Rapidité
P			
I			
D			

Figure II.37 Les paramètres de PID [20]

-L'action "Proportionnelle" "P", agit sur la rapidité de réponse lors d'un changement d'état.

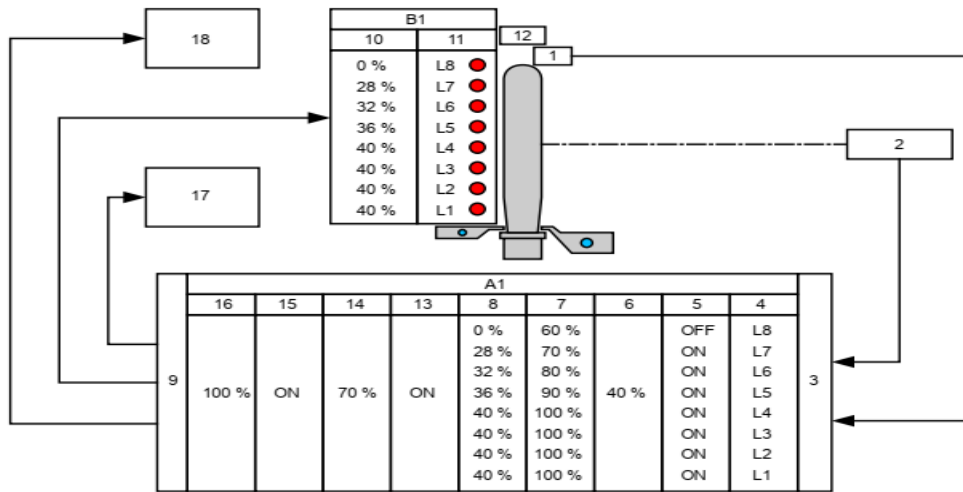
-L'action "Intégrale" "I", complète l'action "Proportionnelle" pour contrôler l'erreur résiduelle en régime permanent.

-L'action "Dérivée" "D", amortit les oscillations et réduit les perturbations pour accélérer le temps de stabilisation.

**II.7.3 Profil de chauffe**

**II.7.3.a Principe de la régulation du four**

Ces figures illustrent le principe de la régulation du four de la souffleuse SBO20 [12]



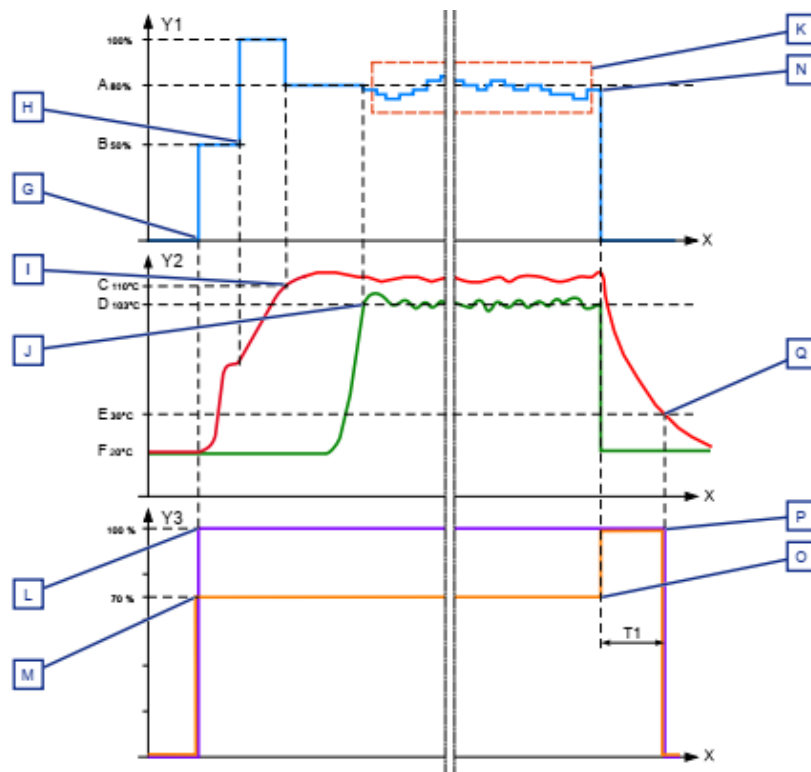
**Figure II.38** Procédure de contrôle du four [12]

<b>A1</b>	Automate	<b>9</b>	Carte de sorties analogiques
<b>B1</b>	Four régulé (four de distribution)	<b>10</b>	Puissance de chauffe des lampes (% sortie x % zone)
<b>1</b>	Sonde thermique du four	<b>11</b>	Lampes
<b>2</b>	Caméra de sortie du four	<b>12</b>	Fausse lampe
<b>3</b>	Carte d'entrées analogiques	<b>13</b>	Activation / désactivation de la ventilation du col et du corps de la préforme
<b>4</b>	Lampes	<b>14</b>	Puissance de fonctionnement de la ventilation du col et du corps de la préforme (% sortie)
<b>5</b>	Activation / désactivation des lampes	<b>15</b>	Activation / désactivation de la ventilation de culots de lampe
<b>6</b>	Puissance de sortie de la chauffe (% sortie)	<b>16</b>	Puissance de fonctionnement de la ventilation des culots de lampe (% sortie)

7	Puissance de chauffe par zone (% zone)	17	Ventilateur de refroidissement des culots de la preforme lampe
8	Puissance de chauffe des lampes (% sortie x % zone)	18	Ventilateur de refroidissement du col et du corps de la préforme

**Tableau II.7** Le principe de la régulation du four de la souffleuse SBO14/20 [12]

**II.7.3.b Principe de mise en marche / arrêt du four**



<span style="color: blue;">■</span>	Courbe du pourcentage de sortie de la chauffe	<span style="color: green;">■</span>	Courbe de température des préformes
<span style="color: red;">■</span>	Courbe de température du four	<span style="color: purple;">■</span>	Courbe du pourcentage de la ventilation des culots de lampe
<span style="color: orange;">■</span>	Courbe du pourcentage de la ventilation du col et du corps de la préforme		
X	Temps	C	Température de seuil (ambiance du four)
Y1	% de sortie de la chauffe du four	D	Température de consigne (pour les préformes)
Y2	Température	E	Température du four après arrêt de la ventilation
Y3	% de sortie de la ventilation du four	F	Température du local de production (température ambiante)
A	Pourcentage de démarrage de production	T1	Temps de ventilation après arrêt de la chauffe
B	Pourcentage de mise en veille		

**Figure 39** Les courbes de différentes T° et des différents % représentant la mise en marche/Arrêt du four [12]

**(G) mise en marche du four**

Si le four est vide, il passe en mode veille à sa mise en marche. En mode veille, le pourcentage de sortie de la chauffe du four est égal au pourcentage de mise en veille.[12]

**(H) demande d'alimentation en préformes**

Dès que l'alimentation en préformes est commandée, le pourcentage de sortie de la chauffe du four passe à 100 %.[12]

**(I) chargement de la première préforme**

La première préforme est chargée sur la roue d'alimentation lorsque le four atteint la température de seuil. Lorsque les premières préformes entrent dans le four, le pourcentage de sortie de la chauffe du four est égal au pourcentage de démarrage. [12]

**(J) passage de la première préforme devant la caméra**

La caméra en sortie de four, renseigne le système de régulation sur la température du corps des préformes. [12]

**(K) régulation**

Le pourcentage de sortie de la chauffe du four est corrigé toutes les x préformes. x est la valeur du paramètre "fréquence correction de la chauffe" de la famille "Four".[12]

$$\%R_x = (\%R_{x-1}) - z(T_{p_m} - T_{p_c})$$

**(L) mise en marche de la ventilation des culots de lampe**

A la mise en marche de la chauffe du four (G), le pourcentage de la ventilation des culots de lampe passe à 100 %.[12]

**(M) mise en marche de la ventilation du col et du corps de préforme**

A la mise en marche de la chauffe du four (G), le pourcentage de la ventilation du col et du corps de préforme passe au pourcentage de la consigne paramétrée au PCC (70 %).[12]

**(N) mise en arrêt du four**

A la mise en arrêt du four, le pourcentage de sortie de la chauffe (Y1) passe à 0 % [12]

**(O) arrêt de la ventilation du col et du corps de la préforme**

A la mise en arrêt du four , le pourcentage de sortie de la ventilation du col et corps de préforme 100 % passe à 7 min pendant \*4[12]

**(P) arrêt de la ventilation des culots de lampe**

A la mise en arrêt du four , le pourcentage de sortie de la ventilation des culots de lampes 100 % reste à 7 min pendant \*4[12]



## II.8 Le variateur de vitesse (DANFOS)

Les variateurs de vitesse sont des convertisseurs de fréquence destinés à la commande des moteurs de la machine.

- Les variateurs de vitesse qui pilotent le moteur principal et les moteurs des ventilateurs du four sont situés dans l'armoire électrique principale.

- Le variateur de vitesse qui pilote le moteur du tapis de la trémie est situé dans le coffret électrique de la trémie et de la colonne élévatrice.

- Le variateur de vitesse qui pilote le moteur de la colonne élévatrice est situé dans le coffret électrique de la trémie et de la colonne élévatrice

- Le variateur de vitesse qui pilote le moteur des rouleaux orienteurs est situé dans le coffret électrique de l'ensemble rouleaux orienteurs.

Vue leur utilité, ils sont devenus indispensables dans Toutes les industries. La tension et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités infinies de régulation. [10]



**Figure II.40** Variateur de vitesse [10]

### II.8.1 Le principe de fonctionnement d'un variateur de vitesse

Le variateur est un contrôleur de moteur électronique qui convertit l'entrée de secteur CA en une sortie de forme d'onde CA variable. La fréquence et la tension de la sortie sont régulées pour contrôler la vitesse ou le couple du moteur.

Le variateur est destiné à :

- réguler la vitesse du moteur en réagissant au signal de retour du système ou à des ordres distants venant de contrôleurs externes.
- surveiller le système et l'état du moteur ;
- fournir une protection du moteur contre la surcharge. [10]

**II.8.2 Panneau de commande local (LCP)**

Le panneau de commande local (LCP) correspond à l’ensemble composé d’un écran et d’un clavier à l’avant du variateur. Le LCP sert à :

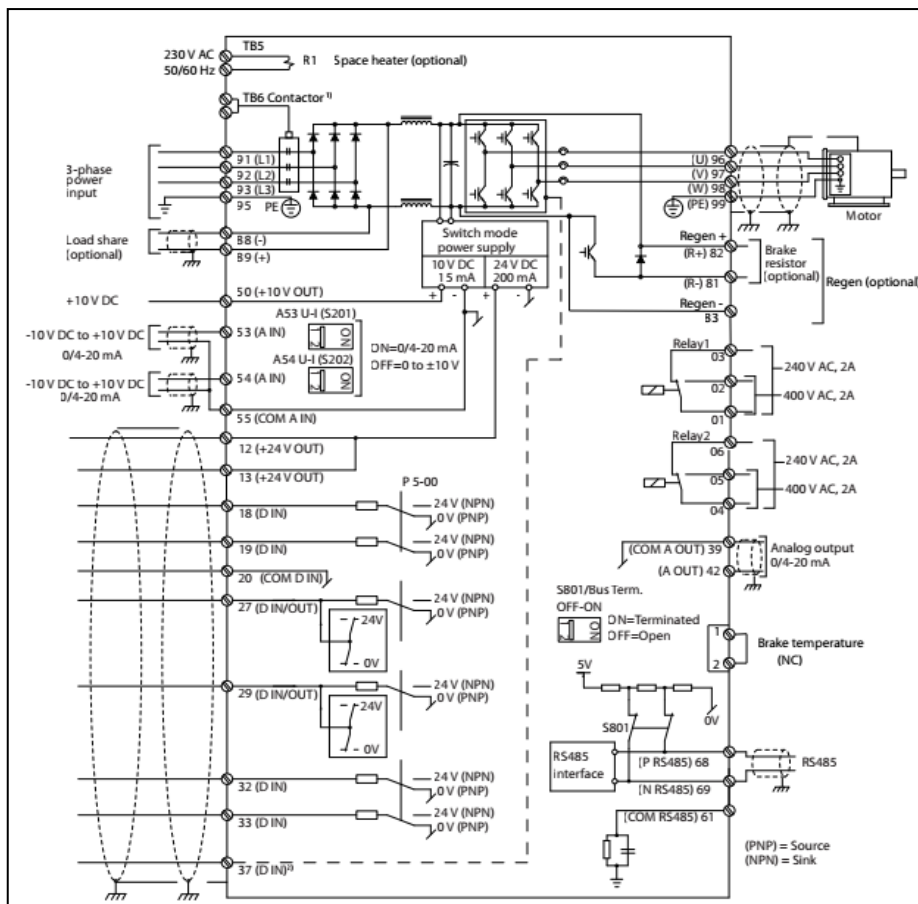
- commander le variateur et le moteur.
- accéder aux paramètres du variateur.
- afficher des données d’exploitation, l’état du variateur et des avertissements. [10]

**II.8.3 Installation électrique**

Cette section contient des instructions détaillées pour le câblage du variateur de fréquence.

Les tâches suivantes sont décrites ci-dessous :

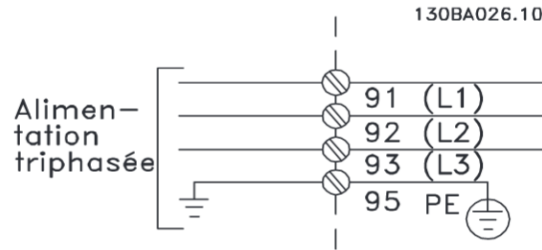
- Câblage du moteur aux bornes de sortie du variateur de fréquence
- Câblage du secteur CA aux bornes d’entrée du variateur de fréquence
- Raccordement du câblage de commande et de la communication série
- Une fois que la tension est appliquée, vérification de la puissance d’entrée et de la Puissance du moteur, programmation des bornes de commande selon leurs fonctions prévues. [10]



**Figure II.41** Schéma de câblages du variateur [10]

**II.8.4 Raccordement au secteur et mise à la terre**

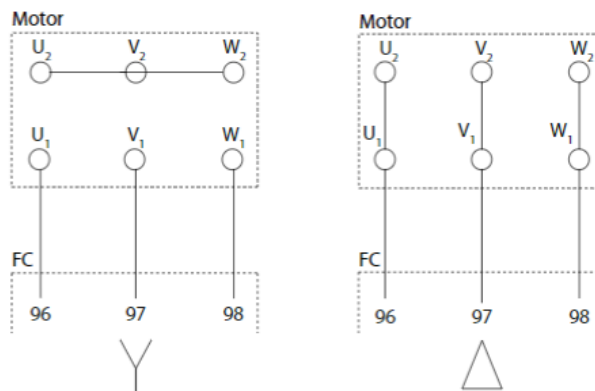
Pour relier le variateur à la tension du secteur, on raccorde les trois phases L1, L2 et L3 aux bornes 91, 92 et 93 comme le montre la figure suivante [10] :



**Figure I.42 Raccordement de secteur [10]**

**II.8.5 Raccordement du moteur**

Le variateur de fréquence permet d'utiliser tous les types de moteurs asynchrones triphasés standards. Les moteurs de petite taille sont généralement montés en étoile (230/400 V ,Y). les moteurs de grande taille sont normalement montés en triangle (400/690 v, D). Se référer a la plaque signalétique du moteur pour le mode de raccordement et la tension corrects. [10]



**Figure II.43 Connexion en étoile et en triangle [10]**

**II.8.6 Réglages de paramètres par défaut selon International/Amérique Nord :**

Le réglage du paramètre 0-03 Régional Settings sur [0] International ou [1] Amérique Nord change les réglages par défaut de certains paramètres. Le Tableau répertorie les paramètres qui sont affectés par ce réglage [10]

Paramètre	Valeur du paramètre par défaut : International	Valeur du paramètre par défaut : Amérique Nord
0-03 Regional Settings	International	Amérique Nord
0-71 Date Format	<b>JJ-MM-AAAA</b>	MM/JJ/AAAA
0-72 Time Format	24 h	12 h
1-20 Motor Power [kW]	<b>1)</b>	1)
1-21 Motor Power [HP]	<b>2)</b>	2)
1-22 Motor Voltage	230 V/400 V/575 V	208 V/460 V/575 V
1-23 Motor Frequency	<b>50 Hz</b>	60 Hz
3-03 Maximum Reference	50 Hz	60 Hz
3-04 Reference Function	Somme	Externe/prédéfinie
4-13 Motor Speed High Limit [RPM] <b>3)</b>	1 500 tr/min	1 800 tr/min
4-14 Motor Speed High Limit [Hz] <b>4)</b>	50 Hz	60 Hz
4-19 Max Output Frequency	100 Hz	120 Hz
4-53 Warning Speed High	1 500 tr/min	1 800 tr/min
5-12 Terminal 27 Digital Input	Lâchage	Verrouillage ext
5-40 Function Relay	Alarme	Pas d’alarme
6-15 Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	50	60
6-50 Terminal 42 Output	Vitesse	Vit. 4-20 mA
14-20 Reset Mode	Reset manuel	Reset auto. infini
22-85 Speed at Design Point [RPM] <b>3)</b>	1 500 tr/min	1 800 tr/min
22-86 Speed at Design Point hz	50 hz	60 Hz
24-04 Fire Mode MaxReference	50 hz	60 Hz

**Tableau II.8** Réglages de paramètres par défaut selon International/Amérique Nord [10]

- 1) Le Paramètre 1-20 Motor Power [kW] est visible uniquement lorsque le paramètre 0-03 Regional Settings est réglé sur [0] International.
- 2) Le Paramètre 1-21 Motor Power [HP] est visible uniquement lorsque le paramètre 0-03 Regional Settings est réglé sur [1] Amérique Nord [10]

## II.9 La camera Infrarouge

Une caméra infrarouge (ou caméra thermique) est une caméra qui enregistre les différents rayonnements infrarouge (onde de chaleurs) émis par le corps et qui varient en fonctions de leurs température.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, une caméra infrarouge ne permet pas de voir derrière une paroi ou un obstacle. Elle reproduit tout simplement la température emmagasinée par un corps, ou montre le flux thermique d'une paroi en raison d'un foyer se trouvant à l'arrière.



