

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme

De MASTER PROFESSIONNEL EN AUTOMATIQUE

OPTION : Automatique et Informatique Industrielles

Thème

*Modélisation et supervision d'une souffleuse
Bi-orientée (Model SBO6 SIDEL)*

Proposé par : Mr. LHADJ MOHAND Khaled

Présenté par :

Mr. ROUAS Said

Mr. DILEM Abdelhafidh

Dirigé par: Mr. SAIDI Khayreddine

Soutenu le : 03 / 10 / 2013

Promotion 2013

Remerciement

Nous remercions avant tout le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté qui nous ont été utile tout au long de notre parcours.

Nous tenons à remercier tout ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, en particulier notre promoteur, Mr SAÏD KHAYREDDINE pour le temps qu'il nous a consacré, ainsi que Mr CHARIF et Mr ALLED.

Aux membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Notre sincère gratitude va aussi à l'ensemble des travailleurs à l'entreprise des eaux minérales d'Oumalou « SAÏD RACHED » pour leurs entières disponibilités, leurs aides, leurs précieux conseils et pour les moyens qu'ils ont mis à notre disposition.

Nos remerciements vont également à tous les membres de ma famille qui m'ont toujours soutenue.

A tous les enseignants qui se sont succédés durant mon cursus, sans lesquels je n'aurais pu atteindre mes objectifs.

Sommaire

Introduction générale	01
-----------------------------	----

Chapitre I : Description du fonctionnement du système

Introduction	02
I Présentation de la chaîne de production.....	02
I.1 Le combi.....	02
I.2 Caractéristiques de la machine.....	03
I.3 Illustration du cycle de soufflage.....	04
I.4 Décomposition du combi.....	05
I.4.1 Alimentateur en préformes.....	05
I.4.2 Souffleuse	06
I.4.2.1 Eléments constituant la souffleuse.....	07
A. Alimentation.....	07
B. Dépoussiérage.....	08
C. Vétissage/ Dévétissage.....	08
D. Chauffage.....	10
E. Table de transfert.....	11
F. Poste de soufflage (roue de soufflage).....	12
G. Ensemble support fond de moule.....	13
I.5 Diagramme de cycle de souffla.....	14
I.6 Transmission.....	16
I.7 Implantation des capteurs sur la machine.....	17
I.8 Description des composants de la machine.....	19
I.8.1 Capteurs	19
I.8.2 Limiteur de couple.....	23
I.8.3 Variateurs de vitesse	24

I.8.4 Codeur incrémental.....	29
I.8.5 Description de fonctionnement de la Caméra infrarouge.....	32
I.8.6 Gradateur.....	36
I.9 les actionneurs.....	38
I.10 Régulation.....	39
Conclusion.....	42

Chapitre II : Modélisation de la station par Grafcet

Introduction.....	43
II.1.Définition du Grafcet	43
II.2.Les éléments graphiques de base du Grafcet	43
II.2 .1.Etape	43
II.2.2-Liaison	44
II.2.3- Transition	44
II.5.Niveau d'un Grafcet.....	44
II.5.1.Grafcet niveau 1	44
II.5.2.GRAFCET niveau 2.....	45
II.6.Modélisation de station.....	45
II.6.1.Grafcet niveau 1	45
Conclusion.....	51

Chapitre III : les automates programmables (API) S7-400 et logiciel de programmation Step7

Introduction.....	52
III.1.Définition d'un automate programmable industriel(API).....	52
III.2.Choix d'un API.....	52
III.3.présentation de l'automate S7-400.....	52

III.4. Caractéristiques du S7-400.....	52
III.5. Constituants d'un S7-400.....	53
III.5.1. Emplacement du numéro de référence et de la version.....	55
III.5. 2. Exemple d'une étiquette signalétique.....	55
III.6.2. Fonctions du logiciel de base.....	56
III.6.3. Conception d'un programme avec STEP7.....	57
III.6.4. Configuration et paramétrage du matériel.....	57
III.6.5. Blocs dans le programme utilisateur.....	58
III.7. Configuration matérielle de la station (la souffleuse).....	58
III.8. Test du programme.....	59
III.8.1. Exemple de programmation d'un compteur de préforme.....	59
III.8.2. Exemple du programme en GRAFCET.....	60
Conclusion.....	60

Chapitre IV : Supervision de la station de production à l'aide de WinCC flexible 2008

Introduction	61
IV.1 Constitution d'un système de supervision	61
IV.2 Apport de la supervision	61
IV.3 Logiciel de supervision WinCC.....	62
IV.3.1 Positionnement dans l'environnement IHM	62
IV.3.2 Différents niveaux de performance	63
IV.4 Composants du système.....	63
IV.4.1 Structure du système	63
IV.4.2 Système de base WinCC	63

IV.4.3 Options Win CC	64
IV.4.4 Configurations typiques	64
IV.4.4.1 Flexibilité	64
IV.4.4.2 Configurations	64
IV.5 Intégration dans l'environnement SIMATIC.....	64
IV.5.1 Communication.....	64
IV.5.1.1 Fonctions de la communication	64
IV.5.2 Communication avec les automates programmables	64
IV.5.2.1 Unités de canal, liaisons logiques, variables de procès	65
IV.5.2.2 Utilisation directe de mnémoniques STEP 7 sous WinCC	65
IV.5.2.3 Déroulement de la communication au Runtime.....	65
IV.5.2.4 Présentation.....	66
IV.6 la liaison entre la station S7-400 et la station HMI.....	66
IV.7 Plateforme de supervision de la station.....	67
IV.7.1 Vue accueil.....	67
IV.7.2 Vue démarrage.....	68
IV.7.3 Vue four.....	69
IV.7.4 Vue des moles.....	69
IV.7.5 Vue globale de la station.....	70
Conclusion.....	70
 Conclusion générale	 71
Bibliographie	
Annexes	

Figures et tableaux

CHAPITRE I

Figure I.1 : les différents blocs du combi.....	03
Tableau I.1 : caractéristiques de la machine.....	03
Figure I.2 : Cycle d'une préforme	04
Figure I.3 : Différents composants de l'alimentateur	05
Figure I.4 : Positionnement des détecteurs de présence sur l'alimentateur	06
Figure I.5 : position des capteurs sur le rail d'alimentation	06
Figure I.6 : les différentes parties de la souffleuse	07
Figure I.7 : Alimentateur	07
Figure I.8 : Dépoussiéreuse	08
Figure I.9 : Principaux composants de la ligne de vétissage.....	08
Figure I.10 : Positionnement des roues sur la chaîne des tournettes	09
Figure I.11 : Photo d'une paire de tournettes en plein retournement.....	09
Figure I.12 : Composants de la partie de chauffage.....	10
Figure I.13 : Les différents composants du four	10
Figure I.14 : configurations des lampes	11
Figure I.15 : Les roues de transfert	11
Figure I.16 : Ensemble moule et vanne de soufflage.....	12
Figure I.17 : Ensemble support fond de moule	13
Figure I.18 : Electrovanne TORNADO	13
Figure I.19 : Sphère démonstratrice d'un cycle de soufflage.....	14
Figure I.20 : configuration les étapes de la souffleuse.....	14
Figure I.21 : Système de transmission	16
Figure I.22 : Emplacement des capteurs sur la souffleuse	17
Tableau I.2 : Désignation des capteurs mis en place	18
Figure I.23 : implantation des différents boutons d'arrêt d'urgence sur la souffleuse	18
Tableau I.3 : fonction des boutons d'arrêt d'urgence	18
Figure I.24 : schéma de principe du fonctionnement d'un capteur	20
Figure I.25 : capteurs de position.....	20
Figure I.26 : capteurs de température.....	21
Figure I.27 : contacteurs de portes	22
Figure I.28 : limiteur de couple	23
Figure I.29 : variateur de vitesse.....	24
Figure I.30 : Schéma de principe du variateur.....	24
Figure I.31 : Schéma de câblages du variateur.....	25
Figure I.32.a : Alimentation du variateur.....	26
Figure I.32.b : Alimentation des pompes.....	26
Figure I.33 : Panneau de commande.....	26
Figure I.34 : codeur.....	29
Figure I.35 : composition d'un codeur.....	30
Figure I.36: synoptique du codeur incrémental.....	30
Figure I.37 : caméra infrarouge	32

Figures et tableaux

Figure I.37.a : composant de la camera.....	34
Figure II.13.b : clavier de réglage.....	34
Figure I.37.c : Exemple de facteur émissif (PET)	34
Figure I.37.d : Rapport optique.....	35
Figure I.37.e : Rapport optique.....	35
Figure I.38 : Gradateur monophasé	36
Figure I.39: Conduction en mode «Train d'ondes».....	37
Figure I.40 : Courbe de réponse «Entrée/ Sortie» pour un signal analogique.....	38
Figure I.41 : motoréducteur.....	38
Figure I.42 : boucle de régulation PID.....	40
Figure I.43: Boucle de régulation de la température du four	40
Figure I.44 : la température de la préforme et du gradateur lors de la régulation	41

CHAPITRE III

Tableau III : Récapitulatif des constituants d'un automate S7-400.....	54
Figure III.1 : Emplacement du numéro de référence d'un automate S7-400	55
Figure III.2 : Plaque signalétique d'une CPU 416-2.....	55
Figure III.3 : Représentation des différents dispositifs pour crée une solution automatisé	56
Figure III.4 : Organisation pour la création des projets sous STEP7.....	57
Tableau III.2 : Récapitulatif des différents types de bloc dans un programme S7	58
Figure III.9 : Configuration matérielle de l'automate.....	59
Figure III.10 : Compteur de préforme pour moule 1	59
Figure III.11 : Allumage du four à 100%.....	60

CHAPITRE IV

Figure IV.1 : Déroulement de la supervision	69
Figure IV.2 : Systèmes de visualisations Pro tool et Win CC.....	70
Figure IV.3 : Communication de Win CC avec les API.....	72
Figure IV.4 : Déroulement de la communication de Win CC avec l'API au Runtime.....	72
Figure IV.5 : Schéma de fonctionnement d'un système de base Win CC	73
Figure IV.6 : liaison entre la station S7-300 et la station HMI	74
Figure IV.7 : vue d'accueil.....	75
Figure IV.8 : Vue démarrage.....	75
Figure IV.9 : Vue four.....	76
Figure IV.10 : Vue des moules.....	76
Figure IV.11 : Vue globale de la station	77

Présentation de l'entreprise

I.1 Situation de la source

L'eau de source « Sidi Rached » est puisée à partir d'un forage située dans le village d'Agouni Bouragh, commune d'Ait Oumalou. Cette dernière, est située à 30 km au Sud Est du chef-lieu de la wilaya de TiziOuzou. Elle est accessible à partir de la Route Nationale 12 à travers du chemin de Wilaya n°01 vers Larbâa Nath Irathene (Figure 1) (OULD FELLA, 2013).