**Figure II.44** Camera infrarouge [2]

C'est un procédé qui est de plus en plus utilisé dans l'industrie car ces caméras permettent d'effectuer des contrôles au niveau d'une ligne de production et ceci sans aucun contact avec le produit contrôlé.

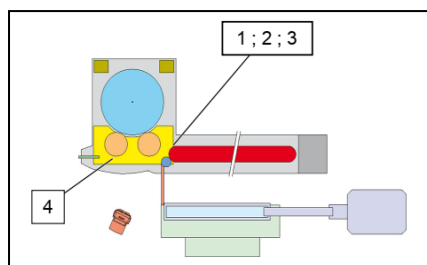
Le système de mesure par infrarouge consiste à ce que l'optique de la caméra focalise les radiations de l'objet à mesurer vers le détecteur. Ce dernier transforme alors l'information reçue en un signal. Le faisceau de la caméra infra-rouge B9VA (1) dirigé sur le corps de la préforme renseigne l'automate sur la température de la préforme en sortie four.

La visée de la caméra doit lire un train de préformes pour avoir une lecture de température stable et homogène. La hauteur du réglage du point de visée de température est fonction de la préforme et donc influe sur le procès de la bouteille.[2]

### II.9.1 Caractéristiques de la camera infrarouge

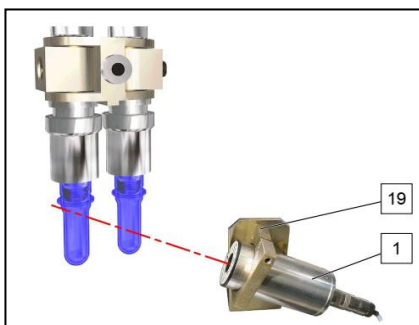
- Type de la caméra utilisée: Impac 3859 350 infratherm IN 5
- Application IN 5 : pour des surfaces oxydées ou non métalliques
- Plage de mesure de base: Plage de mesure entre 0 et 200°C
- Temps de réponse t90: 80ms à 5s
- Précision : à partir de 0,6% de la valeur mesurée
- Sortie analogique : de 0 à 20mA / 0 to 20mA [8]

### II.9.2 Réglage de la visée d'une caméra infrarouge

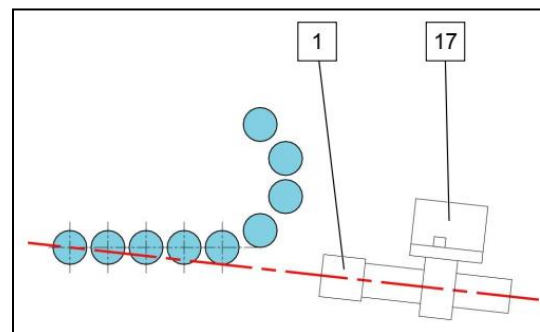


**Figure II.45** L'emplacement des camera Infrarouge [2]

- 1- Contrôle de la température du corps des préformes en sortie de four.
- 2 -Contrôle de la température du col des préformes en sortie de four (option suivant modèle)
- 3- Contrôle de la température du fond des préformes en sortie de four (option suivant modèle)
- 4 -Contrôle de la température des articles en sortie des moules (option suivant modèle)



**Figure II.46** Réglage de l'équerre sur le milieu du corps des préformes [2]



**Figure II.47** Réglage de support [2]

- Régler le support (17) pour positionner la visée laser de la caméra (1) sur le corps des préformes.
- La visée laser de la caméra (1) doit lire un train de préformes continu pour avoir une lecture de la température stable et homogène.
- La hauteur du réglage du point de visée de température est fonction de la taille de la préforme et influe sur le process de la bouteille.
- Régler l'équerre (19) pour positionner la visée laser de la caméra (1) sur le milieu du corps des préformes.
- Le nombre de caméras varie en fonction du process et des options présentes sur la machine. Le principe de réglage est identique pour chaque caméra. Ne jamais diriger le faisceau de la visée laser dans les yeux, sous peine de dommages irrémediables à l'œil [2]

### II.9.3 Configuration de la camera infrarouge

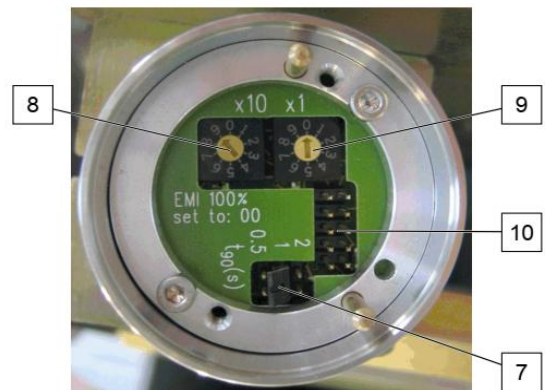
Procédure :

- 1- Ouvrir les portes de sécurité de la zone de travail.
- 2-Desserrer, sans les déposer, les vis (5).
- 3- Déposer le couvercle (6).
- 4- Positionner le cavalier (7) sur 0,5 s.
- 5- Positionner le codeur (8) sur "9".
- 6- Positionner le codeur (9) sur "0".Le facteur émissif est réglé à une valeur de 0,90.
- 7- Installer le couvercle (6) muni de ses vis de fixation (5)
- sur le corps de la caméra (1) en prenant soin d'emboîter la broche (10).
- 8- Serrer les vis (5).

#### FIN D'INTERVENTION

- 9- Fermer les portes de sécurité.

La procédure est terminée. [6]



**Figure II.48** Réglage de facteur émissif [6]

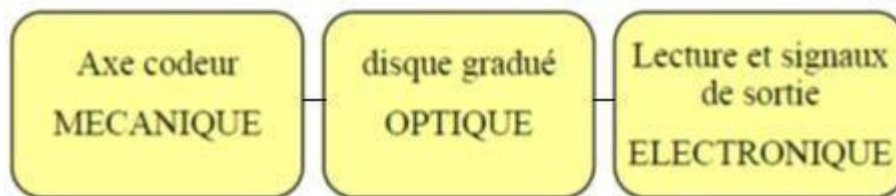
## II.10 Codeur incrémenta

### II.10.1 Qu'est-ce qu'un codeur ?

C'est un capteur de position angulaire. Lié mécaniquement à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Le disque comporte une succession de parties opaques et transparentes.

- Une lumière émise par des diodes électroluminescentes (DEL), traverse les fentes de ce disque créant sur les photodiodes réceptrices un signal analogique ( ).
- Électroniquement ce signal est amplifié puis converti en signal carré ( ), qui est alors transmis à un système de traitement [8]

Un codeur est donc composé de trois parties :



**Figure II.49** Composition d'un codeur [3].

Un codeur optique est un dispositif électromécanique dont la sortie électrique représente sous forme numérique une fonction mathématique de la position angulaire de l'axe d'entrée. Il existe deux types de codeurs optiques : « **incrémental** » et « **absolu** », dans notre cas on aura besoin d'un codeur incrémental pour générer des impulsions RI 58. La présentation du type RI58 correspondent à des standards couramment utilisés sur le marché ses plus grandes dimensions lui permettent d'avoir des charges plus importantes sur l'axe, des résolutions jusqu'à 10000 points (impulsions), des versions avec connecteur 12 pôles, ainsi que des sortie symétriques en 6 canaux avec une alimentation 10 à 30VCC.[3]

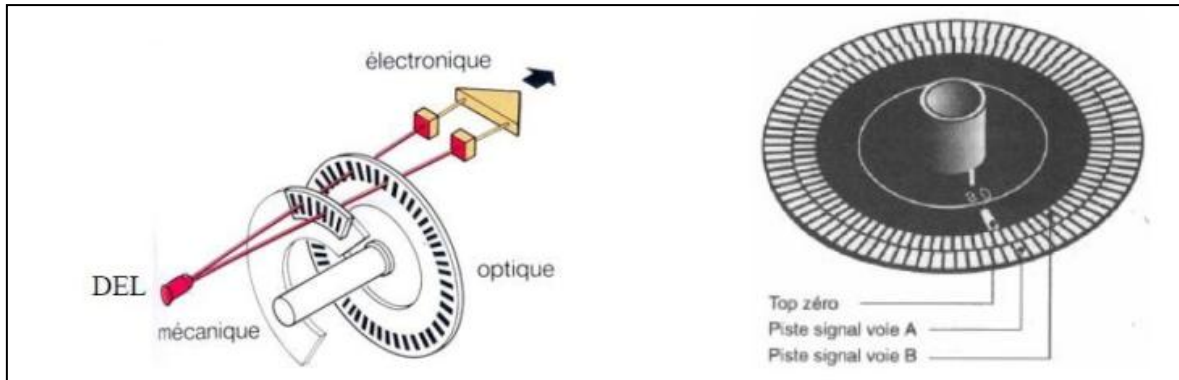
#### Codeur incrémental :

- Diamètre extérieur 58mm
- Résolution 10000 points par tour maxi
- Boîtier et face avant en aluminium avec nez d'épaulement ou synchro
- Diamètre d'axe 6 mm pour la face synchro ou 10 mm avec méplat pour la face avec nez d'épaulement
- Cable PVC blindé axial ou radial sur press etoupe, longueur cable 1.5 m ou connecteur 12 poles axial ou radial [3].



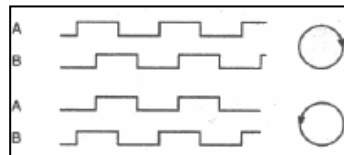
Le calcul de la distance parcourue par la roue en points codeur par seconde durant un cycle automate est défini par la précision du codeur. La précision étant de 7200 points pour un tour de roue (soit 360°), on obtient  $7200/3600=20$  points / degré.

**II.10.2 Description fonctionnel du codeur « incrémental »**



**Figure II.50** Synoptique du codeur incrémental

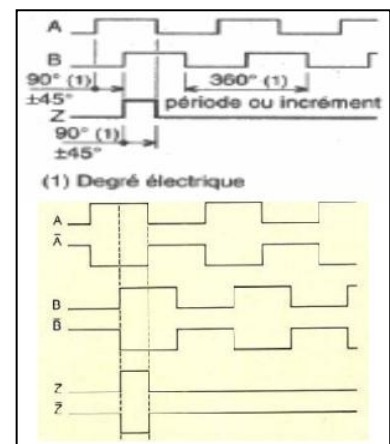
Le disque comporte au maximum 3 pistes. Une ou deux pistes extérieures divisées en (n) intervalles d’angles égaux alternativement opaques et transparents. Pour un tour complet du codeur, le faisceau lumineux est interrompu (n) fois et délivre (n) signaux carrés (A et B) en quadrature.



Le déphasage de 90° électrique des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation:

- 1) Dans un sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à zéro.
- 2) Dans l’autre sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à un.

La **piste intérieure** (Z : top zéro) comporte une seule fenêtre transparente et délivre un seul signal par tour. Ce signal Z d’une durée de 90° électrique, détermine une **position de référence** et permet la réinitialisation à chaque tour. Le **comptage-décomptage** des impulsions par l’unité de traitement permet de définir la position du mobile. Un traitement électronique permet de délivrer les



signaux complémentaires (A, B, Z). Un tel codeur peut délivrer six signaux : (A, A, B, B, Z, Z). [3]

**II.10.3 Résolution (nombre de point par tour)**

Trois cas peuvent se présenter :

- 1) Le système de traitement n'utilise que les fronts montants de la voie A (exploitation simple). La résolution est égale au nombre de points (n).
- 2) Le système de traitement utilise les fronts descendants et montants de la voie A (exploitation double). La résolution est multipliée par 2 (2 x n).
- 3) Le système de traitement utilise les voies A et B (exploitation quadruple)
- 4) La résolution est multipliée par 4 (4 x n)

**II.10.4 Traitement du signal**

Le codeur incrémental fournit deux types de signaux. Les signaux d'incrémentation (A, A, B, B) et d'initialisation (Z, Z) peuvent être exploités.

**Signal d'incrémentation (A, A, B, B)**

Ce signal carré est généralement de fréquence élevée. La formule de calcul de la fréquence (f en Hz) est :

$$f = \frac{1}{60} \times N \times R \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec :

- \*N : vitesse d'utilisation de l'axe entraînant (en tr/mn).
- \*R : résolution souhaitée en période par tour (p/tr).

**II.10.5 Choix du codeur**

Calcul du nombre de points

Sans tenir compte des jeux et imprécisions mécaniques, le nombre de points est calculé à l'aide des Formules :

**Mouvement circulaire :**

$$\text{Nombre de points} = 360 \times \frac{1}{ps} \times R \dots\dots\dots (II.2)$$

Avec :

- \*Ps : précision souhaitée en degré.
- \*R : rapport de réduction entre l'engrenage du mouvement entraînant le codeur et le dernier Engrenage entraînant le mobile.

**Mouvement de translation :**

$$\text{Nombre de points} = \frac{1}{ps} \times R \times P \dots\dots\dots (II.3)$$

Avec :

\*Ps : précision souhaitée en mm.

\*R : rapport de réduction entre l’engrenage du mouvement entraînant le codeur et le dernier engrenage entraînant le mobile.