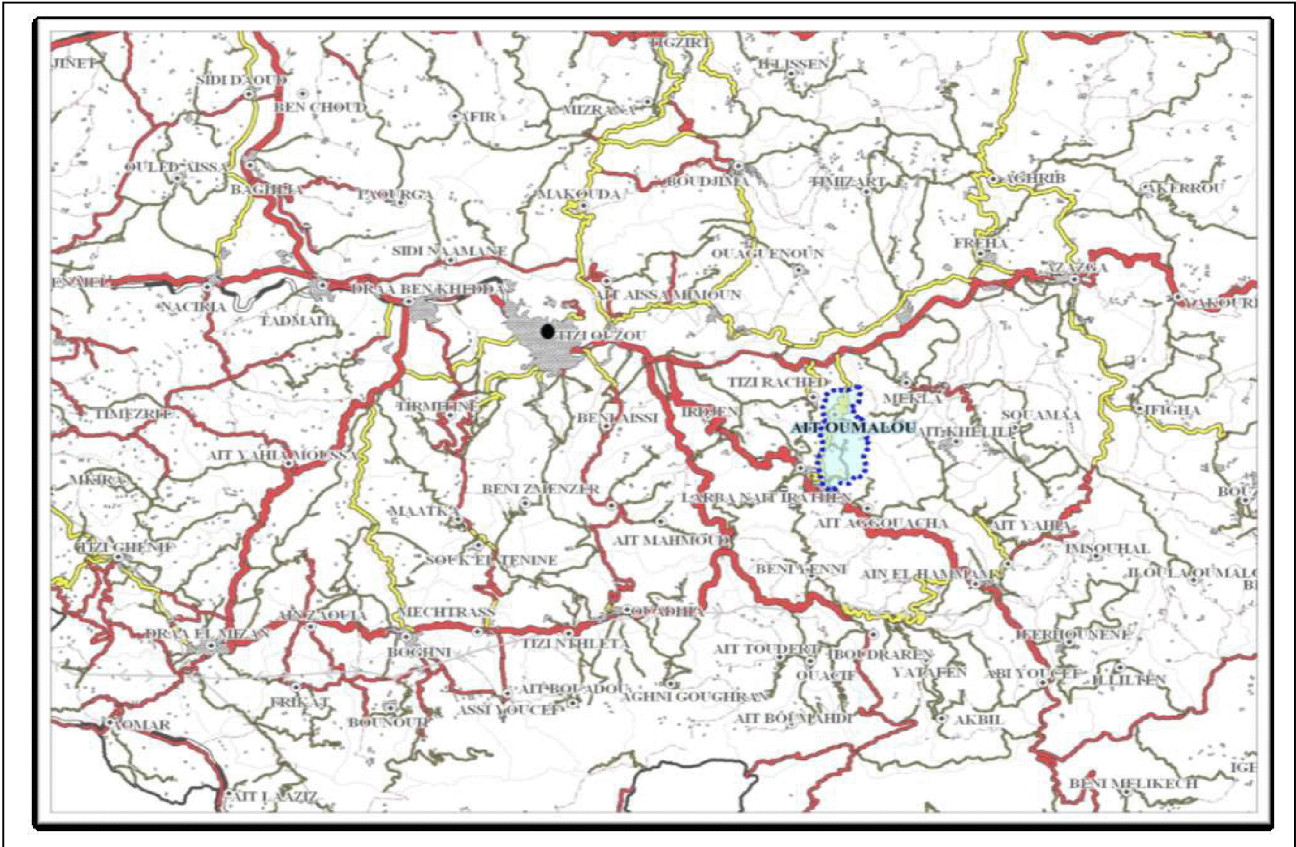


Figure 5 : Carte de la situation de la commune Ait Oumalou (OULD FELLA, 2013).

I.2 Géologie et lithologie de la région

La commune d'Ait Oumalou appartient aux zones internes du massif de la Grande Kabylie dans lesquelles on distingue le socle cristallophyllien Kabyle, sa couverture sédimentaire peu ou pas métamorphisée et la dorsale Kabyle essentiellement carbonatée (Rapport PDAU de la commune Ait Oumalou, 2013).

La lithologie locale extraite de la carte Géologique de FORT NATIONAL (feuille N°45 publiée en, au 1/50.000), permet de distinguer deux catégories de terrains :

- Terrains Sédimentaires : occupent la zone Nord

Présentation de l'entreprise

- Formations azoïques : occupent le reste de la commune et se caractérisent par les micaschistes tranquillisés, micaschistes et les calcaires cristallins (Figure 2).

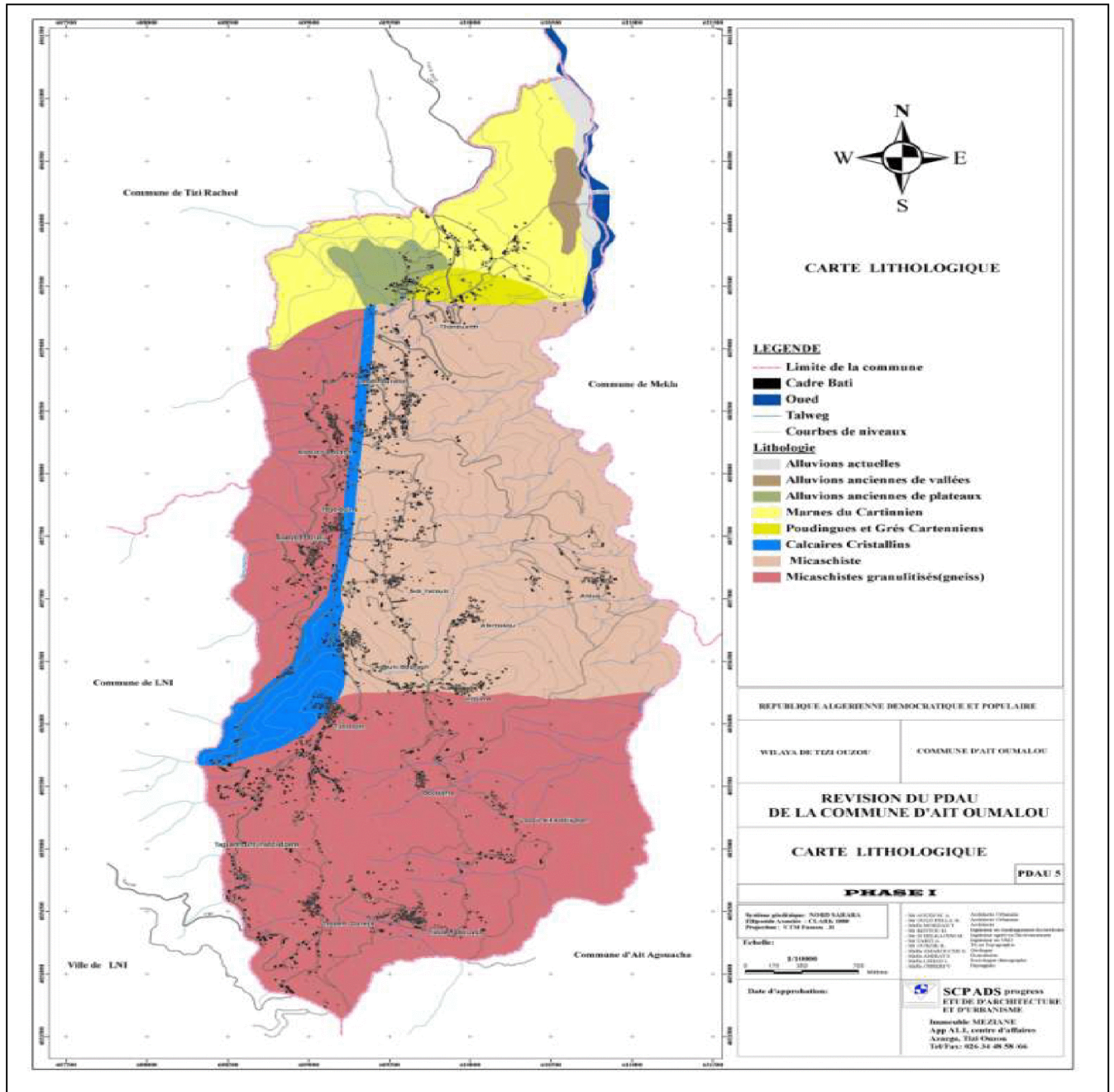


Figure 2 : Carte lithologique de la commune Ait Oumalou (OULD FELLA, 2013).

Provenant des hautes montagnes du Djurdjura qui lui procurent toute sa pureté, sa légèreté et sa richesse en calcium, l'eau de Sidi Rached a pénétré le marché national par la grande porte et compte davantage s'y imposer. L'objectif est de s'imposer sur la table des Algériens, tant sur le marché domestique que professionnel.

Née au cœur des montagnes du Djurdjura, l'eau Sidi Rached, équilibrée et fortement minéralisée, a la fraîcheur et la pureté des montagnes de Kabylie. Puisée à une forte profondeur, la Société algérienne d'eau minérale d'Oumalou, par abréviation Sarl SAEMO, la met en bouteilles obtenues à base de soufflage PET, sur son site de production, sis dans la commune Ait-Oumalou, Tizi-Rached, wilaya de Tizi-Ouzou.

L'esprit du Djurdjura règne sur l'eau minérale de Sidi Rached, une eau claire, unique et pure. Ce

Présentation de l'entreprise

véritable cadeau de la nature est une eau minéralisée qui a grandi au cœur du Djurdjura et en préservant toute sa fraîcheur et sa pureté.

I.3 Présentation de l'unité SIDI RACHED

Créée le 2 janvier 2007, sous la forme juridique de société à responsabilité limitée, la Société algérienne d'eau minérale d'Oumalou, par abréviation Sarl SAEMO, est une entreprise familiale dont le promoteur est SAID RADJEF, bénéficiaire de tous les agréments pour l'exploitation de ce gisement d'eau minérale, à savoir :

- concession d'exploitation commerciale accordée par le ministère des Ressources en eau ;
- étude hydrogéologique approuvée par le ministère des ressources en eau ;
- étude d'impact approuvée par le ministre de l'Environnement ;
- étude de rentabilité établie.

Implantée dans le village d'Agouni Bouragh, commune d'Ait Oumalou, à environ 30 km du chef-lieu de la wilaya de TiziOuzou, l'unité de production de SAEMO se situe sur un site protégé, avec une organisation spécifique, à savoir des espaces d'activité distincts et séparés. Cette unité est divisée en trois espaces de 600 m² et un de 240 m² avec les activités suivantes:

- hall de production réalisé en panneaux sandwich isolant pré-laqué (murs et toiture) ;
- un magasin de stockage tampon alimenté à partir du hall de production par monte-charge ;
- un espace technique où sont regroupées les utilités, filtration, ateliers de maintenance, laboratoire, magasins de pièces de rechange et vestiaires ;
- un quatrième espace de 240 m² destiné au bloc administratif.

I.3.1 Caractéristiques de l'eau

composition	(mg/L)
Calcium	134,38
Magnésium	6,69
Potassium	2,45
Sodium	29,71
Bicarbonates	235,00
Sulfates	139,00
Chlorure	50,00
Nitrate	21,80
Nitrite	0,00
Ph	7,39

En référence à l'étude hydrogéologique, le volume des apports en eau de la nappe dans laquelle est puisée l'eau minérale Sidi Rached est de 0,4 million de mètres cubes par an, soit 400 000 m³ /an d'apport annuel par infiltration en considérant seulement 20% d'infiltration des précipitations annuelles (pluies et neiges). Ce qui permet un débit du forage de 5 l/s, soit 16000l/h.

Cette eau minérale retirée des profondeurs du sol, loin de toute agglomération, ne contient pas d'impuretés avec un taux de calcium particulièrement élevé, estimé à 134,38 milligrammes. Cette

Présentation de l'entreprise

quantité ne se trouve pas dans les autres eaux minérales du fait que la région du site d'exploitation est réputée pour l'abondance d'eau sous un climat humide et particulièrement boisé. La SARL SAEMO dispose d'ailleurs d'un laboratoire où sont effectués les contrôles de qualité. Des échantillons sont prélevés et contrôlés à partir de la tête du puits et tout au long de la production pour une meilleure sécurité du produit. Par ailleurs, des analyses chimiques, biologiques et bactériologiques sont régulièrement effectuées au niveau de l'Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH) en particulier pendant les périodes basses et hautes eaux, tandis que le Centre national des technologies et du consulting (CNTC) de Boumerdès se charge des études bactériologiques et physicochimiques. Un comparatif journalier des caractéristiques est assuré pour la classification de l'eau et sa surveillance permanente. En outre, les installations de captage, récupération et conditionnement de l'eau sont réalisées sur le même site, pour éviter toute contamination.

I.3.2 Caractéristiques techniques

- Produit Eau minérale plate eau de source
- Température de remplissage ambiante
- Bouteilles 1,5 l PET et 0,5 l PET
- Min / max diamètre bouteille 89 mm
- Min / max hauteur bouteille 320 mm (sans bouchage)
- Bouchon à vis en plastique plat, diamètre : 28 mm
- Etiquette de corps enveloppante OPP (roll-fed)
- Emballage fardeaux avec film plastique
- 3 x 2 = 6 bouteilles 1,5 l + poignée
- 3 x 4 = 12 bouteilles 0,5 l + poignée
- Palette 1200 x 800 mm
- Cadence 10.000 bouteilles par heure en 1,5 lt, nominale

A ce sujet, il y a lieu de souligner que le pompage se fait par une pompe immergée réalisée en inox alimentaire avec filtre en ligne et acheminement en conduite Inox alimentaire jusqu'au groupe de conditionnement (moins de 10 mètres). Tandis que le remplissage de bouteilles se fait en salle blanche, en milieu stérile. Cet espace est entièrement fermé et maintenu sous pression. L'accès se fait par le SAS aménagé à cet effet. Les bouteilles arrivent de la souffleuse par le biais d'un transporteur pneumatique fermé et comportant une stérilisation par UV. Le bouchon provenant d'un local situé à proximité parvient aussi par transporteur à air stérile. Une fois remplies, les bouteilles sont bouchonnées, étiquetées, fardelées et palettisées puis envoyées au dépôt de vente. En outre, et toujours selon l'étude hydrogéologique, la réserve d'eau se trouvant dans le cône de déjection du réservoir aquifère est estimée entre 2 à 5 millions de m^3 , ce qui en théorie correspondrait à quarante années d'exploitation.

Un investissement colossal a été engagé dans le projet. Une ligne de production, comprenant une chaîne complète de fabrication de bouteilles et chaîne complète d'embouteillage, a été acquise auprès de Sidel, leader franco-italien du conditionnement des liquides alimentaires. D'une capacité de 10 800 bouteilles/heure (de 1,5l ou 0,5l), la Sarl SAEMO se fixe comme objectif de gagner 8 à 10 % de parts de marché national.

I.4 Les différentes parties de la ligne de production

A. Alimentateur de préforme

L'alimentateur de préformes Il a pour fonction d'alimenter de façon continue une machine de production (spécialement la souffleuse) avec des préformes col en haut.

Les préformes sont déversées en vrac dans la trémie. Elles sont ensuite transportées par petit lot pour être positionnées et orientées col en haut et alignées en file indienne. Elles se déplacent ensuite par gravité vers le rail d'alimentation.

La gestion du flux des préformes dans le rail d'alimentation permet de compenser un manque de préformes dans le rail d'alimentation pour éviter des niveaux bas.

Pour éviter le blocage des préformes dans le rail d'alimentation, les préformes emboîtées ou mal orientées sont éjectées lors de leur passage sur le rail de stabilisation à l'aide du démêleur.

B. Souffleuse

Fabrication de bouteilles à partir de préformes. Cette dernière passe dans un four composé de deux parties une partie pour la chauffer une autre pour répartir la température. Une fois la température répartie elle passe au poste de soufflage de la souffleuse bi-orientée (SBO) où elle subira les trois actions étirage, pré soufflage, soufflage pour prendre la forme du moule puis refroidi pour être prêt au remplissage.

C. Remplisseuse

Après soufflage les bouteilles passent au poste de remplissage où elles seront remplies soit 1,5L pour le grand format et 0.5L pour le petit format.

La bouteille après sa sortie de la souffleuse elle passe dans la remplisseuse pour qu'elle se remplisse, puis elle sort pour qu'elle soit capsulée.

D. Bouchonneuse

Après le remplissage la bouteille passe pour être bouchonnée. La bouchonneuse 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.

Une cellule de niveau bas détecte un manque d'approvisionnement en bouchons dans la trémie. Une alarme lumineuse (couleur bleue à la colonne) prévient l'opérateur de ce manque.

E. Etiqueteuse

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

F. Convoyeurs

Toutes les machines sont reliées entre elles par des convoyeurs en acier inoxydable. Tous ces convoyeurs devront être commandés automatiquement et tenir compte des demandes des

Présentation de l'entreprise

machines en aval pour régler leur flux ainsi que des éventuels incidents pour communiquer les informations en amont de la fardeleuse afin d'informer les automatismes qui commandent la synchronisation de la ligne.

G. Dateuse

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

H. Fardeleuse

La fardeleuse regroupe les bouteilles en lots, six bouteilles pour 1,5 L, et 12 bouteilles pour 0,5 L. Ces lots sont entourés d'un film en plastique qui est ensuite thermo-rétracté.

I. Poigneteuse

Cette machine a été projetée et réalisée afin d'appliquer de manière automatique des poignées formées d'un ruban adhésif et des cartons sur des lots fardelés de produits différents. L'application des poignées est réalisée sur simple piste. Les poignées sont réalisées à l'aide de ruban adhésif en polypropylène et d'un renfort en carton neutre, coloré ou imprimé avec des inscriptions et/ou des images pour des activités de type promotionnel.

J. Palettiseur

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

Introduction générale

Introduction générale

L'automatique fait partie des sciences les plus développées de nos jours, ces avancées ne cessent d'apporter des modifications, puisqu'elle a pour objectif principal la procuration d'une certaine autonomie pour les systèmes, en les laissant prendre les décisions adéquates au cours de leur évolution.

Son interaction avec les autres sciences telle que l'informatique, l'électricité, et la mécanique... ; fait d'elle la meilleure détentrice des plus grands progrès.

L'automatisation des systèmes est indispensable dans l'industrie moderne, et cela du fait qu'elle permet de :

- Réduire les frais de main d'œuvre.
- Eviter les travaux dangereux et pénibles.
- Assurer une meilleure qualité du produit.
- Réaliser des opérations impossibles à contrôler manuellement.
- Commander à distance.
- Augmenter les performances de production.
- Améliorer la sécurité de l'installation industrielle et du personnel.

La rude compétition industrielle a poussé la majorité des entreprises à avoir recours à l'automatisation des processus, puisqu'elle leur permet de répondre aux besoins du marché et la dure loi de la concurrence.

L'unité de production d'eau minérale SIDI RACHED d'Ait Oumalouest l'une de ces entreprises qui a, depuis sa mise en service, investi dans les toutes dernières innovations technologiques et cela pour s'assurer une place de choix dans le marché commercial.

Cette unité conditionne de l'eau minérale dans des bouteilles en plastique qui sont à l'origine des préformes en PET (Polyéthylène de Téréphtalate) qui subiront plusieurs transformations pour qu'elles deviennent bouteilles prêtes à l'emploi.

Dans ce travail notre but était de modéliser une partie de la chaîne de production, qui est la souffleuse, et pour ce faire on a décomposé notre travail en quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la description du fonctionnement de la station, et ses différents composants.
- Le deuxième chapitre donnera un aperçu sur l'outil de modélisation à savoir le Grafset et la modélisation de la station avec ce dernier.
- Le troisième chapitre comporte la description des automates programmables industriels (API), et le logiciel de programmation STEP7.
- Le quatrième chapitre sera consacré à donner un aperçu sur la plateforme de supervision élaborée sous Win CC flexible 2008.