\*P : rapport de conversion du mouvement de rotation en mouvement de translation.[3]

## II.11 Système de sécurité de la machine de soufflage

### II.11.1 Boutons d’arrêt d’urgence

Tous les boutons d’arrêts d’urgence de la machine sont reliés en série sur un relais de sécurité. L’action sur un bouton d’arrêt d’urgence fait tomber le potentiel de la tension de télécommande machine. Lorsque le potentiel de la tension de télécommande de la machine tombe, les fonctions de sécurité s’activent. [6]

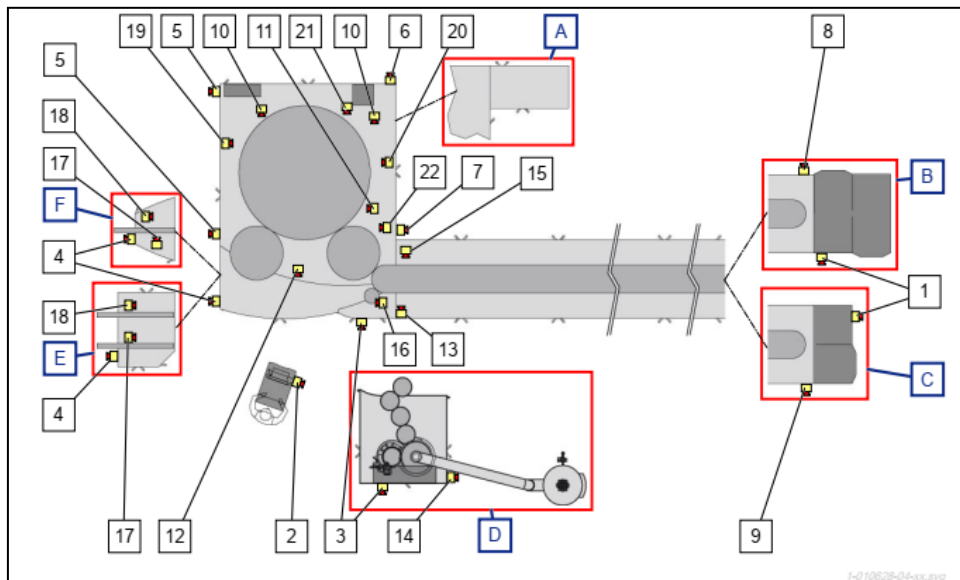


Figure II.51 Implantation des arrêts d’urgence [6]

A	Module de stérilisation à la vapeur	6	Arrêt d’urgence de la roue de soufflage "S1F"
B	Armoire électrique principale	7	7 Arrêt d’urgence de la roue de soufflage "S1G"
C	Armoire électrique principale	8	Arrêt d’urgence four "S1I"
D	Module de dépoussiérage Module de décontamination des préform	9	Arrêt d’urgence four "S1H"
E	Sortie des bouteilles (2 ligne)	10	Arrêt d’urgence de la roue de soufflage "S1X"

F	Sortie des bouteilles sur (1ligne)	11	Arrêt d'urgence de la roue de souffla "S1Y"
1	Arrêt d'urgence armoire "S1A	12	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage "S1Z"
2	Arrêt d'urgence du pupitre de commande "S1B"	13	Arrêt d'urgence four "S1W"
3	Arrêt d'urgence entrée souffleuse "S1C"	14	Arrêt d'urgence entrée souffleuse "S1C1"
4	Arrêt d'urgence sortie souffleuse "S1D"	15	Arrêt d'urgence four "S1V"
5	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage "S1E"	16	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage "S1AE"

**Tableau II.9** Implantation des arrêts d'urgence [6]

### II.11.2 Détecteurs d'ouverture des portes

Tous les détecteurs d'ouverture des portes de la machine sont reliés en série sur un relais de sécurité.

#### Fonctionnement en mode production

L'ouverture d'une porte de la machine coupe la tension de télécommande machine . Lorsque la tension de télécommande de la machine se coupe, les fonctions de sécurité s'activent.

#### Exemple de fonctions de sécurité activées :

- coupure de la puissance moteur (rotation),
- purge du système de frein,
- purge des 40 bars,
- coupure de la chauffe des fours.

Le PCC, via l'automate, informe l'opérateur de :

- l'ouverture d'une porte,
- la localisation de la (des) porte(s) ouverte(s).

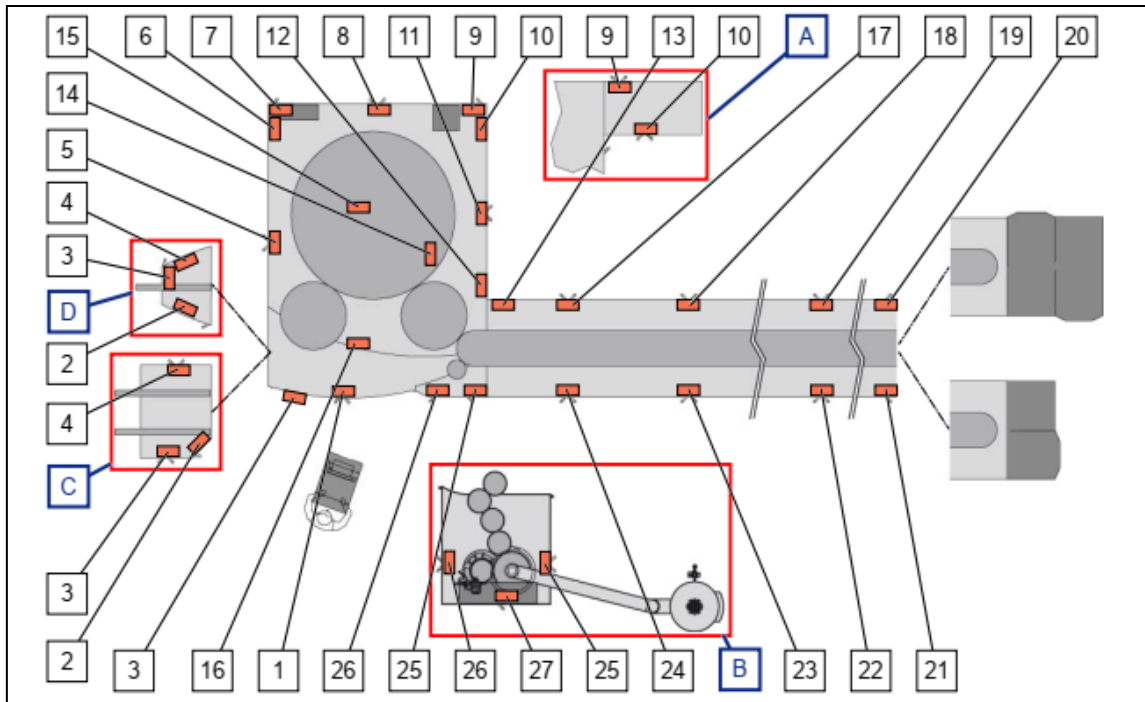


Figure II.52 Implantation des arrêts d’urgence [6].

### II.12 Pupitre de contrôle et de commande

Le PCC est un PC industriel avec un écran tactile qui contrôle et commande la machine. L'utilisateur commande la machine à l'aide des différentes familles de l'application PCC. L'automate traite les informations venant de l'application PCC et les envoie vers la machine. Les actions des utilisateurs sont transmises au moyen de l'écran tactile (1) et des touches du clavier (2). L'utilisateur peut imprimer les rapports, courbes et paramètres affichés à l'écran.[6]

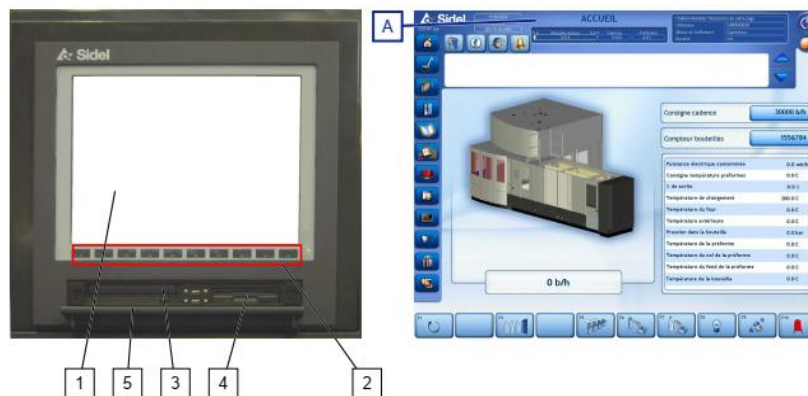
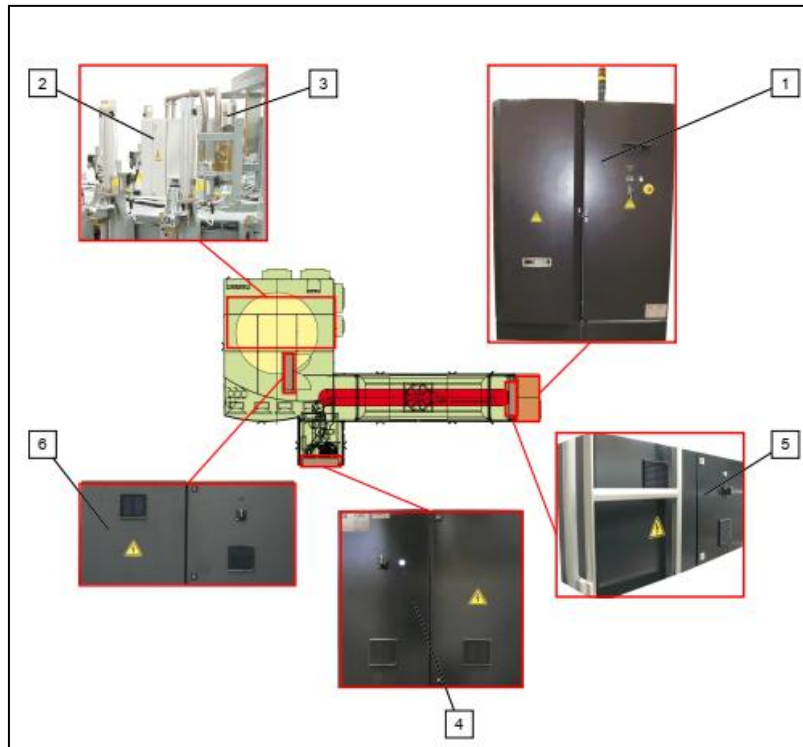


Figure II.53 Les différents éléments constituant le PCC [6]

**II.13 Armoire et coffrets électriques**

L’armoire et les coffrets électriques alimentent les différents éléments de la machine en électricité.[6]



**Figure II.54** L’emplacement de différentes armoires électriques [6]

1	Armoire électrique principale	4	Coffret électrique du module de décontamination des préformes Predis TM
2	Coffrets électriques embarqués (entrées / sorties automate)	5	Coffret électrique du système de décontamination externe des préformes
3	Collecteur électrique (raccord rotatif)	6	Coffret électrique du système aéraulique de la souffleuse (option)

**Tableau II.10** L’emplacement de différent armoire et coffrets électriques [6]

### **II.14 Conclusion**

Dans ce chapitre on définit le contexte dans lequel notre recherche se situe. En d'autre terme il a été question d'énumérer et de définir le Rôle des différents éléments de la souffleuse SBO14/20, tout en expliquant le principe de régulation de ces derniers ainsi que leur fonctionnement.

La description bien détaillée de la souffleuse nous guidera dans le chapitre suivant à construire un modèle avec l'outil GRAFCET & Organigramme.

### **III.1 Introduction**

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier de charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie Opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur. La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme et le GRAFCET.

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement

### **III.2 Modélisation par Grafcet**

#### **III.2.1 Définition du GRAFCET**

Le GRAFCET (**G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser. Lorsque le mot **GRAFCET** (en lettre capitale) est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot **grafcet** est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statitique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

#### **III.2.2 Les concepts de base d'un GRAFCET**

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- d'étapes auxquelles sont associées des actions (activités) ;
- de transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.



La figure III.55 montre les éléments de base d'un grafcet

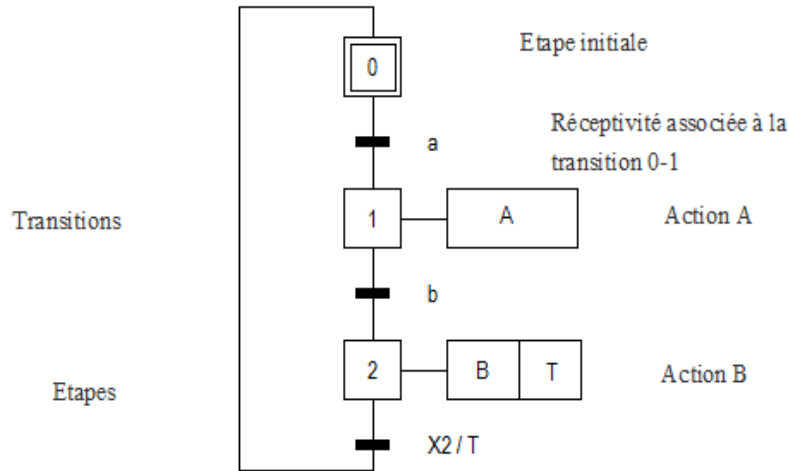


Figure III.55 Symbolisation d'un grafcet.

### III.2.3 Niveau d'un Grafcet

#### III.2.3 a Grafcet de niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions

#### III.2.3 b Grafcet de niveau 2

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivité est écrite en abréviation et non en mots, en associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité

#### III.2.3 c Grafcet de niveau 3

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à pouvoir élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution (figure II-9-c).

III.2.4 Mise en équation d'un grafcet

Soit le grafcet de la figure suivante

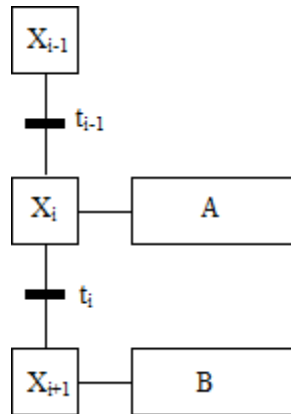


Figure III.56 Exemple grafcet

L'état d'une étape  $X_n$  peut être noté comme suit :

- $X_i = 1$             Si l'étape n est active
- $X_i = 0$             Si l'étape n est inactive

De plus, la réceptivité qui est une variable binaire a pour valeur :

- $t_i = 1$             Si la réceptivité est vraie.
- $t_i = 0$             Si la réceptivité est fausse

Soit la variable d'arrêt d'urgence dur (AUD) et d'arrêt d'urgence doux (AUd) tel que :

- $AUD = 1$             Désactivation de toutes les étapes.
- $AUd = 1$             Désactivation des actions, les étapes restent actives.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable **Init** comme suit :

- $Init = 1$             Initialisation du Grafcet (mode d'arrêt)
- $Init = 0$             Déroulement du cycle (mode marche)

La 2ème et la 3ème règle d'évolution du GRAFCET permettent de déduire les variables qui Interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces mêmes règles permettent d'écrire :

Pour une étape initiale n :

$$X_i = (CAX_i + X_i * CDX_n + Init) * AUD \dots\dots\dots (III.1)$$

Avec :  $CAX_i = (X_{i-1} * t_{i-1} + Init) * AUD \dots\dots\dots (III.2)$

$$CDX_i = X_{i+1} * Init + AUD \dots\dots\dots (III.3)$$

Avec : CAX<sub>i</sub> est la condition d’activation de l’étape n et CDX<sub>n</sub> la condition de désactivation de l’étape n.