Chapitre I

*Déscription du fonctionnement
de la station*

Introduction

L'industrie de l'eau est sous une pression croissante pour produire une eau potable d'une meilleure qualité au plus faible cout. Et comme l'Algérie est un important consommateur d'eaux conditionnées en bouteilles avec près de trois (03) milliards de bouteilles par années, ce qui encourage l'investissement dans cette industrie et par ailleurs l'ouverture des portes aux constructeurs de chaînes de productions d'eaux minérales automatisées tel que SIDEL (France).

Le défi lancé au début des années 80 jusqu'à la haute technologie de la (Souffleuse Bi-orientée) SBO Universal2, SIDEL explore toutes les voies de l'innovation pour répondre aux exigences du marché en matière de fiabilité et productivité des souffleuses mais aussi de qualité des emballages.

Le groupe SIDEL a changées les règles du conditionnement. Aujourd'hui, son avance technologique indéniable est une garantie de performance pour la production. La dernière innovation du groupe est le combi qui est l'intégration de trois actions à savoir le soufflage, bouchage, et remplissage.

I Présentation de la chaîne de production

Les différents blocs de la chaîne de production automatisée est constituée principalement de :

- Un compresseur 40bars.
- Convoyeur.
- Etiqueteuse.
- Dateuse.
- Fardeleuse.
- Poigneteuse.
- Banderoleuse.
- Automates (s7_400 et s7_300).
- Le combi (souffleuse, remplisseuse, et la bouchonneuse).

I.1 Le combi

Qui est l'intégration des trois fonctions essentielles que sont le soufflage de la bouteille, son remplissage et son bouchage, est une innovation SIDEL. Disponibles pour tout liquide conditionné en emballage PET, le Combi est un concept idéal pour optimiser les lignes complètes de conditionnement [1].

SBO Universal 6/6



Figure I.1 : les différents blocs du combi

I.2 Caractéristiques techniques de la machine (le combi)

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 [1].

Fabricant	Sidel
Type de machine	Machine de soufflage
Nature des articles	Bouteille et / ou flacon
Année de conception	2004
Cadence maximale	10 800 B/H*
Condition de fonctionnement en production**	
Température	18 °C - 25 °C**
Humidité : point de rosée ambiante	10 °C - 12 °C**
Altitude maximum	1000 m
Limite de fonctionnement des composants	
Electrique	
Température ambiante de l'air	5 °C - 40 °C
Humidité relative maximum	50 % (40 °C)
Altitude	1000 m
Sortie des articles	
Hauteur de sortie des articles (sous col)	1 584 +/- 10 mm (suivant niveau)
Energie et puissance	
Electrique	
Tension	400 V (triphase sans neutre + terre)
Fréquence	50 / 60 Hz
Puissance installée de la machine + options et annexes	207 kw + 109 kw
Pneumatique	
Débit (circuit 7 bars pour le vérinage)	120 (m ³) ^o /h***
Débit (circuit 40 bars pour le soufflage)	830 (m ³) ^o /h***
Hydraulique	

Refroidissement des rampes fours (eau à 20 °C)	37 559 kj/h & 3 m ³ /h****
Conditionnement thermique pour des moules froids (eau à 12 °C)*****	61 748 kj/h**** & 5 m ³ /h
Conditionnement thermique pour des moules chauds (eau à 65 °C)*****	57 149 kj/h**** & 5 m ³ /h
Masse totale	Non défini

Tableau I.1 : caractéristiques de la machine

* B/H = Bouteille par heure.

** Les conditions idéales de fonctionnement de la machine sont : une température ambiante de 18 °C à 25 °C, v_r , un point de rosée ambiant égal ou inférieur à la température de l'eau du circuit de refroidissement (généralement 10 °C à 12 °C).

*** (m³)/h = Représente la quantité d'air sec contenue dans 1m³ aux conditions normales de température et de pression.

(Pression «normale» = Pression atmosphérique à l'altitude zéro = 1,013 bar - Température "normale" = Température de 0 °C = 273 K).

**** 1 kJ ≈ 0,24 kcal.

***** Moules froids ou chauds selon le process adopté.

I.3 Illustration du cycle de la souffeuse

La (figure I.2) illustre le principe général de la fabrication d'une bouteille par injection soufflage en cycle froid par une souffeuse rotative [4].

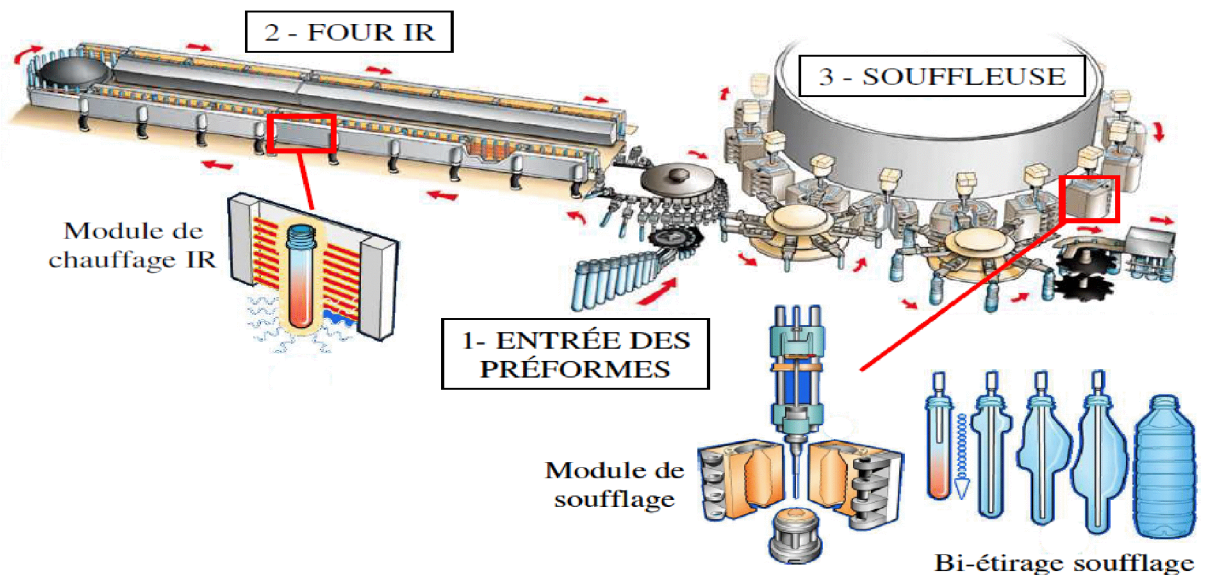


Figure I.2 : Cycle d'une préforme

1 : Les préformes en vrac sont élevées et orientées, et sont introduites dans la machine par un convoyeur.

2 : Les préformes sont conditionnées thermiquement dans le four infrarouges (Four IR).

3 : les préformes sont soufflées dans un moule. Et les articles finis sont évacués de la machine (bouteille, pot ou flacon).

I.4 Décomposition du combi [1]

Comme le montre la (figure I.2) le combi rassemble plusieurs actions qui sont l'alimentation en préforme, le chauffage, le soufflage, le remplissage, et le capsulage, donc il est le fruit de la combinaison de toutes les machines effectuant les actions suscitées. Alors voilà de quoi est constitué un combi :

I.4.1 Alimentateur en prés formes

L'alimentateur de préformes alimente en continu la souffleuse en préformes orientées cols en haut. Il peut être divisé en quatre sous-ensembles complémentaires :

- La trémie reçoit les préformes en vrac et les dirige vers la colonne élévatrice
- la colonne élévatrice convoie les préformes en vrac de la trémie vers l'ensemble rouleaux orienteurs
- l'ensemble rouleaux orienteurs aligne et oriente les préformes, cols en haut
- le rail d'alimentation convoie les préformes orientées vers la souffleuse.

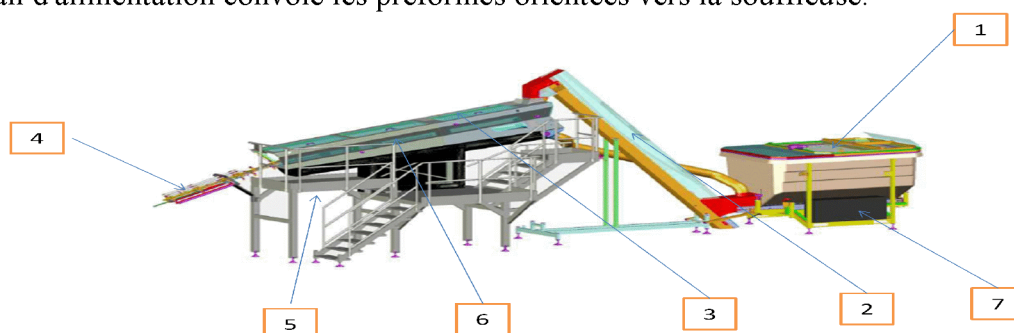
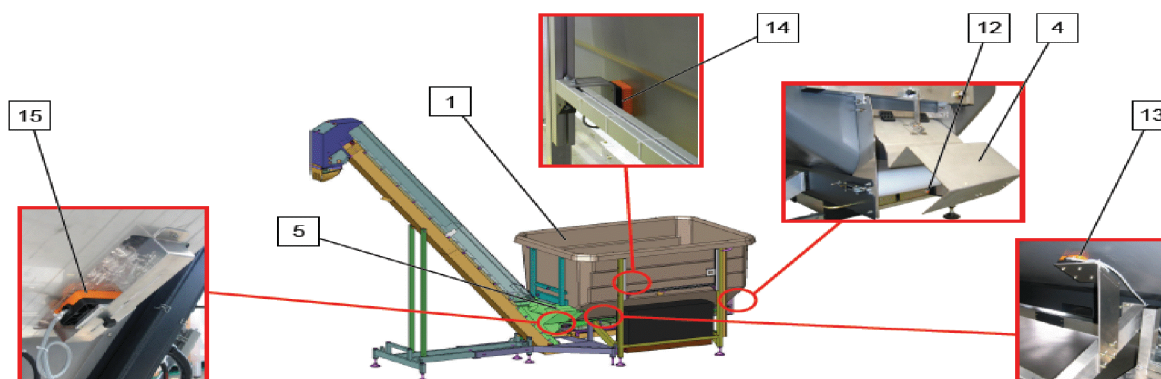


Figure I.3 : Différents composants de l'alimentateur

- 1 : Trémie
- 2 : Colonne élévatrice
- 3 : Ensemble rouleaux orienteurs
- 4 : Rail d'alimentation
- 5 : Passerelle
- 6 : Coffret électrique de l'ensemble rouleaux orienteurs
- 7 : Coffret électrique de la trémie et de la colonne élévatrice

➤ Positionnement des capteurs et leurs fonctions sur l'alimentateur

Pour un bon fonctionnement de l'alimentateur sans encombrement ni blocage il faut assurer une bonne synchronisation entre les différentes étapes constituant le système d'alimentation et pour cela il faut avoir des capteurs adéquats. Voilà le positionnement des capteurs sur la machine :



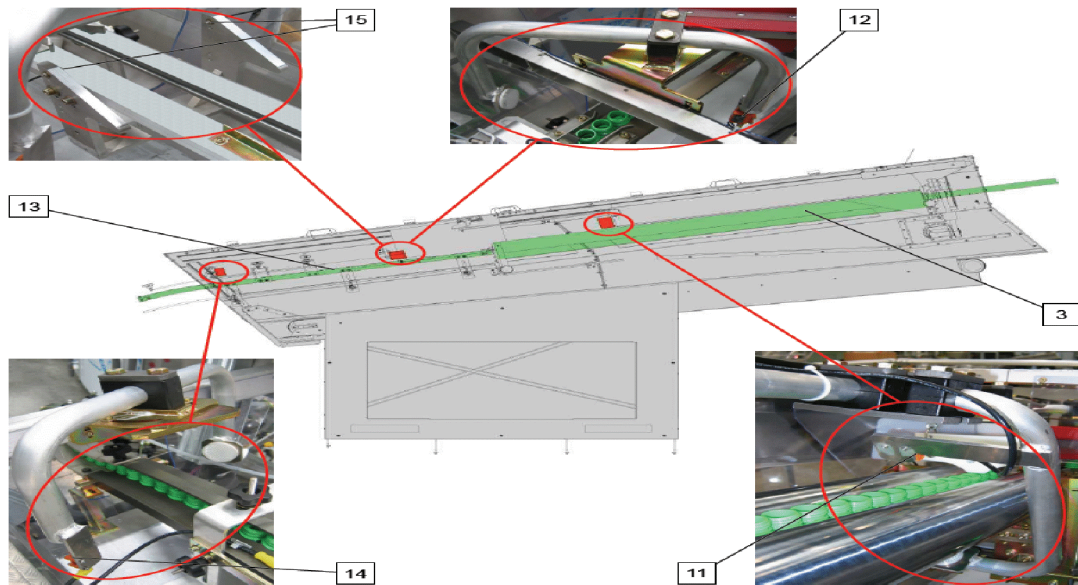


Figure I.4 : Positionnement des détecteurs de présence sur l'alimentateur

- Le détecteur (11) permet d'éviter les bourrages en haut des rouleaux orienteurs.
- le détecteur (12) gère la présence des préformes dans le rail de stabilisation.
- le détecteur (14) contrôle la présence de préformes à la sortie du rail de stabilisation.
- Le détecteur (15) a deux fonctions :
 - comptage du nombre de préformes passant sur le rail de stabilisation,
 - contrôle du défilement des préformes.
- Le détecteur (15) informe l'automate sur la présence ou non de préformes.
- Les détecteurs (13) et (14), gèrent le niveau bas et le niveau moyen de remplissage de la trémie.

➤ **Positionnement des capteurs sur le rail d'alimentation**

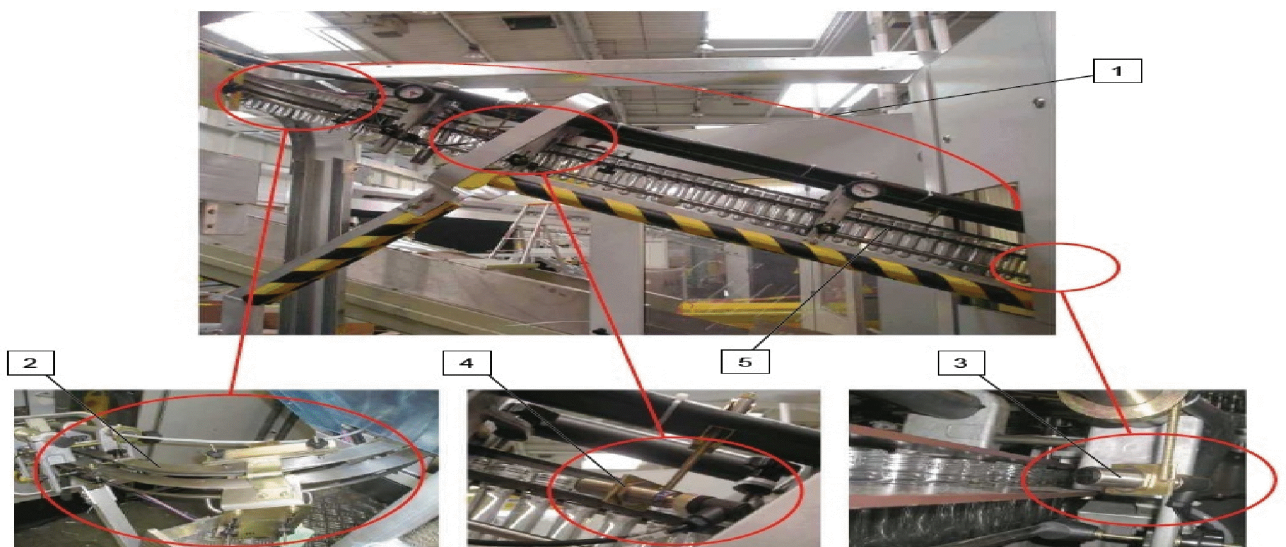


Figure I.5 : position des capteurs sur le rail d'alimentation

- Les détecteurs, niveau bas (3) et niveau haut (4), gèrent l'alimentation de la machine et participent à la gestion du niveau de préformes dans l'alimentateur.

I.4.2 La souffleuse

La machine SBO est destinée au soufflage haute pression d'articles en PET (Polyéthylène Téréphtalate). Les articles sont produits à partir de préformes injectées (réalisées sur une presse à injecter) 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.

Afin de répondre à la diversité du marché des emballages et aux exigences d'allègement, les souffleuses SBO universal proposent des processus de soufflage sur mesure selon le poids, le contenu et la complexité de la forme de la bouteille.

La souffleuse est divisée en deux parties complémentaires qui sont une partie chauffage (four) et une partie soufflage (souffleuse).

I.4.2.1 Éléments constitutifs de la souffleuse

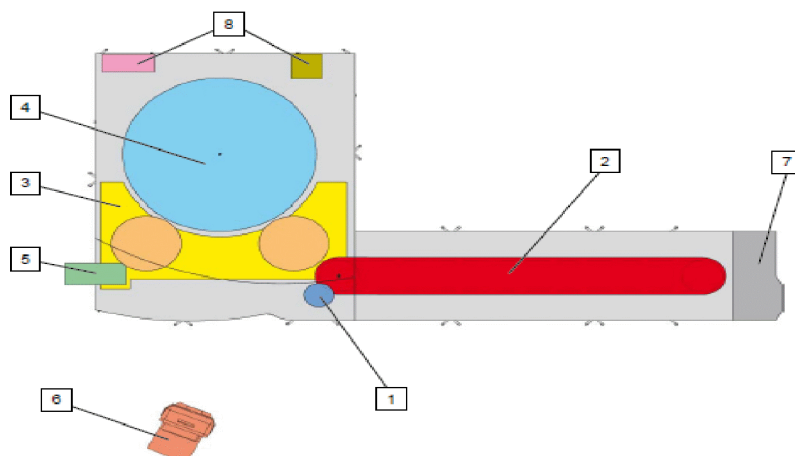


Figure I.6 : les différentes parties de la souffleuse

- 1 _ Alimentation en préforme
- 2 _ Four de conditionnement des préformes
- 3 _ Table de transfert, préformes et articles
- 4 _ Roue de soufflage
- 5 _ Sortie des articles
- 6 _ Pupitre de contrôle et de commande
- 7 _ Armoire électrique principale
- 8 _ Tableau des fluides

A. Alimentation

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

- 1 _ Plateau d'alimentation
- 2 _ Guide col fixe
- 3 _ Guide col escamotable
- 4 _ Doigt d'arrêt
- 5 _ Vérin de commande du doigt
- 6 _ Détecteur guide escamotable
- 7 _ Détecteur de préforme entrée machine

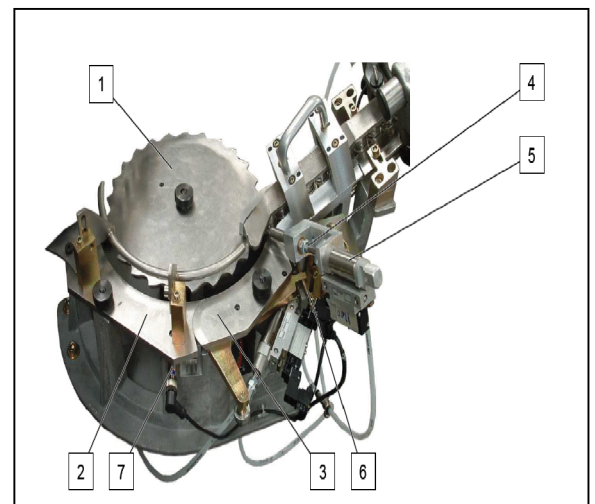


Figure I.7 : Alimentateur

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 process défini.

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 (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 (6) informe l'automate,
- l'automate sort le doigt d'arrêt (4),
- l'automate escamote le guide col (3),
- les préformes sont éjectées de la zone,
- la machine continue son cycle de fonctionnement.