Pour une étape non initiale n :

$$X_i = (CAX_i + X_i * CDX_i) * Init * AUD \dots\dots\dots (III.4)$$

**Avec :**

$$CAX_i = X_{i-1} * t_{i-1} * Init * AUD \dots\dots\dots (III.5)$$

$$CDX_i = X_{i+1} + Init + AUD \dots\dots\dots (III.6)$$

Pour une action A =  $X_i * AUD \dots\dots\dots (III.7)$

**III.2.5 Le GRAFCET de fonctionnement**

**III .2.5.a Propriétés de la table des mnémoniques**

Nom : Mnémoniques

- Date de création : 22.09.2020 20 :33 :37,182
- Dernière modification : 26/09/2020
- Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques
- Nombre de mnémoniques : 85 /85
- Nombre de pages : 2
- Nombre d’étapes : 32

Symboles								
Filtre		+ Insertion		X Effacer				
	Groupe:	Type	Symbole	Commentaire	Adresse	Adresse DB	Flags	Utilisé
	Actionneur	BOOL	ALF.1	Allumage four a 75%	Q0.0	D25.0		2
	Actionneur	BOOL	EVC.1	Ouverture de vanne de press	Q0.1	D25.1		1
	Capteur	BOOL	ACT.0	Entré verin de commande de doight d'arret	I0.0	D0.0		2
	Capteur	BOOL	BP	Bouton poussoir démarrage machine	I0.1	D0.1		1
	Actionneur	BOOL	RDA.1	Retrait doigh d'arret	Q0.2	D25.2		2
	Actionneur	BOOL	MA.1	Démarrage moteur(motoreducteur)	Q0.3	D25.3		1
	Capteur	BOOL	S0.0	mesure de temp* par thermocouple (Allumage four a 75%)	I0.2	D0.2		2
	Capteur	BOOL	K0.0	Ouverture vanne de press	I0.3	D0.3		1
	Capteur	BOOL	RM.1	Retour de marche (motoreducteur)	I0.4	D0.4		1
	Capteur	BOOL	Dcy.A	Démarrage de cycle automatique	I0.5	D0.5		1
	Actionneur	BOOL	ALF.2	Allumage four à 40%	Q0.4	D25.4		1
	Capteur	BOOL	S.01	mesure de temp* par thermocouple (Allumage four a 40%)	I0.6	D0.6		1
	Actionneur	BOOL	ALF.3	Allumage four à 100%	Q0.5	D25.5		1
	Capteur	BOOL	S.02	mesure de temp* par thermocouple (Allumage four a 100%)	I0.7	D0.7		1
	Capteur	BOOL	K0.3	Niveau haut préforme	I1.0	D1.0		1
	Capteur	BOOL	K0.1	Vitesse atteinte	I1.1	D1.1		1
	Capteur	BOOL	K0.4	Température de seuil atteinte	I1.2	D1.2		1
	Actionneur	BOOL	RDA.0	Rétraction doight d'arret	Q0.6	D25.6		1
	Capteur	BOOL	B10.3	Detection bourrage préforme (Guide escamotable )	I1.3	D1.3		1
	Actionneur	BOOL	L0.2	Guide escamotable ouvert	Q0.7	D25.7		1
	Capteur	BOOL	GF	Detection guide escamotable fermé	I1.4	D1.4		1
	Actionneur	BOOL	L0.1	Guide escamotable fermé	Q1.0	D26.0		1
	Capteur	BOOL	F0.1	Ehection préforme	I1.5	D1.5		1
	Capteur	BOOL	G0	detection guide escaotable ouvert	I1.6	D1.6		1
	Capteur	BOOL	ACT.1	Sortie verin de commande de doight d'arret	I1.7	D1.7		2
	Capteur	BOOL	B10.41	B10.42(bar)	I2.0	D2.0		1
	Capteur	BOOL	B10.42	Défaut vetissage préforme	I2.1	D2.1		1
	Capteur	BOOL	CMI.10	Contrôle de la température du corps des préformes en sortie de four	I2.2	D2.2		1
	Capteur	BOOL	B10.0	B10.3(bar)	I2.3	D2.3		1
	Capteur	BOOL	B32.0	détecte le retour du position normale de fourchette de vetissage	I2.4	D2.4		1
	Capteur	BOOL	VR.1		I2.5	D2.5		1
	Capteur	BOOL	K0.31	Niveau bas préforme	I2.6	D2.6		1
	Capteur	BOOL	B31.2	detection passage de galet sur la came d'orientation	I2.7	D2.7		1
	Actionneur	BOOL	VT.1	Vétissage préforme	Q1.1	D26.1		1
	Actionneur	BOOL	CHE.1	Chauffe préforme	Q1.2	D26.2		1
	Actionneur	BOOL	CEJ	Les cames d'ejection actionnées	Q1.3	D26.3		1
	Actionneur	BOOL	F0.2	Ejection préformes mal veties	Q1.4	D26.4		1
	Actionneur	BOOL	VT.2	Dévetissage préforme	Q1.5	D26.5		1
	Actionneur	BOOL	TP.01	Transfert la préforme vers le moule	Q1.6	D26.6		1
	Capteur	BOOL	CMI.11	Contrôle de la température du col des préformes en sortie de four	I3.0	D3.0		1
	Capteur	BOOL	CMI.12	Contrôle de la température du fond des préformes en sortie de four	I3.1	D3.1		1
	Capteur	BOOL	K32.1	Ouverture de la pince de bras de transfert	I3.2	D3.2		1

	>	Capteur	BOOL	ENC.1	Position de moule donnée par l'encodeur	I3.3	D3.3	1
	<	Actionneur	BOOL	VR0.0	Verin de tuyère décente	Q1.7	D26.7	1
	<	Actionneur	BOOL	MF.01	monté fond de moule	Q2.0	D27.0	1
	<	Actionneur	BOOL	FM.0	Fermeture moule	Q2.1	D27.1	1
	<	Actionneur	BOOL	VG.1	Verouillage moule	Q2.2	D27.2	1
	>	Capteur	BOOL	B31.1	Detection du mouvement de la tige de tuyère	I3.4	D3.4	1
	>	Capteur	BOOL	B12.2	Moule fermé	I3.5	D3.5	1
	>	Capteur	BOOL	B13.2	Detection du galet defond de moule	I3.6	D3.6	1
	>	Capteur	BOOL	B15.1	detection axe de verouillage moule	I3.7	D3.7	1
	>	Capteur	BOOL	ENC.2	Position de moule donnée par l'encodeur	I4.0	D4.0	1
	>	Capteur	BOOL	B13.0	Detecteur position angulaire de moule N°1	I4.1	D4.1	1
	>	Capteur	BOOL	B3.16	Detecteur de mouvement de la tige d'élongation	I4.2	D4.2	2
	>	Capteur	BOOL	B3.15	detection position joint de compensation moule	I4.3	D4.3	1
	<	Actionneur	BOOL	VR.2	Verin d'élongation décente	Q2.3	D27.3	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.01	Ouverture Eléctrovanne de compensation moule	Q2.4	D27.4	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.02	Ouverture Eléctrovanne de présoufflage préforme	Q2.5	D27.5	1
	<	Actionneur	BOOL	ETA	Etirage mécanique axiale	Q2.6	D27.6	1
	<	Actionneur	BOOL	CMP.1	Compensation moule	Q2.7	D27.7	1
	>	Capteur	BOOL	B17.1	detetion préforme au niveau de support moule	I4.4	D4.4	1
	>	Capteur	BOOL	K0.32	Fermeture de la pince de bras de transfert	I4.5	D4.5	1
	<	Actionneur	BOOL	M0.1	Moule à 45°	Q3.0	D28.0	2
	<	Actionneur	BOOL	M0.2	Moule a 90 °	Q3.1	D28.1	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.011	Fermeture d'electrovanne de compensation	Q3.2	D28.2	1
	>	Capteur	BOOL	EV.022	Fermeture d'electrovanne de présoufflage	I4.6	D4.6	1
	>	Capteur	BOOL	ENC.3	Position de moule donnée par l'encodeur	I4.7	D4.7	1
	>	Capteur	BOOL	ENC.4	Position de moule donnée par l'encodeur	I5.0	D5.0	1
	>	Capteur	BOOL	ENC.5	Position de moule donnée par l'encodeur	I5.1	D5.1	1
	>	Capteur	BOOL	M0.3	Moule à 255°	I5.2	D5.2	2
	>	Capteur	BOOL	M0.4	Moule à 315°	I5.3	D5.3	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.03	Ouverture d'electrovanne de soufflage	Q3.3	D28.3	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.04	Ouverture d'electrovanne de recuperation d'aire	Q3.4	D28.4	1
	<	Actionneur	BOOL	VR.3	Verin d'élongation remonte	Q3.5	D28.5	1
	>	Capteur	BOOL	VR0.1	Verin de tuyère remonte	I5.4	D5.4	1
	<	Actionneur	BOOL	EV.05	electrovanne de dégazage	Q3.6	D28.6	1
	<	Actionneur	BOOL	OM.1	Ouverture moule	Q3.7	D28.7	1
	>	Capteur	BOOL	Sortie	Sortie bouteille	I5.5	D5.5	1
	<	Actionneur	BOOL	DFM.1	Décente fond de moule	Q4.0	D29.0	1
	<	Actionneur	BOOL	P.M1	engrainement la 1 er préforme dans le moule	Q4.1	D29.1	1

Tableau III.11 La table des mnémoniques

**III.3 Modélisation par organigramme**

**III.3.1 Définition**

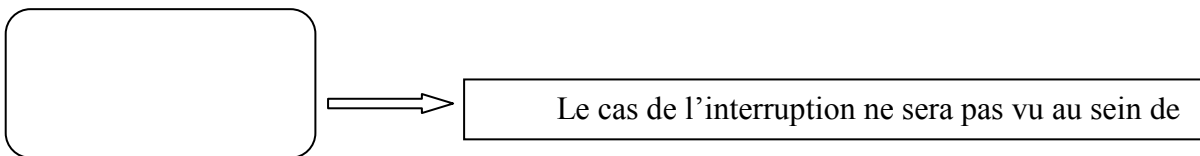
Un organigramme (ou algorithme, lorsqu’il est plus particulièrement appliqué a l’algorithmique) est une représentation graphique normalisée, utilisée pour analyser ou décoder un problème. Il est clair, mais peu adapté aux systèmes complexes.

Un organigramme est considéré comme étant bon quand il a les caractéristiques suivantes :

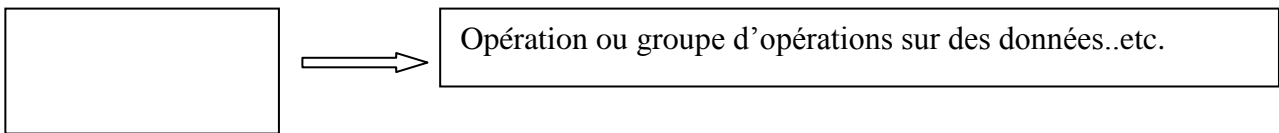
- | Il comporte des liaisons fléchées.
- | Il est fermé.
- | Il comporte un début et une fin.

**III.3.2 Symboles de l’organigramme**

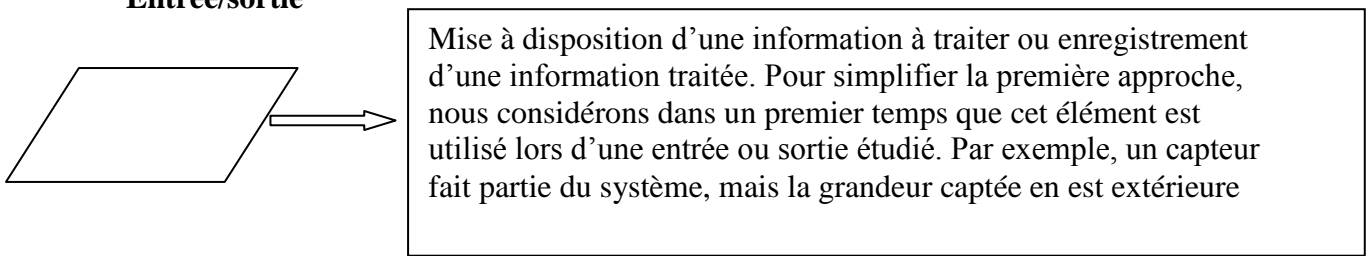
**Début, fin, interruption**



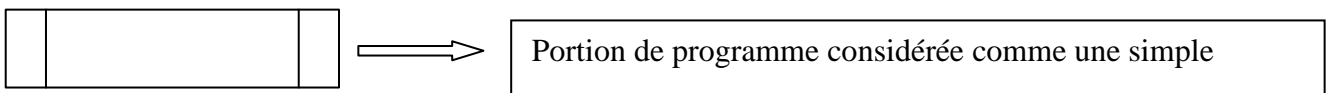
**Traitement :**

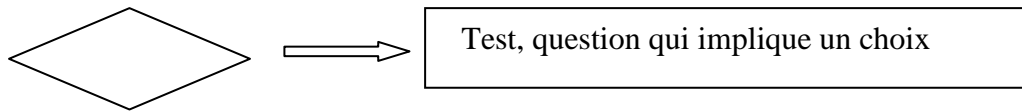


**Entrée/sortie**



**Sous-programme**



**Embranchement (choix)**

Le sens général de lecture est de haut en bas, et de gauche à droite. Si ce n'est pas le cas, on flèche la liaison.

**III.3.3 Structure des organigrammes****III.3.3.a Structure linéaire**

Elle se caractérise par une suite d'actions à exécuter successivement, dans un ordre défini. La structure linéaire n'est pas une façon de programmer en soi ; il s'agit plutôt de parties d'algorithme qui seront conçus de façon linéaire.

**III.3.3.b Structure alternative**

Elle propose un choix ; une condition va entraîner telle ou telle réaction du système. Les deux issues s'excluent mutuellement. Cette structure peut intégrer des portions de structure linéaire.

Elle est composée de plusieurs types :

- ¬ SI...ALORS....SINON.
- ¬ SI.....ALORS.

**III.3.3.c Structure itérative**

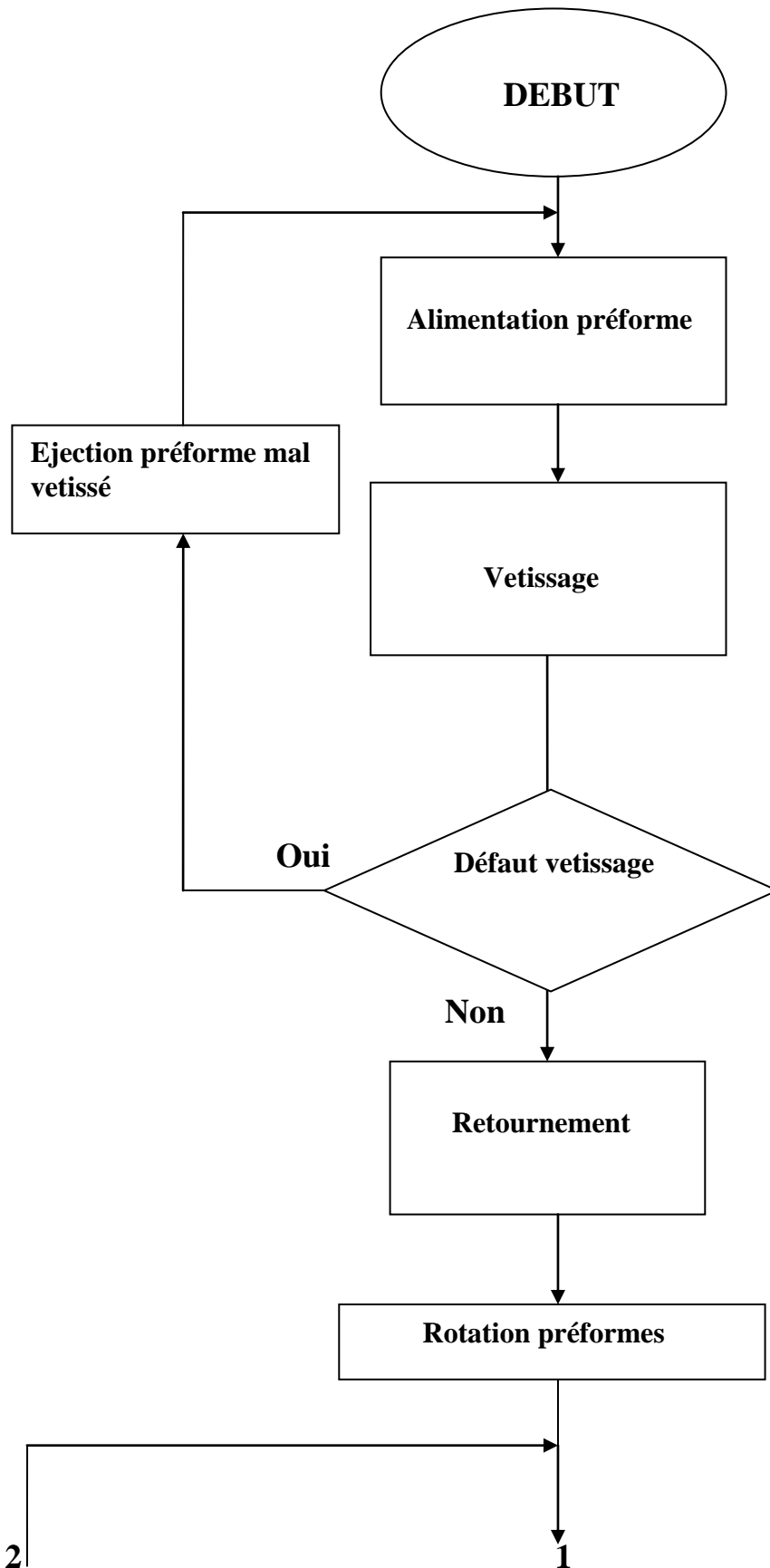
La structure itérative, aussi appelée structure répétitive, permet par exemple de répéter une action jusqu'à ce qu'une condition soit validée.