B. Dépoussiérage

L'alimentateur de préformes laisse passer les préformes en direction du four mais avant elles doivent passer dans la dépoussiéreuse pour leur nettoyage comme le montre la figure suivante :

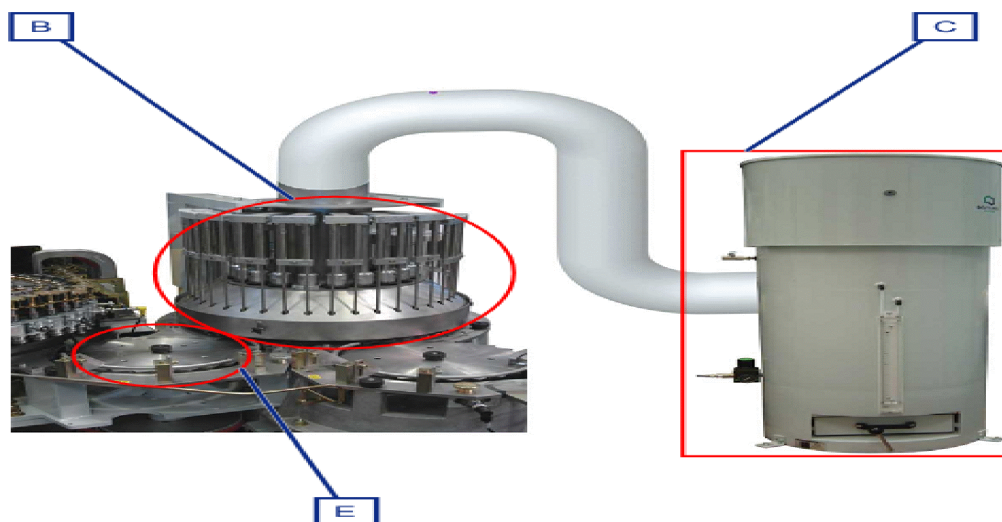


Figure I.8 : Dépoussiéreuse

- B: Ligne de traitement de l'air de dépoussiérage
- C: Système d'aspiration de dépoussiérage
- E : Roue de transfert

C. Vêtissage / Dévêtissage

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,
- le déchargement des préformes en sortie de four, avant le transfert vers les moules.

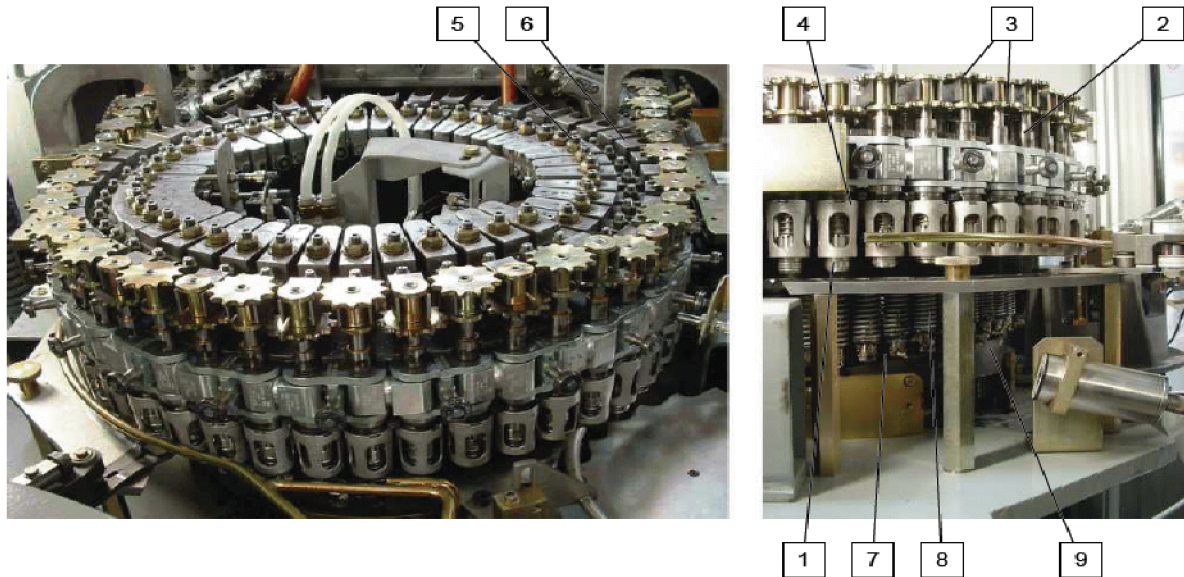


Figure I.9 : Principaux composants de la ligne de vétissage

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1_ Nez de tournette | 2_ Axe de tournette |
| 3_ Pignon de tournette | 4_ Ejecteur |
| 5_ Arbre de commande | 6_ Fourchette |
| 7_ Galet de commande | 8_ Ressort de compression |
| | 9 Came |

- **Système de chaîne de tournettes**

Le système de chaîne de tournettes assure :

- le retournement des préformes en entrée et en sortie de four,
- le maintien, le convoyage et la mise en rotation des préformes dans le four.

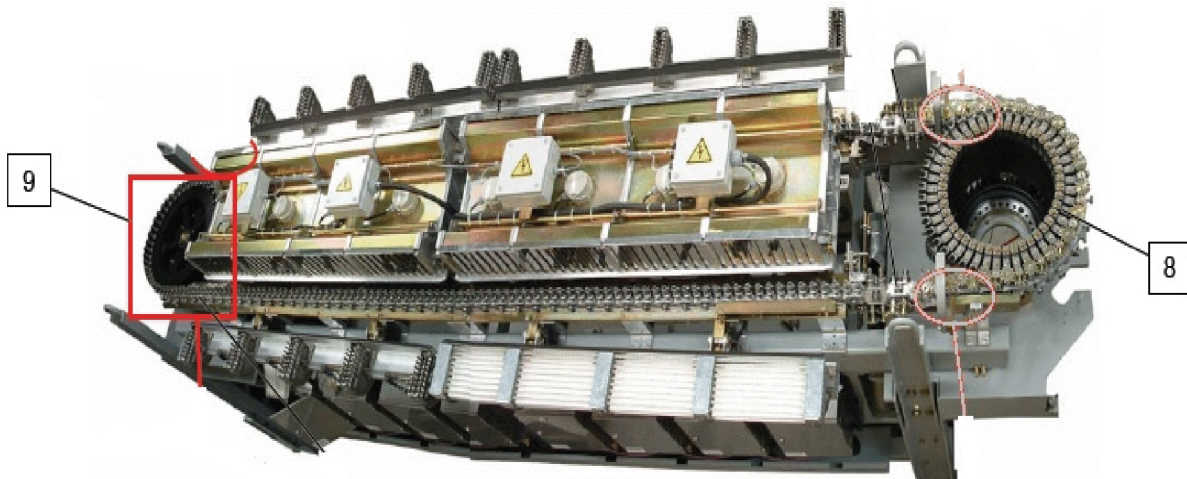


Figure I.10 : Positionnement des roues sur la chaîne des tournettes

- 8 : Roue four
- 9 : Roue tendeur

Le système de chaîne de tournettes est une chaîne fermée dont les maillons sont des tournettes. La cinématique de la chaîne de tournettes est assurée par la roue de four et la roue tendeur.

- **Retournement des tournettes**

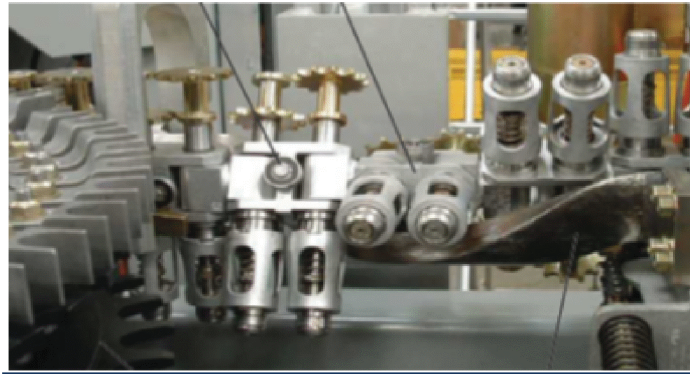


Figure I.11 : Photo d'une paire de tournettes en plein retournement

A la suite du vêtissage, l'évolution du galet dans la rampe de retournement provoque la rotation du maillon de tournette et donc des préformes. En sortie de rampe, les galets roulent sur les chemins de roulement du four.

Le four, équipé de lampes infrarouges, 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.

D. Chauffage (four)

Une fois les préformes sont dépoussiéré, les tournettes introduisent les préformes retournées dans le four. Chaque préforme, entraînée en rotation par les tournettes, effectue deux tours devant chaque module de chauffe.

- 1 : Lampes infrarouges
- 2,3 : Réflecteurs
- 4 : les râteliers support lampes
- 6 : Rampes de refroidissement
- 9 : Tournettes
- 13 : barreaux de quartz

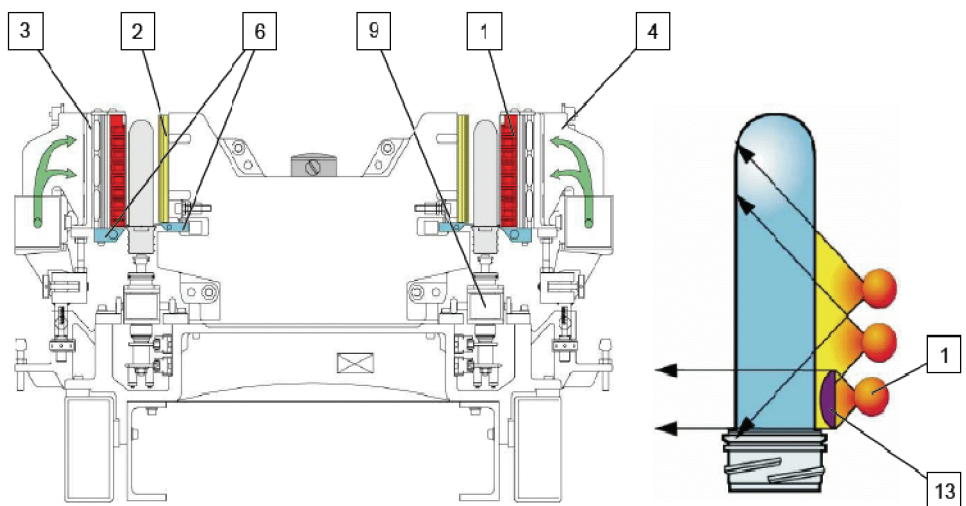


Figure I.12 : Composants de la partie de chauffage

Les rampes de refroidissement (6), refroidies par circulation d'eau, protègent les cols des préformes pendant la chauffe. Le système de ventilation refroidit le culot des lampes infrarouges (1) par circulation d'air dans les structures (3) et les râteliers support lampes (8).