Elle intègre *de facto* une structure alternative, et éventuellement des structures linéaires.

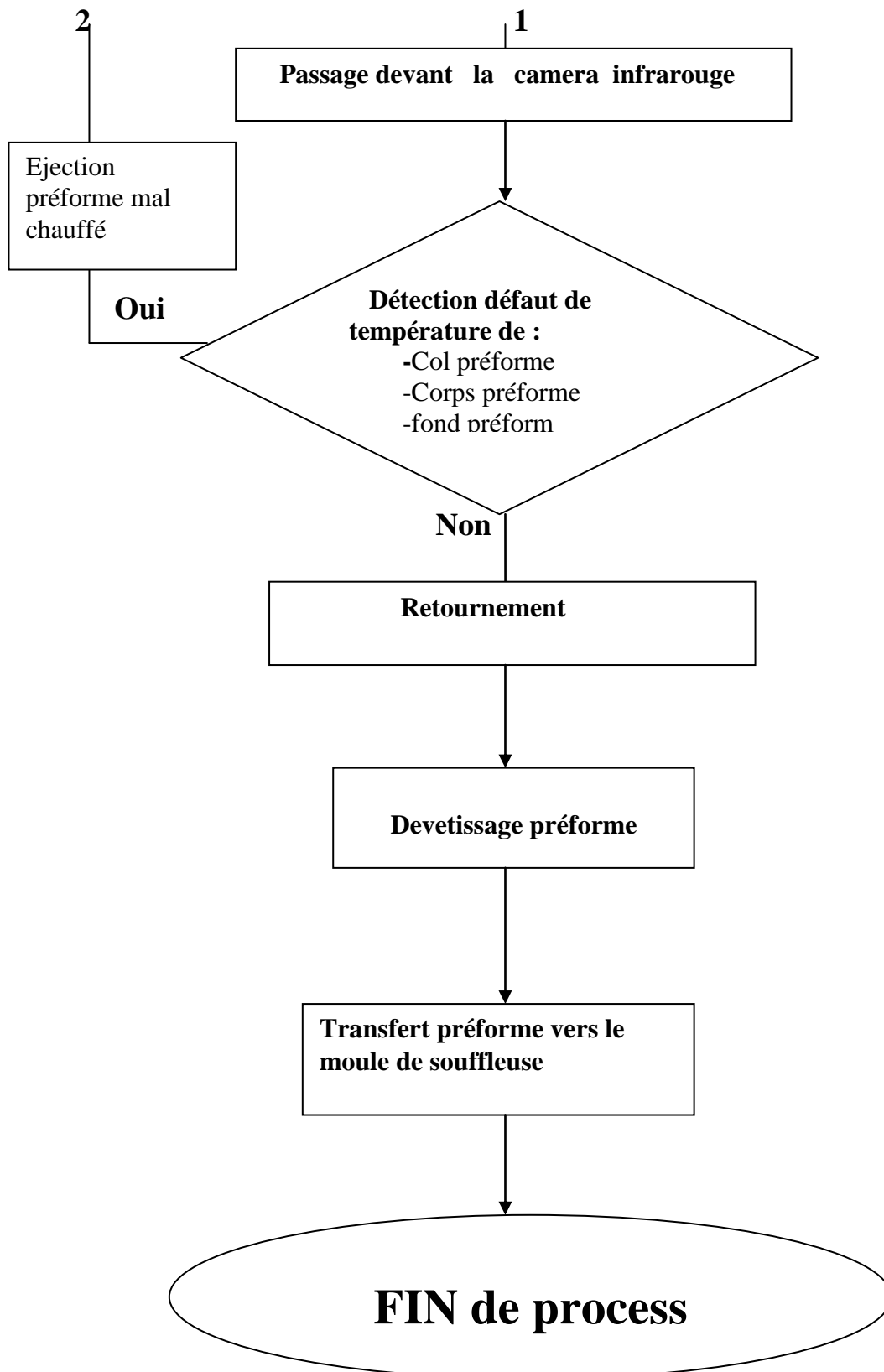
Elle est composée de plusieurs types :

- ¬ FAIRE.....JUSQU'A.
- ¬ POUR...FAIR

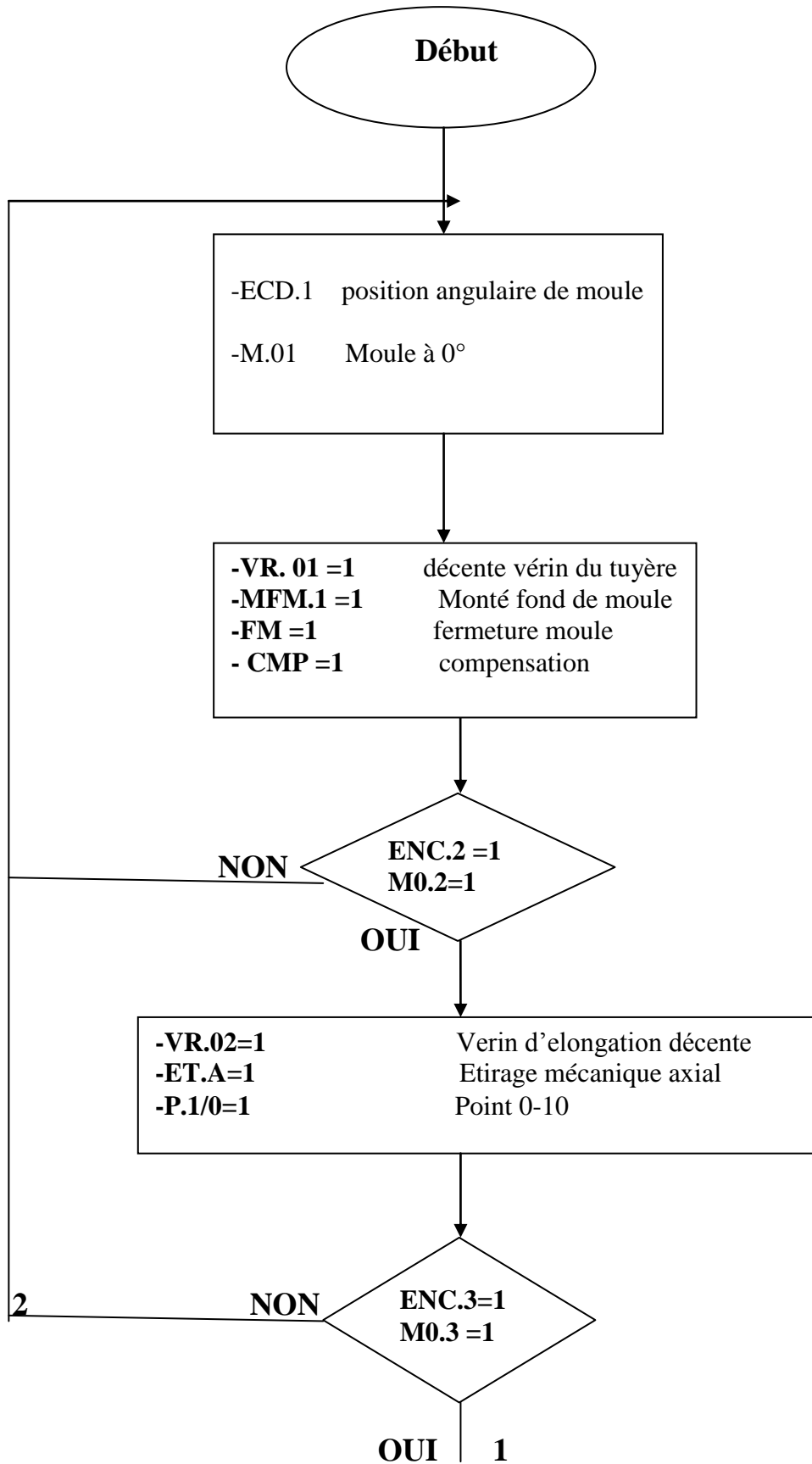
III.3.4 L'Organigramme de fonctionnement de l'alimentation préforme et four

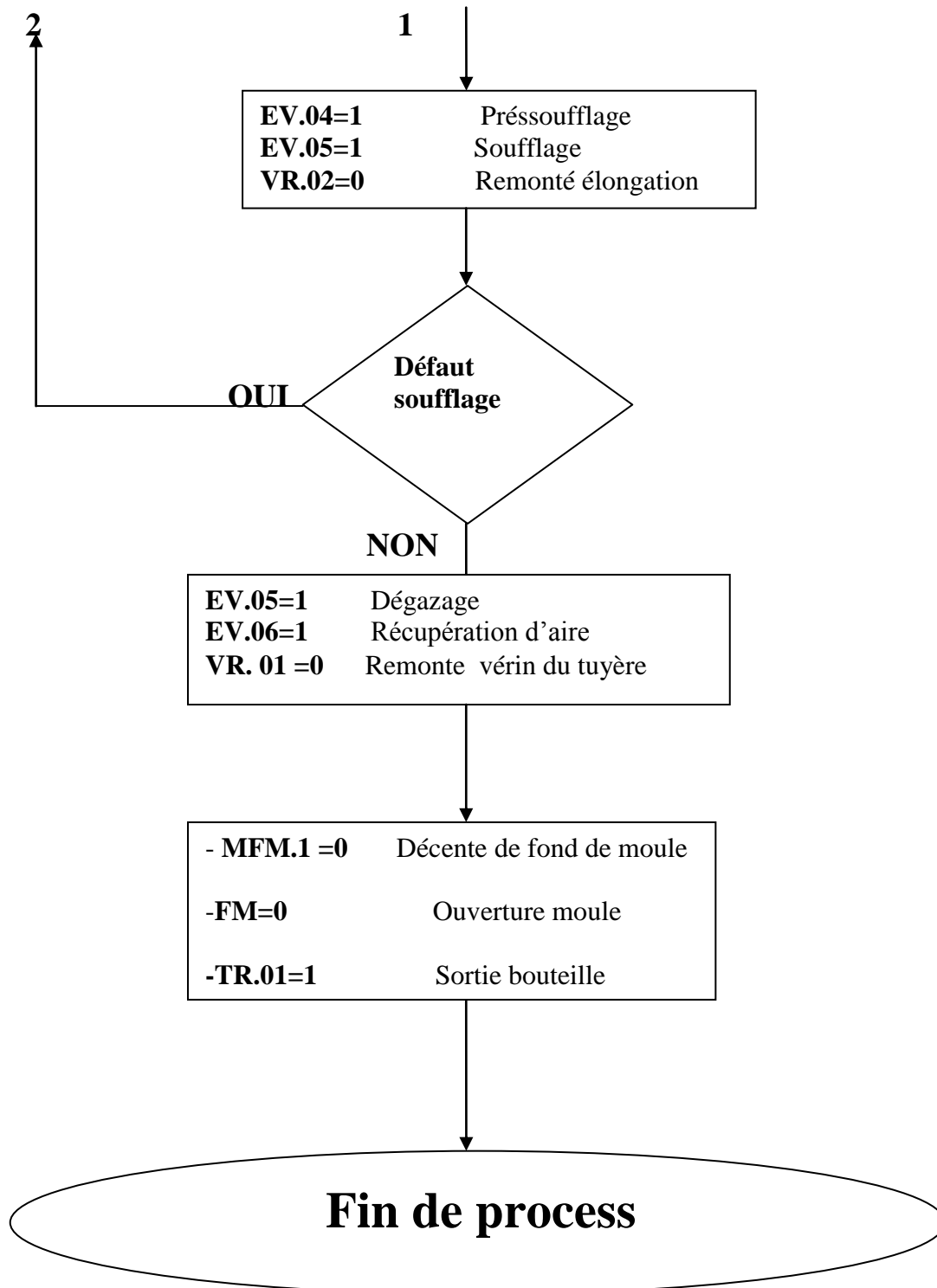






III.3.5 L'organigramme de fonctionnement de la roue de soufflage





### II.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons élaboré le modèle Grafcet de notre station qui est très complexe et pour cela nous avons modélisé un seul moule. Ce modèle nous guidera pour la mise en œuvre de la solution en logique programmable, mais avant de passer à la transcription du Grafcet en programme implantable sur automate, il y a lieu de faire le point sur l'ensemble des matériels nécessaires pour l'automatisation de la station. Chose qui fera l'objet du prochain chapitre.



## **IV.1 Introduction**

Durant ces dernières années, nous assistons à un développement énorme dans le monde industriel notamment dans les techniques de commande, et cela grâce à l'apparition de nouvelles techniques s'appuyant sur des systèmes très puissants et très flexibles : les automates programmable (API).

Dans ce chapitre nous allons réaliser un programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle en utilisant le logiciel step7.

## **IV.2 Les systèmes automatisés**

### **IV.2.1 Généralité sur systèmes automatisés**

L'automatisation d'une production consiste à transformer l'ensemble des tâches de commande et de surveillance, réalisées par des opérateurs humains, dans un ensemble d'objets techniques appelés partie commande. Cette dernière mémorise le savoir faire des opérateurs, pour obtenir l'ensemble des actions à effectuer sur le processus afin d'élaborer le produit final [9].

Un système automatisé ou automatique est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage. Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives pour obtenir l'efficacité et la précision.[14]

### **IV.2.2 Objectifs de l'automatisation**

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le Système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

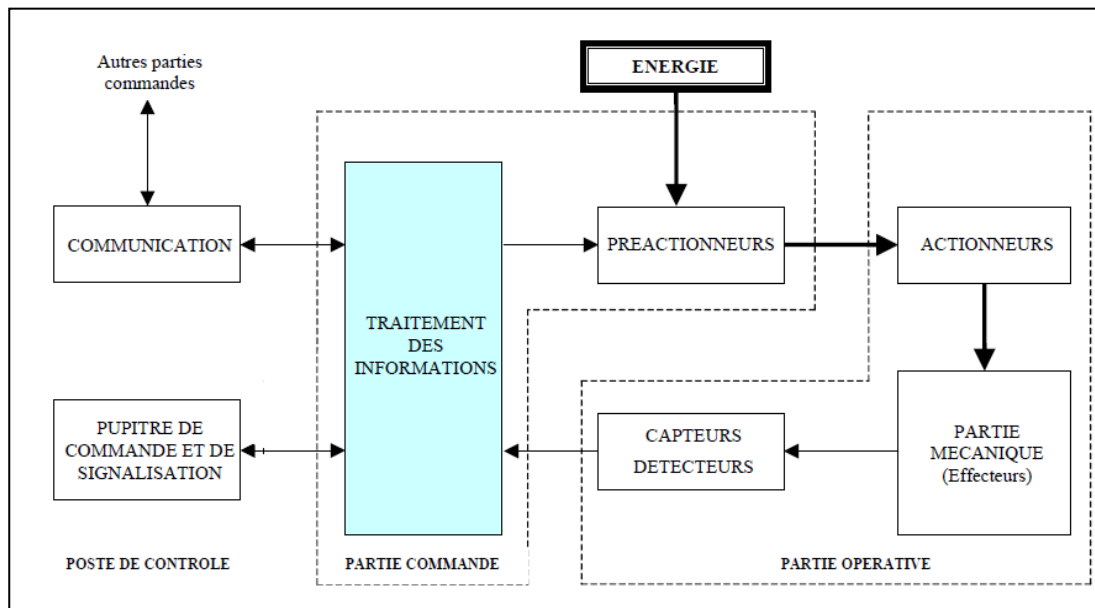
- Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée.
- Améliorer la flexibilité de production.
- Améliorer la qualité du produit.
- S'adapter à des contextes particuliers :
- Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées).
- Augmenter la sécurité.[13]

**IV.2.3 Structure d'un système automatisé**

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : partie opérative et partie commande.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface qui est constituée par l'ensemble de capteurs et pré actionneurs.

La structure interne d'un système automatisé peut se représenter comme suit :



**Figure IV.57** Structure d'un système automatisé [13]

**IV.2.3.a Partie opérative**

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée.

**Les actionneurs** (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre.

Les **capteurs / détecteurs** permettent d'acquérir les divers états du système. [13]

**IV.2.3.b Partie commande**

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative.

Les **préactionneurs** permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le **transfert d'énergie** entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique ...) et les actionneurs. Exemple : contacteur, Distributeur ...

Ces préactionneurs sont commandés à leur tour par le bloc **traitement des informations**.

Celui-ci reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie Opérative transmises par les capteurs / détecteurs.

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches (implanté dans un automate Programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée)), elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations au **pupitre de signalisation** ou à d'autres systèmes de Commande et/ou de supervision en utilisant un **réseau** et un **protocole de communication**. [13]

### **IV.3 Les automates programmables industriels**

Un API(ou PLC programmable logique Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique

Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- ❖ S7-200 : un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- ❖ S7-300 : un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- ❖ S7-400 : il couvre le haut et très haut de gamme. [13]

#### **IV.3.1 Structure interne**

La structure interne d'un automate programmable est constituée comme suit:

##### **IV.3.1.a Module d'alimentation**

Permet de fournir à l'automate la tension nécessaire à son fonctionnement. Ils délivrent, à partir du 220V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate de 24V en continu. [13]

##### **IV.3.1. b Unité centrale**

Unité centrale est à base de micro-processeur. Elle réalise toutes les fonctions logiques, Arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Elle commande l'interprétation et l'exécute les instructions qui sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge. [13]

##### **IV.3.1.c Le bus interne**

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. [13]

##### **IV.3.1.d Mémoire**

Un système de processus est accompagné par un ou plusieurs mémoires qui permettent de stocker le système d'exploitation dans des RAMs ou ROMs et le programme dans des EEPROMs.

Les données système lors du fonctionnement dans des RAMs. [13]

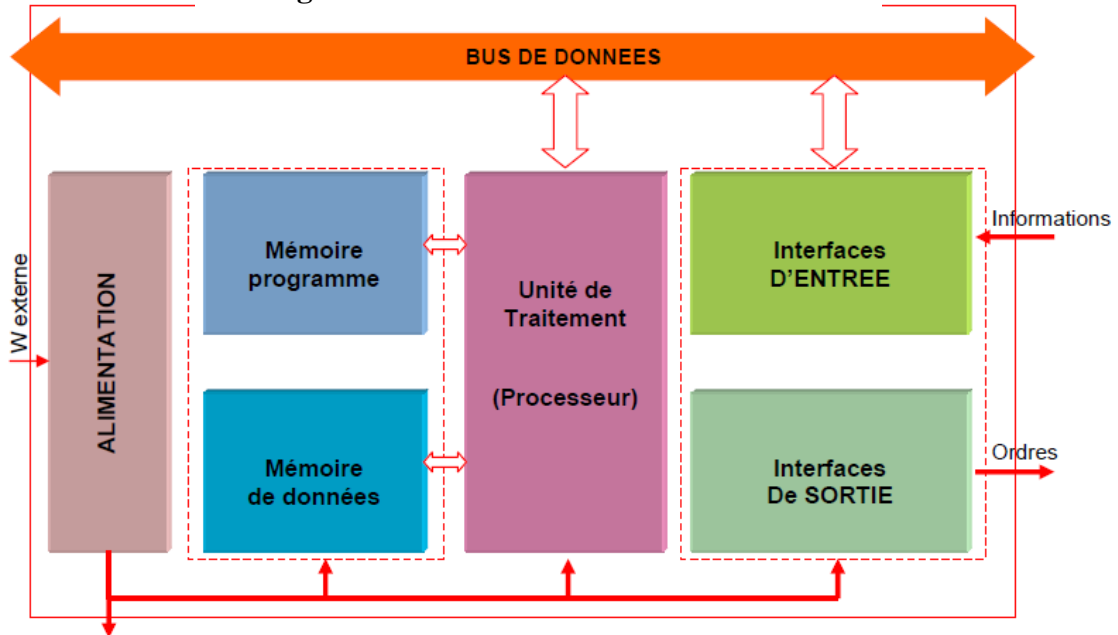


Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA. [13]

**IV.3.1.e Module d’entrées / sortie**

L’interface d’entrée comporte des adresses d’entrée qui reçoivent des informations en

**Figure IV.58** Structure interne d’un API



Provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Chaque capteur est relié à une de ces adresses. L’interface de sortie comporte aussi des adresses de sortie et qui transmettent des informations

aux pré-actionneurs (relais, électrovannes) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses. [13]

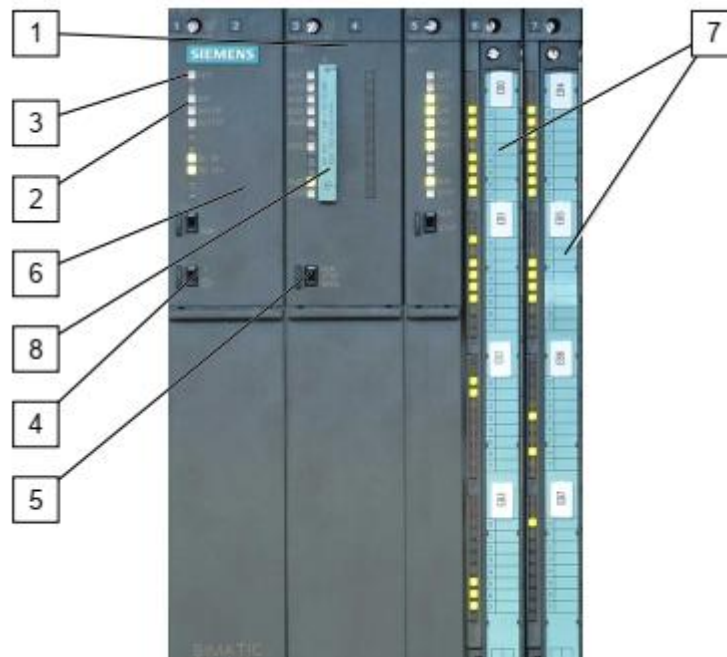
**IV.3.2 Critères de choix d’un automate**

Pour choisir un automate programmable, l’automaticien doit préciser :

- ❖ Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- ❖ Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l’unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- ❖ La nature de traitement (temporisation, couplage, ...etc.).
- ❖ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- ❖ La communication avec d’autre système.
- ❖ La fiabilité et robustesse. [13]

#### IV.4 Présentation d'API utilisé

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées



**Figure IV.59** L'automate de l'armoire électrique principale [12]

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1- Automate                      | 5- Commutateur de fonctionnement   |
| 2- Voyant rouge "BAF"            | 6- Module d'alimentation           |
| 3- Voyant rouge "INTF"           | 7- Module de sortie "Tout Ou Rien" |
| 4- Commutateur de mise en veille | 8- Carte "EEPROM Flash"            |

#### IV.4.1 Modules constitutionnels de l'automate S7-300

##### IV.4.1.a Unité centrale (CPU)

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

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

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

La particularité de ces CPU c'est qu'elles sont dotées d'une EEPROM intégrée.

La CPU 314 IFM dispose des fonctions intégrées suivantes :

- ❖ La fonction intégrée fréquencemètre.
- ❖ La fonction intégrée compteur.
- ❖ La fonction intégrée compteur A/B.

CPU avec interface Profibus DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP. Elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux.

Toutes ces CPU peuvent être utilisées uniquement comme DP maître ou esclave DP à l'exception de la CPU 318-2DP qui est utilisée uniquement comme maître DP. [15]

### **IV.4.1.b Module de coupleur (IM)**

Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée. Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365: pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM 360/ IM361: pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.[15]

### **IV.4.1.c Module de fonction (FM)**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul.

On peut citer les modules suivant :

- FM 354/FM 357 : module de commande d'axe pour servomoteurs.
- FM 353/FM 357 : module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
- FM 355 : module de régulation.
- FM 350-1 : module de comptage. [15]

### **IV.4.1.d Module de signaux (SM)**

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

**-Les modules d'entrée/sortie TOR (SM 321/SM 322)**

**- Les modules d'entrée/sortie analogiques [15]**

**IV.4.1.e Module de simulation (SM 374)**

Ce module spécial, offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- Simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- Simulation d'état des signaux de sorties par des LED. [15]

**IV.4.1.f Châssis (rack)**

Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules. [15]

**IV.4.1.g Module d'alimentation (PS)**

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une LED qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.

Les modules prévus pour l'alimentation de l'automate sont les suivants :

-PS 307 2A ;PS307 5A ;PS 30710A ;PS 305 2A . [15]

**IV.4.2 Caractéristique de l'automate S7-300**

-Une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration.

Une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché est utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange.

-Une large gamme de CPU adaptée à toutes les demandes de performances pour pouvoir d'obtenir des temps de cycle machines courts, certaines étant dotées de fonctions technologiques intégrées comme par ex. le comptage, la régulation ou le positionnement.

-Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.

-Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.

- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels. [15]

**IV.5 Bref aperçu sur le logiciel Step 7**

STEP7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base Pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

-La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.

- Création et gestion de projets
- La gestion des mnémoniques.
- La création des programmes
- Le chargement de programmes dans les systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation en mode simulation et en temps réel.
- Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.

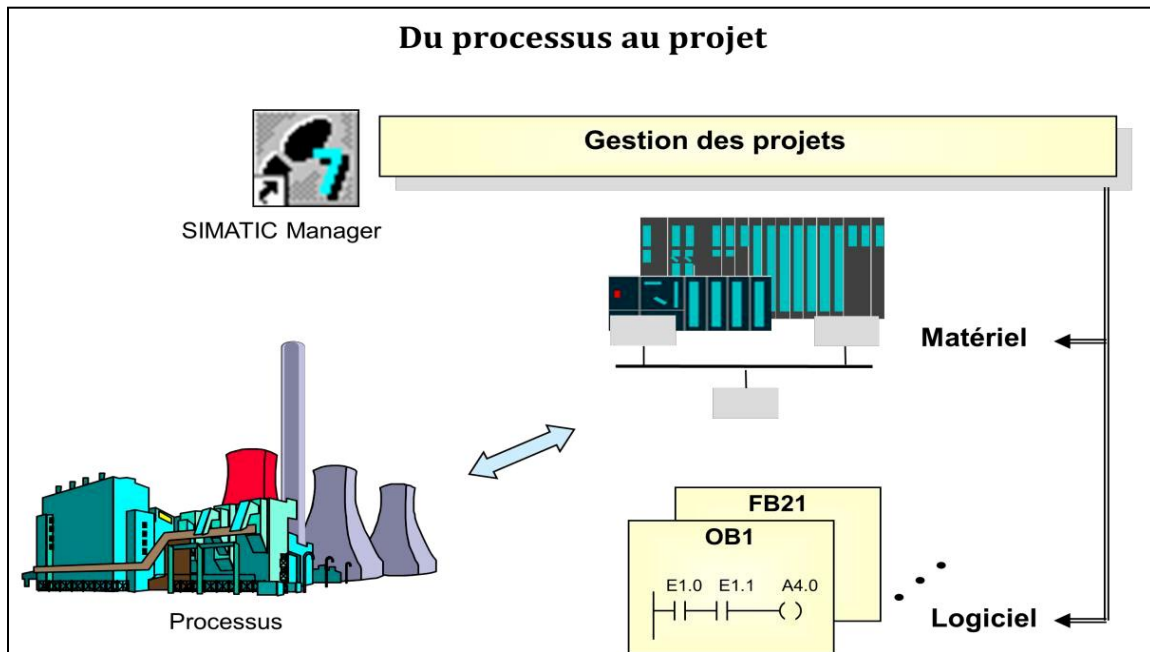


Figure IV.60 Réalisation d'un processus d'automatisation.

#### IV.5.1 Application du logiciel STEP 7

Le logiciel STEP7 met à disposition les applications de base suivantes :

- Le gestionnaire de projets.
- La configuration du matériel.
- L'éditeur de programmes CONT, LOG, LIST.
- La configuration de la communication NETPRO.
- Le diagnostic du matériel.

IV.5.2 Mode de représentation du langage de programmation STEP 7

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG font partie intégrante du logiciel de base :

- **Le schéma à contacts (CONT)** est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage ONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts et les bobines. [16].
- **La liste d'instructions (LIST)** est un langage de programmation textuel proche de la machine. [16].
- **Le logigramme (LOG)** est un langage de programmation graphique qui utilise les boites de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boites logiques [16].

IV.6 Premier pas vers STEP7

Pour concevoir un projet avec STEP7, il existe 2 approches :

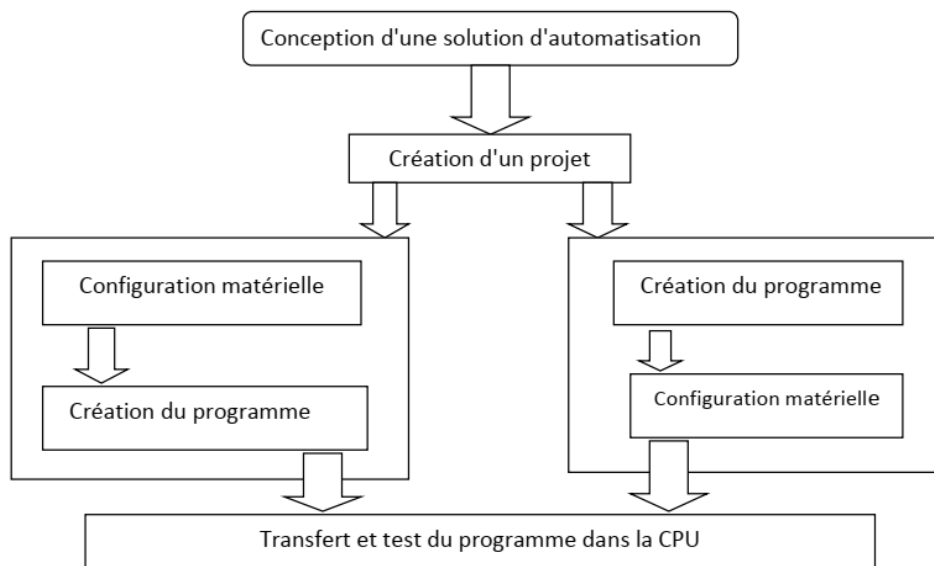
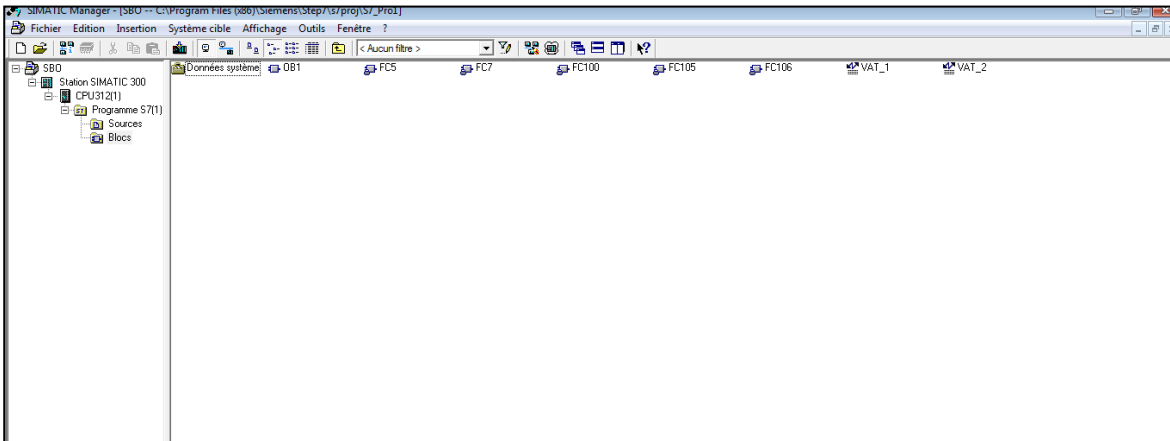


Figure IV.61 Organigramme pour la création de projet sous STEP7.[18]

IV.6.1 Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP7, il est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet », ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet. En sélectionnant l'icône SIMATIC

Manager, on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider, comme le montre la figure IV :



**Figure IV.62** Page de démarrage de STEP7

Comme le projet est vide il nous faut insérer une station SIMATIC 300. Deux approches sont possibles. Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle ou bien l'inverse.