Le four contient un système de ventilation qui a pour objet de modérer les effets du rayonnement infrarouge en surface des préformes, lors du passage devant les modules de chauffe et de maintenir l'environnement mécanique à une température ambiante modérée.

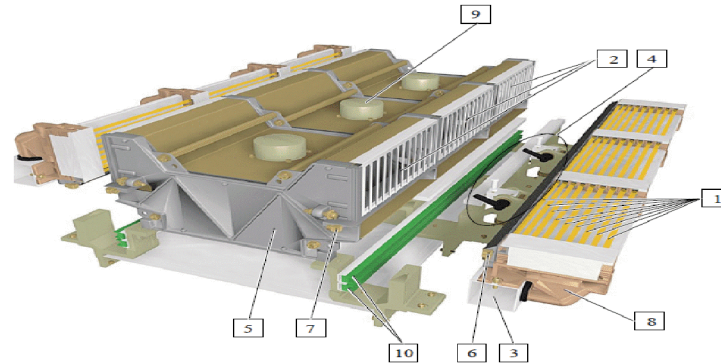


Figure I.13 : Les différents composant du four

1	Lampes infrarouges	6	Rampes de refroidissement (eau)
2	réflecteurs	7	Rampes de refroidissement (eau)
3	râteliers	8	Conduite de refroidissement (air)
4	Système de basculement râtelier	9	ventilateur
5	Caissons de ventilation	10	Chaine de rotation tournettes

- **Remarque**

Au démarrage de la machine, le chargement des préformes s'effectue lorsque le four a atteint la température de fonctionnement. La sonde informe l'automate, qui provoque le chargement.

- **Configuration des lampes du four :**

Pour un chauffe homogène de la préforme il faut équilibrer le nombre des fours de pénétration et distribution.

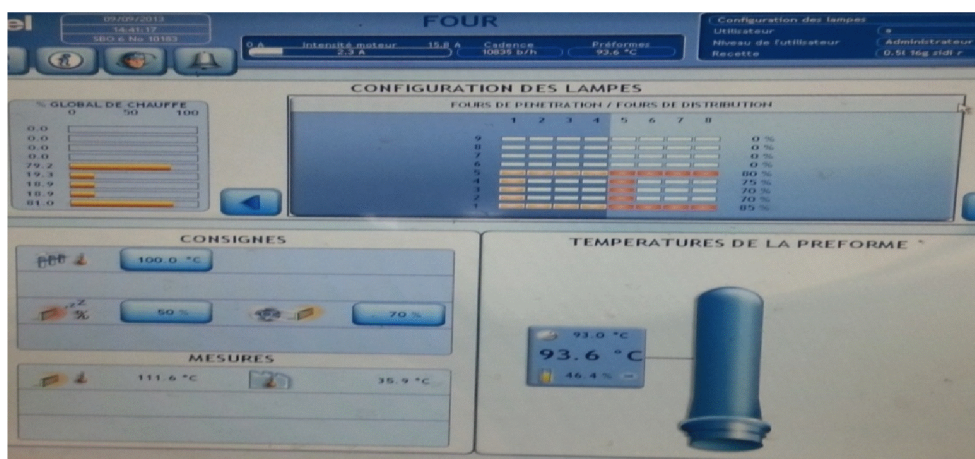


Figure I.14 : configurations des lampes

E. Table de transfert

La table de transfert assure le convoyage des préformes chauffées de la sortie four jusqu'au moule ainsi que le convoyage des bouteilles soufflées de la sortie des moules jusqu'à la sortie des bouteilles. La table de transfert assure également l'éjection, lorsque nécessaire, des préformes et bouteilles vers le chariot de récupération.

- 1 _ Table de transfert
- 2 _ Palier de transfert
- 3 _ Roue de transfert des préformes
- 4 _ Roue de transfert des bouteilles
- 6 _ Système d'éjection

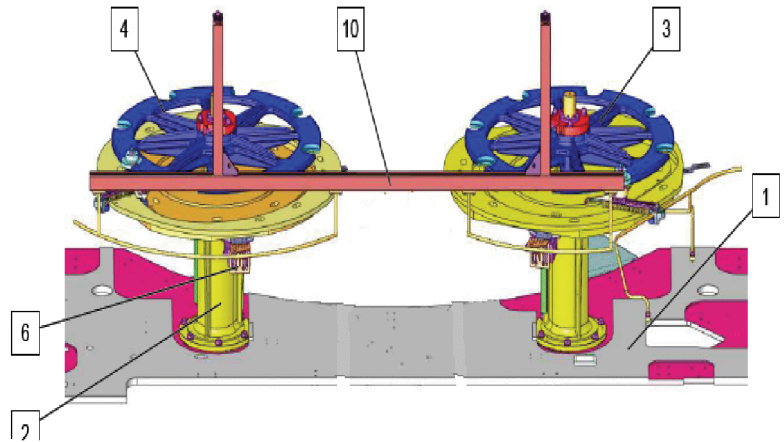


Figure I.15 : Les roues de transfert

La table de transfert est équipée de deux (2) roues similaires :

- la roue de transfert des préformes,
- la roue de transfert des bouteilles.

F. Poste de soufflage (roue de soufflage)

Le poste de soufflage transforme en articles des préformes chauffées.

La roue de soufflage est équipée de six postes de soufflage (SBO6) elle assure la transformation de la préforme chaude en article souhaité. Cette transformation est obtenue par bi-orientation : Etirage mécanique par la tige d'élongation et soufflage par air (40 bar) de la préforme dans un moule parfaitement verrouillé.

Chaque moule contient quatre électrovannes dont chacune a une action précise (pré soufflage, soufflage, dégazage et celle de récupération d'air). Lorsque la préforme est chargée dans le moule, l'électrodistributeur 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 pré-soufflage et de soufflage. Le limiteur de débit règle le débit d'air de pré-soufflage.

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. Et le piston du vérin de tuyère remonte.

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

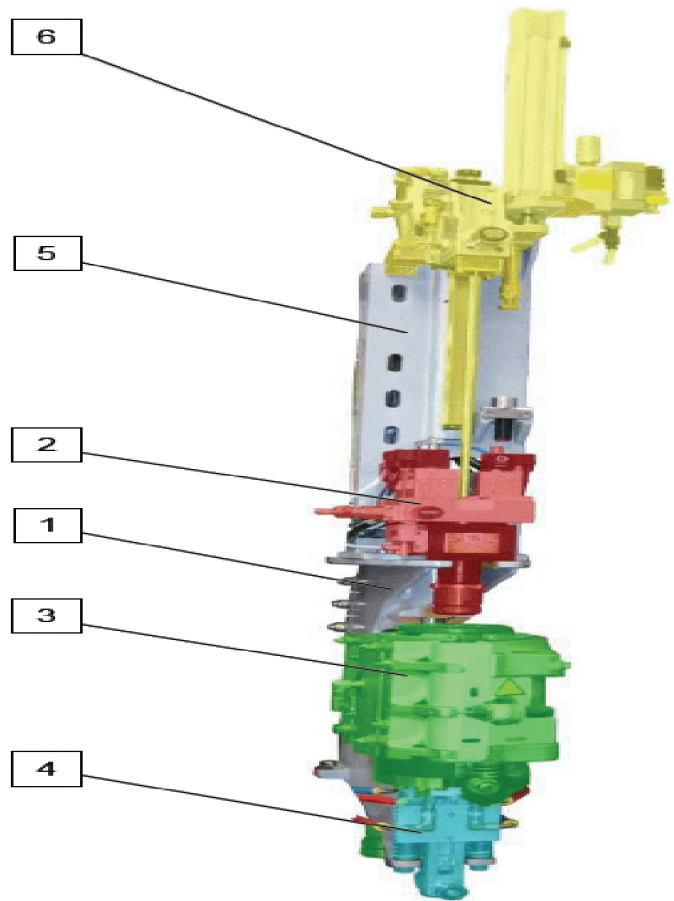


Figure I.16 : Ensemble moule et vanne de soufflage

G. Ensemble support fond de moule

L'ensemble support fond de moule monte et descend le fond de moule.



Figure I.17 : Ensemble support fond de moule

H. Vérin de tuyère et électrovannes "TORNADO"

Les électrovannes "TORNADO" distribuent l'air de pré soufflage, de soufflage, de récupération et de dégazage. Le vérin de tuyère maintient la préforme dans le moule.

Le vérin de tuyère assure la liaison étanche entre les électrovannes "TORNADO" et la préforme à souffler.

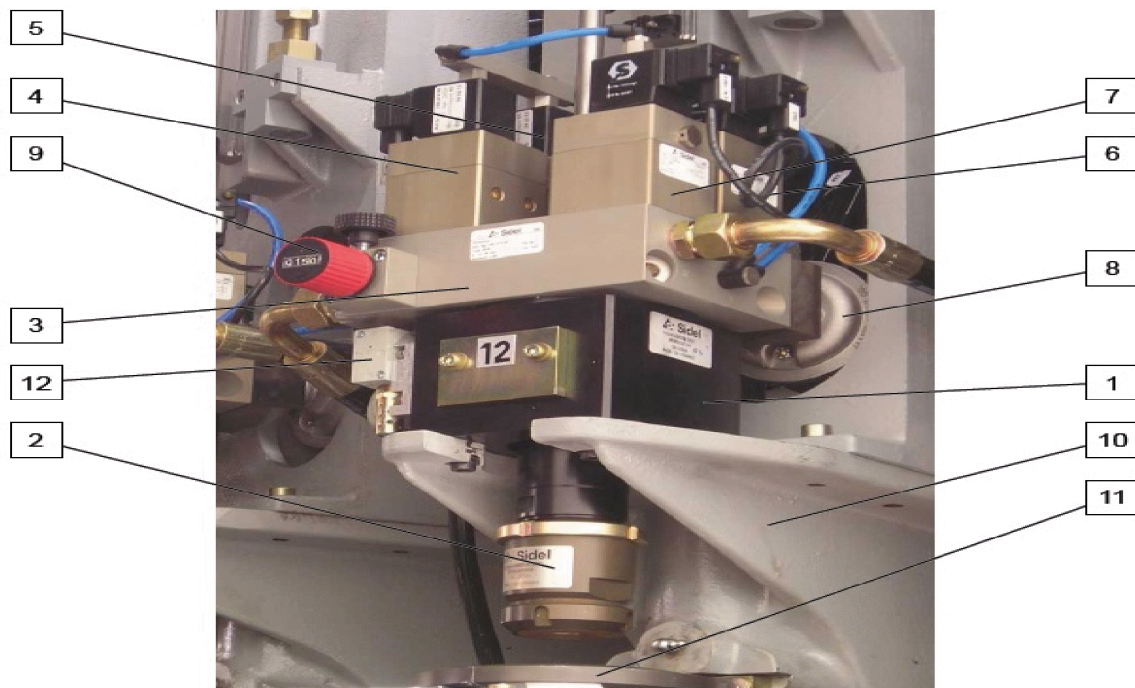


Figure I.18 : Electrovanne TORNADO

- 1_ Vérin de tuyère
- 2_ Nez de tuyère
- 3_ Bloc d'embase des électrovannes "TORNADO"
- 4_ Electrovanne "TORNADO" de pré soufflage
- 5_ Electrovanne "TORNADO" de soufflage
- 6_ Electrovanne "TORNADO" de dégazage
- 7_ Electrovanne "TORNADO" de récupération d'air
- 8_ Silencieux d'échappement
- 9_ Limiteur de débit
- 10_ Console de soufflage
- 11_ Moule
- 12_ Electro distributeur du vérin