### IV.6.2 Configuration matérielle (Partie Hardware)

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée.

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses pré-règles d'un module.
- Configurer les liaisons de communication

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU312 nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé. Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1, Parmi celles proposées notre choix s'est porte sur la «PS 307 2A». La «CPU 312» est impérativement mise à l'emplacement n°2. L'emplacement n°3 on ajoute aucun module de rack .

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'a 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques ; D'après L'identification des E/S du PLC il y a :

- ❖ 2 modules 16 entrées (AI) /sorties analogique (AO)
- ❖ 1 module 16 entrées(DI) /sorties Numérique (DO)

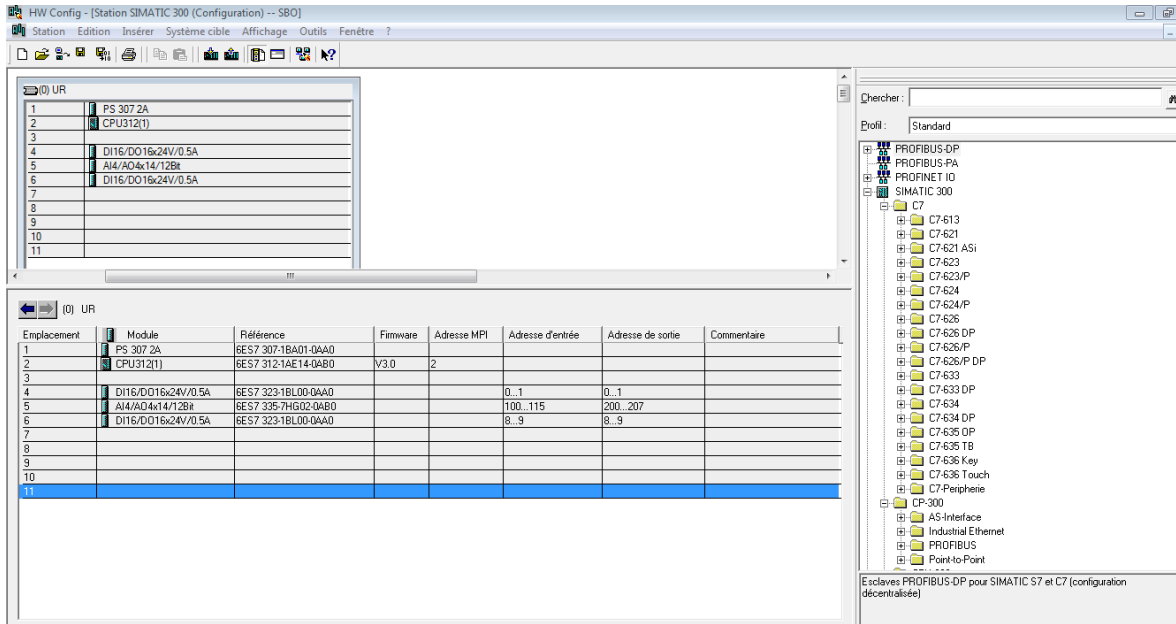


Figure IV.63 Choisir la CPU pour la configuration du matériel

**IV.6.2 Création de la table des mnémoniques (Partie Software)**

Dans tout programme il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible est plus facile à manipuler. Le tableau 12 présente la table mnémonique comme le montre dans l'annexe 1.

**IV.6.3 Élaboration du programme S7 (Partie Software)**

**V.6.3.a Blocs d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement de démarrage de l'automatisme et le traitement des erreurs.



**V.6.3.b Blocs fonctionnels (FB)**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui contiennent le programme proprement. Ils disposent d'un bloc de données associé, dans lequel sont mémorisées des données statiques, d'entrée et de sortie. Les FB conservent ainsi les valeurs traitées sur plusieurs cycles.

**V.6.3.c Fonctions (FC)**

Une FC ne possède pas d'espace mémoire. Les données locales d'une fonction sont perdues près le traitement de la fonction.

**V.6.3.d Blocs de données (DB)**

Les blocs de données sont des zones de données du programme DB contenant les données utilisateur. Ils peuvent être affectés à des blocs fonctionnels définis ou au projet complet. C'est le plus utilisé.

**IV.7 Élaboration du programme**

Dans cette partie nous allons montrer quelques étapes de la programmation adaptée sur un seule moule.

Avant de commencer les programmes on doit créer les blocs de fonction et on choisit le langage à contacte et le reste des programmes

Avant de commencer les programmes on doit créer les blocs de fonction et on choisit le langage à contacte

**• FC105**

Une fois que la fonction FC1 est créée, on commence la programmation comme indiquer dans le réseau ci-dessous :

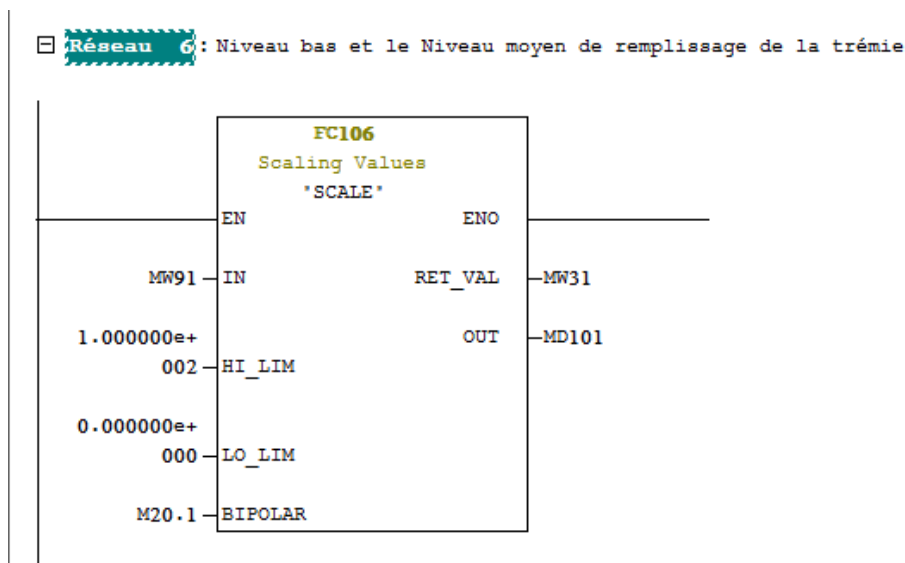


Figure IV 64 La gestion niveaux de remplissage de la trémie

☐ Réseau 7: commande la mise en marche de la bande transporteuse

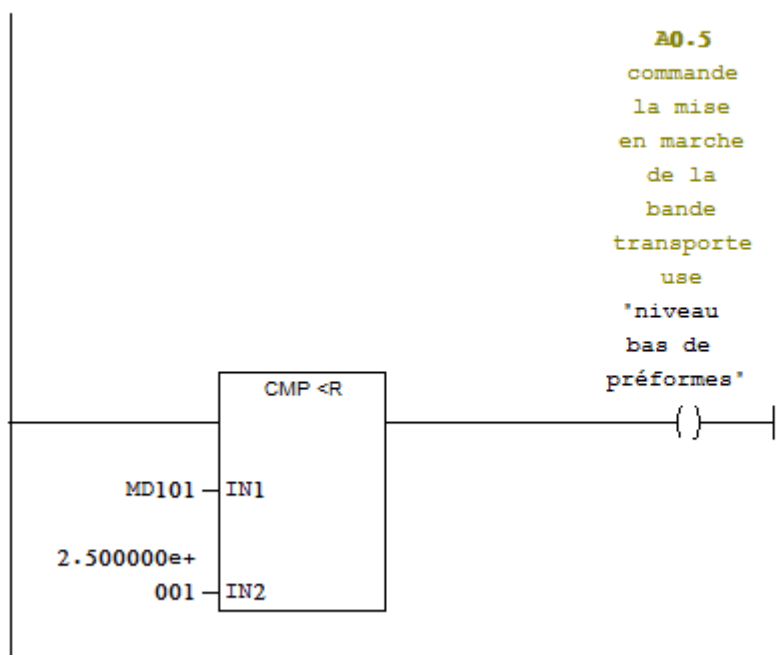


Figure IV 65 Commande de la mise en marche de la bande transporteuse

☐ Réseau 8: commande la mise en arrêt de la bande transporteuse

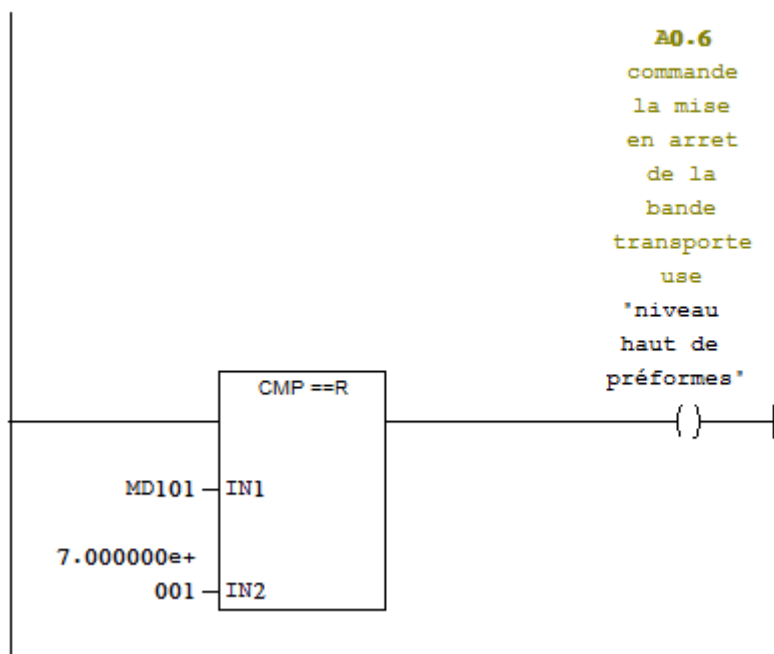


Figure IV66 Commande de la mise en arrêt de la bande transporteuse

☐ Réseau 9: risque d'endommager le brise chute

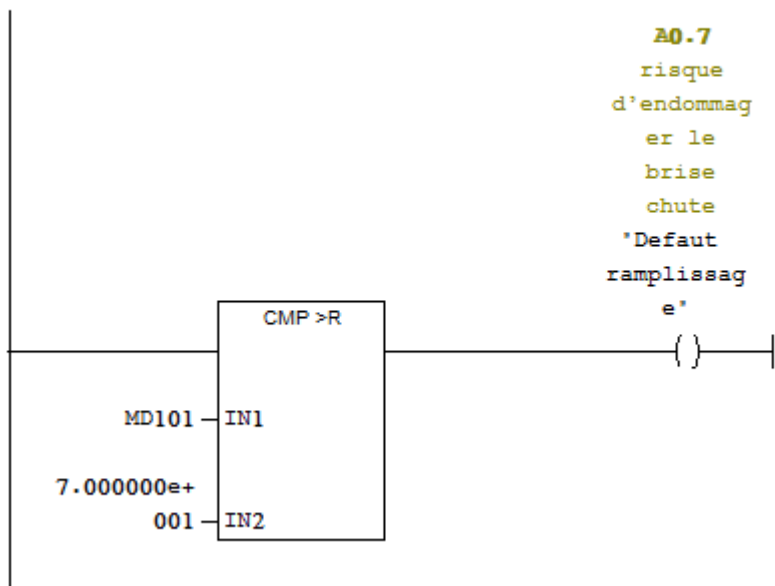


Figure IV67 Défaut remplissage préforme

☐ Réseau 1: Alimentation préforme+Four

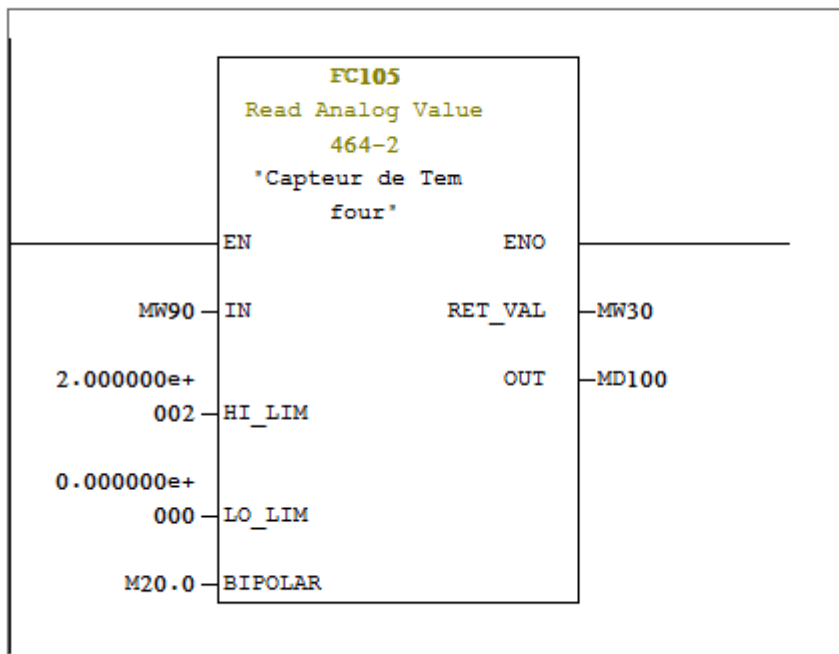


Figure IV68 La mise a l'échelle de la Température de four

▣ Réseau 2 : Titre :

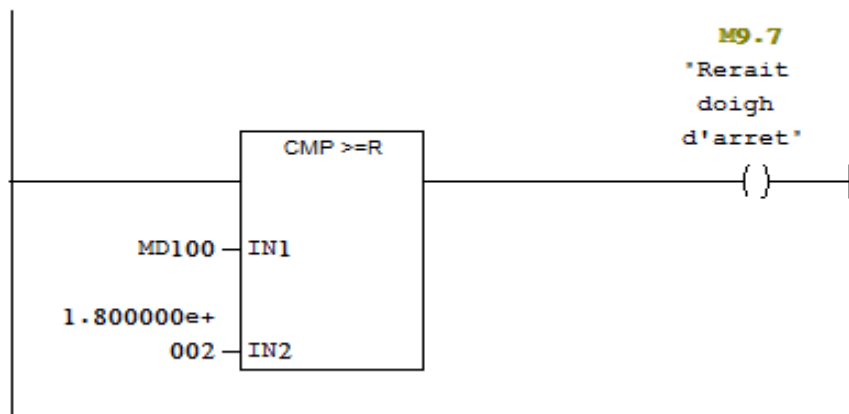


Figure IV 69 Commande vérin de doigt d'arrêt

▣ Réseau 3 : Conditions initiales

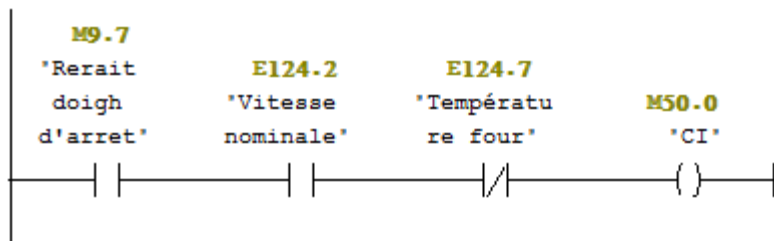


Figure IV 70 Les condition initiales de soufflage

▣ Réseau 4 : Compteur moule

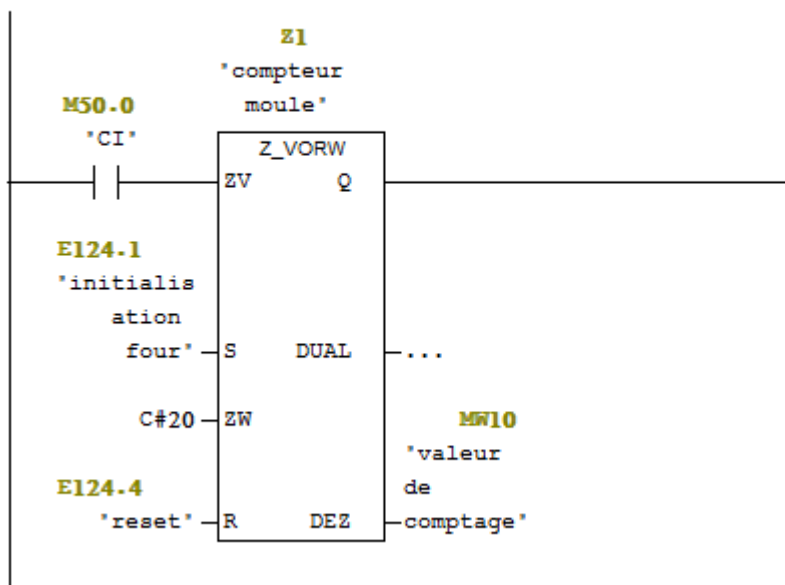


Figure IV 71 Compteur moule

▣ Réseau 5 : Compateur pour le choix de moule

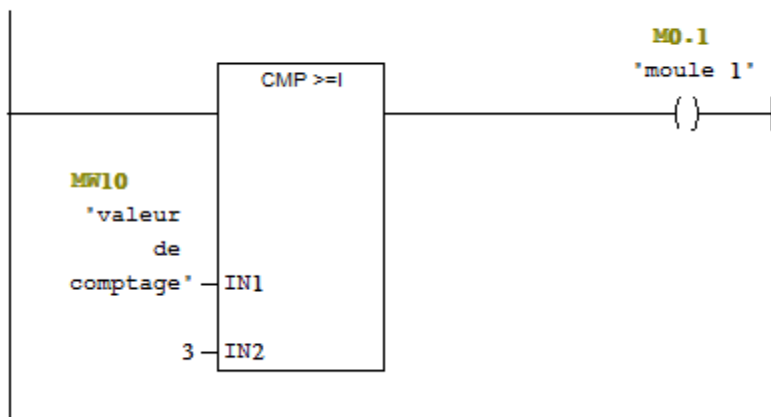
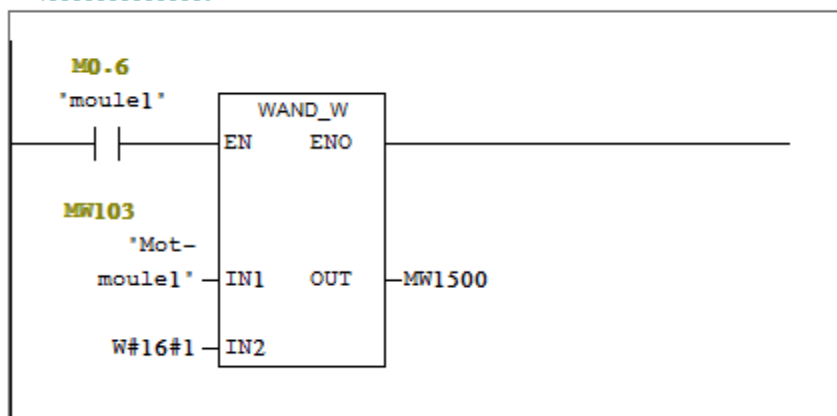


Figure IV 72 Compateur pour le choix de moule

▣ Réseau 12 : Titre :



▣ Réseau 13 : Titre :

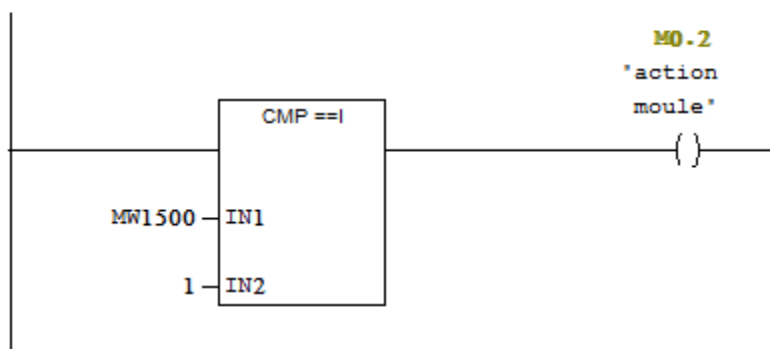


Figure IV 73 Autorisation soufflage

IV.8 Le circuit pneumatique de la Tuyère et Elongation

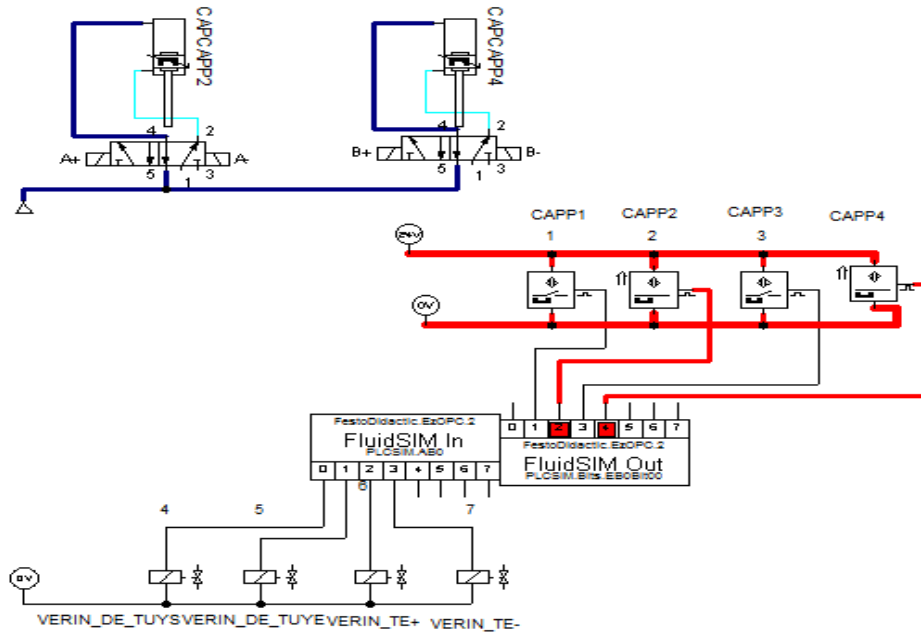


Figure IV 75 Le circuit pneumatique de tuyère et élongation

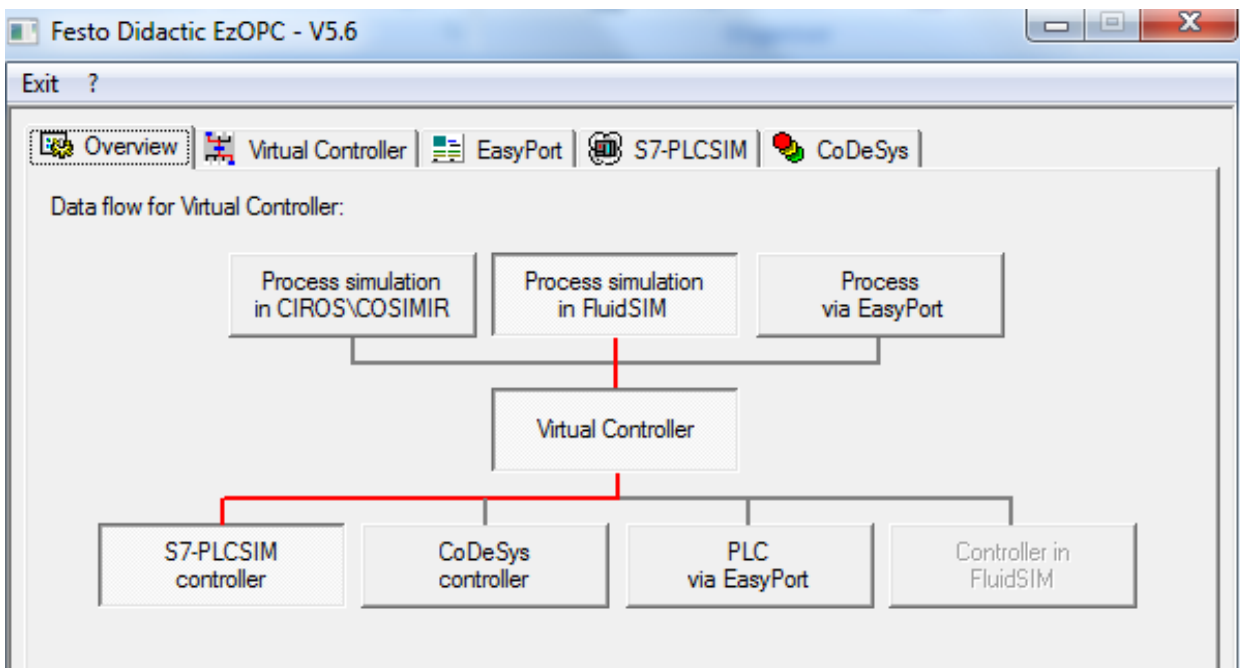


Figure IV 76 La liaison entre le logiciel step7 et fluid SIM

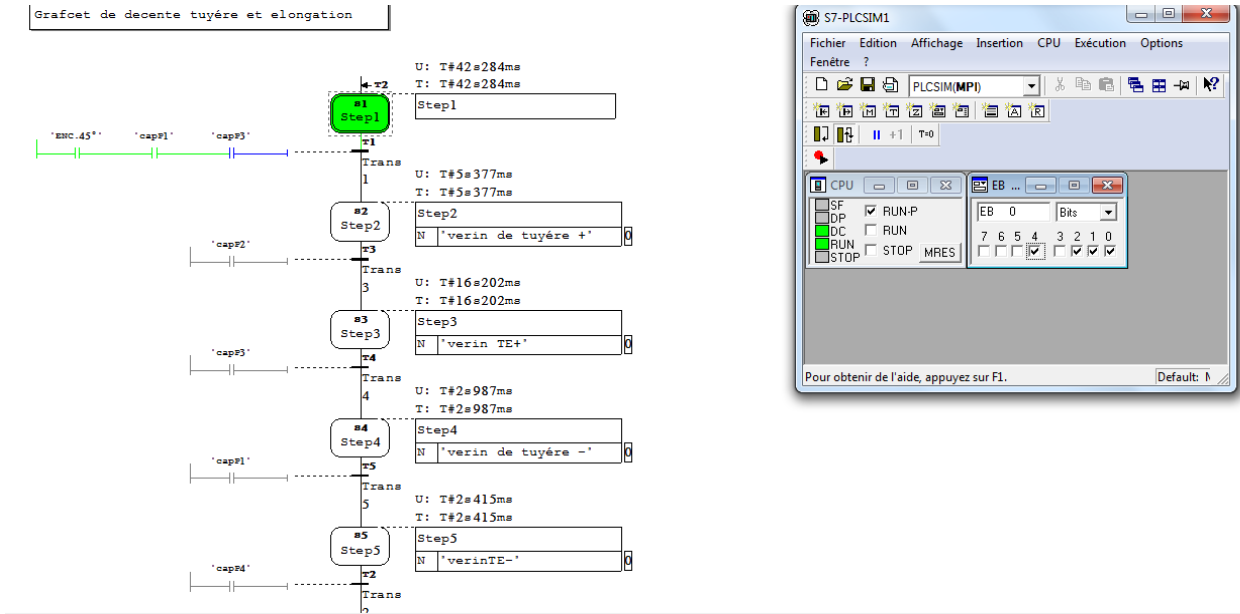


Figure IV 77 GRAFCET de circuit pneumatique tuyère et élongation

### IV 9 Conclusion

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages telles que la flexibilité, la facilité d’extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur un automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM. Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties .

## Conclusion générale

---

Notre projet de fin d'étude a été effectué au sein de l'entreprise « Nestlé waters », se trouvant à Sidi el Kebir. Après avoir étudié la souffleuse bi-orientée (SBO14/20), nous avons pu décortiquer son fonctionnement grâce à l'outil de modélisation GRAFCET et Organigramme qui nous a bien guidé pour élaborer une solution programmable sur le S7-300.

L'automatisation de cette souffleuse nous a donné plusieurs opportunités de bien connaître l'automatique et l'informatique industrielles, elle nous procure plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation et validation du programme établie avant son implantation sur l'automate grâce à son logiciel de simulation des modules physiques.

Ce stage nous a été bénéfique, il nous a permis entre autre de :

- ❖ Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus ;
- ❖ Découvrir la réalité du monde industriel ;
- ❖ Se familiariser avec le milieu du travail ;
- ❖ Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel ;
- ❖ Maîtriser certains instruments et certains outils indispensables pour un automaticien tel que le GRAFCET, la programmation STEP7, FLUIDSIM.

Enfin, nous estimons que dans notre étude nous avons fait appel aux différents volets constituant notre spécialité qui est l'automatique et nous espérons de l'entreprise « Nestlé waters » ainsi que les futures promotions y tireront profit.



# Bibliographie

[1] : Date de l'image : juin 2017 Images May Be subject to copyright (Dhiffelah Seddiki).

[2] : Documentation technique de SIDEL fournie à l'entreprise « Nestlé waters », Documentation technique originale (Manuel Utilisateur), SBO 14/20 - N° 11470 NESTLE WATERS Alegria, SIDEL - Avenue de la patrouille de France - 76930 Octeville sur mer, FRANCE  
Tel : 00 33 (0)2.32.85.86.87 - Fax : 00.33 (0)2.32.85.81.00 - Email : [service@fra.sidel.com](mailto:service@fra.sidel.com).

Documentation technique originale (Manuel Présentation) SBO 14/20 - N° 11470 NESTLE WATER  
SIDEL - Avenue de la patrouille de France - 76930 Octeville sur mer, France

[3] : BATTOU Boudjema, DEHMOUS Samir BERREFAS Aghiles « Etude, Automatisation et supervision d'une souffleuse bi-orientée (Model SBO20 SIDEL) », mémoire de fin d'étude, Année 2013/2014.

[4] : Nestlé-Sidi El Kebir L'article « 300 emplois pour la SPA Taberkachent » A Mekfouldji Publié dans El Watan le 21 - 06 – 2005.

[5] : “Du Grafset aux réseaux de pétri “ Deuxième édition revue et augmentée. RENE DAVID, HASSANE ALLA, Edition HERMEX, Paris, 1992, 1997, 493 pages

[6] : Documentation technique originale (Manuel Présentation) SBO 14/20 - N° 11470 NESTLE WATER SIDEL - Avenue de la patrouille de France - 76930 Octeville sur mer, France

[7] : Luc Chevalier a\*, Yann Marco a, Gilles Regnier “”Modification des propriétés durant le soufflage des bouteilles plastiques en PET”” *Mec. Ind.* (2001) 2, 229–248 □ 2001 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. S1296-2139(01) 01094-6/FLA

[8] : Arezki MEZIANI , Mohand Ouboudjemaa OUALI , Mémoire Mémoire de Fin d'Étude de MASTER PROFESSIONNEL Thème Étude et Automatisation d'une Étiqueteuse P.E ROLL-LINE « 1.2.375 » Sous STEP 7 au sein de l'unité de Production d'eau minérale SIDI-RACHED le 06 juillet 2017

[9] : Bouamoud Mohamed El Amine, Brahmi Sofiane Maamar Mémoire Mémoire de Fin d'Étude de MASTER PROFESSIONNEL Thème : Automatisation d'une station de lavage : étude, programmation et simulation par Step7 année 2015-2016

[10] : Manuel d'utilisation Danfoss VLT® Automation Drive FC 302 90–315 kW, boîtiers de tailles D1h–D8h Référence MG34U504

[11] : Article : BOUCLES DE REGULATION- Etude et mise au point Chez *BHALY Autoédition*

[12] : Manuel Utilisateur / Méthodologie de mise au point process/ SBO 14/20 N° 11470 (Partie III)

[13] : Alain GONZAGA ; LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS

[14] : Article : Les automates programmables chez Yve DJAMES .

[15] Documentation siemens sur STEP7 : SIMATIC S7-300 Système d'automatisation S7-300 Caractéristiques des modules Manuel

[16] Manuel SIEMENS, STEP 7 PLCSIM, «Testez vos Programmes », 2002