I.5 Diagramme de cycle de soufflage

Le diagramme de cycle illustre le parcours d'une unité de soufflage dans son cycle complet de fonctionnement.

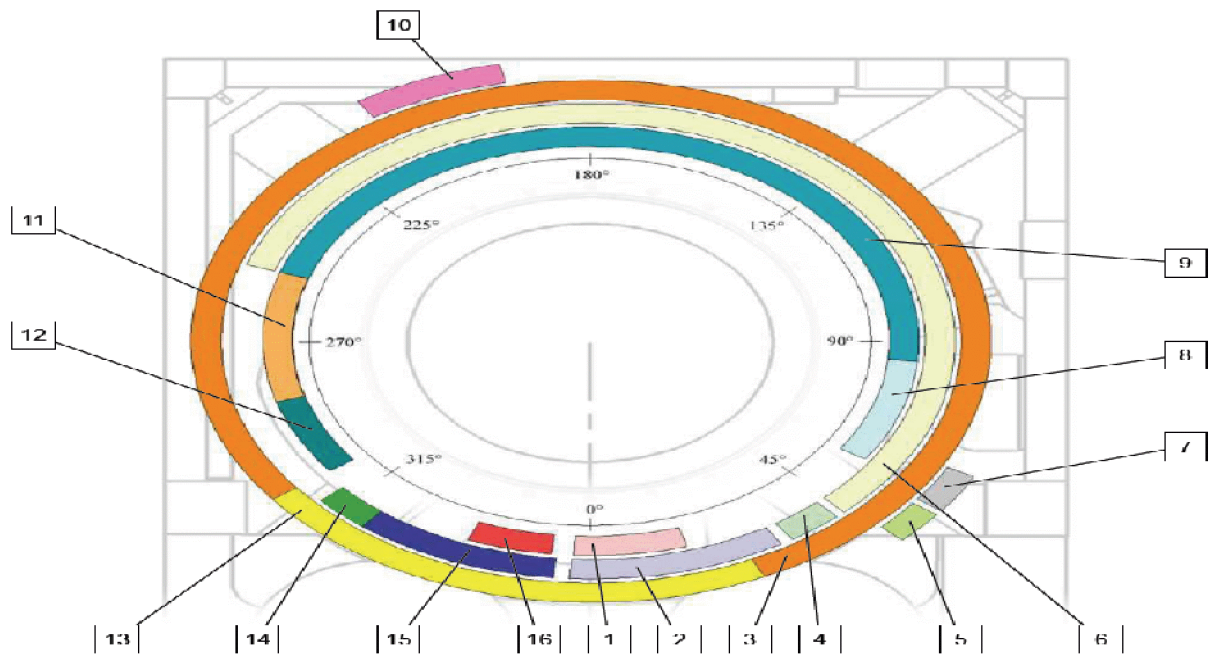
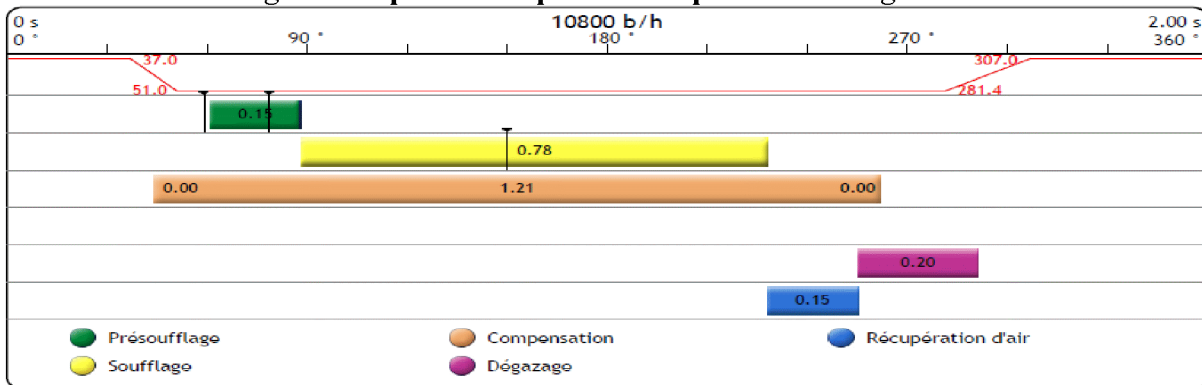


Figure I.19 : Sphère démonstratrice d'un cycle de soufflage

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 : Montée fond de moule | 9 : Soufflage |
| 2 : Fermeture moule | 10 : Remontée élancement |
| 3 : Tuyère basse | 11 : Récupération d'air |
| 4 : Verrouillage moule | 12 : Dégazage |
| 5 : Descente élancement | 13 : Tuyère haute |
| 6 : Compensation moule | 14 : Déverrouillage moule |
| 7 : Etirage mécanique axial | 15 : Ouverture moule |
| 8 : Pré soufflage | 16 : Descente fond de moule |

I.5.1 Configuration paramétriques des étapes du soufflage



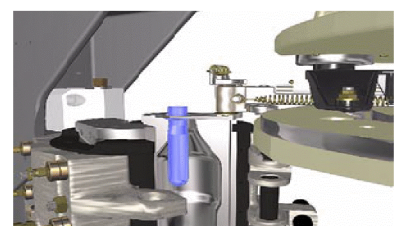
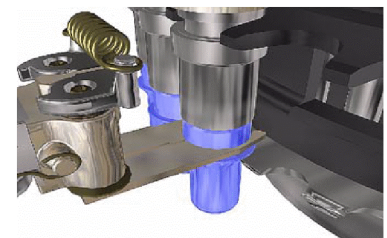
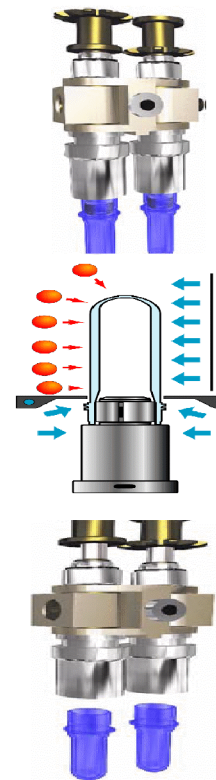
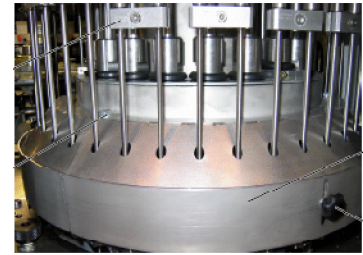
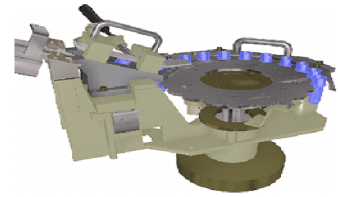
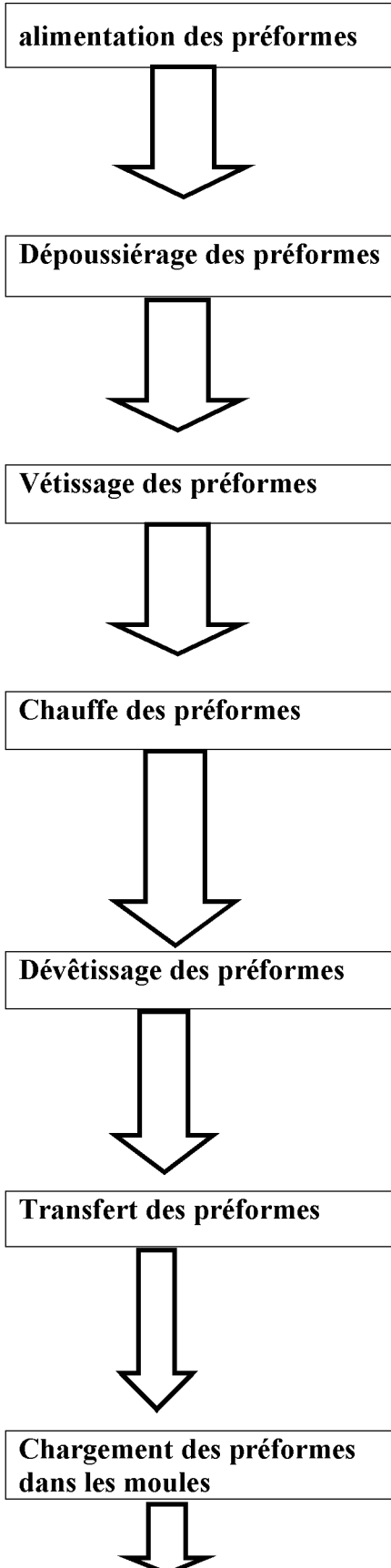
POSITION ANGULAIRE EN DEGRES				
Point 0		59.10 °	Point 10	78.50 °
Début du présoufflage	1.01 / 10	61.05 °	Montée de l'élancement	150.0 °

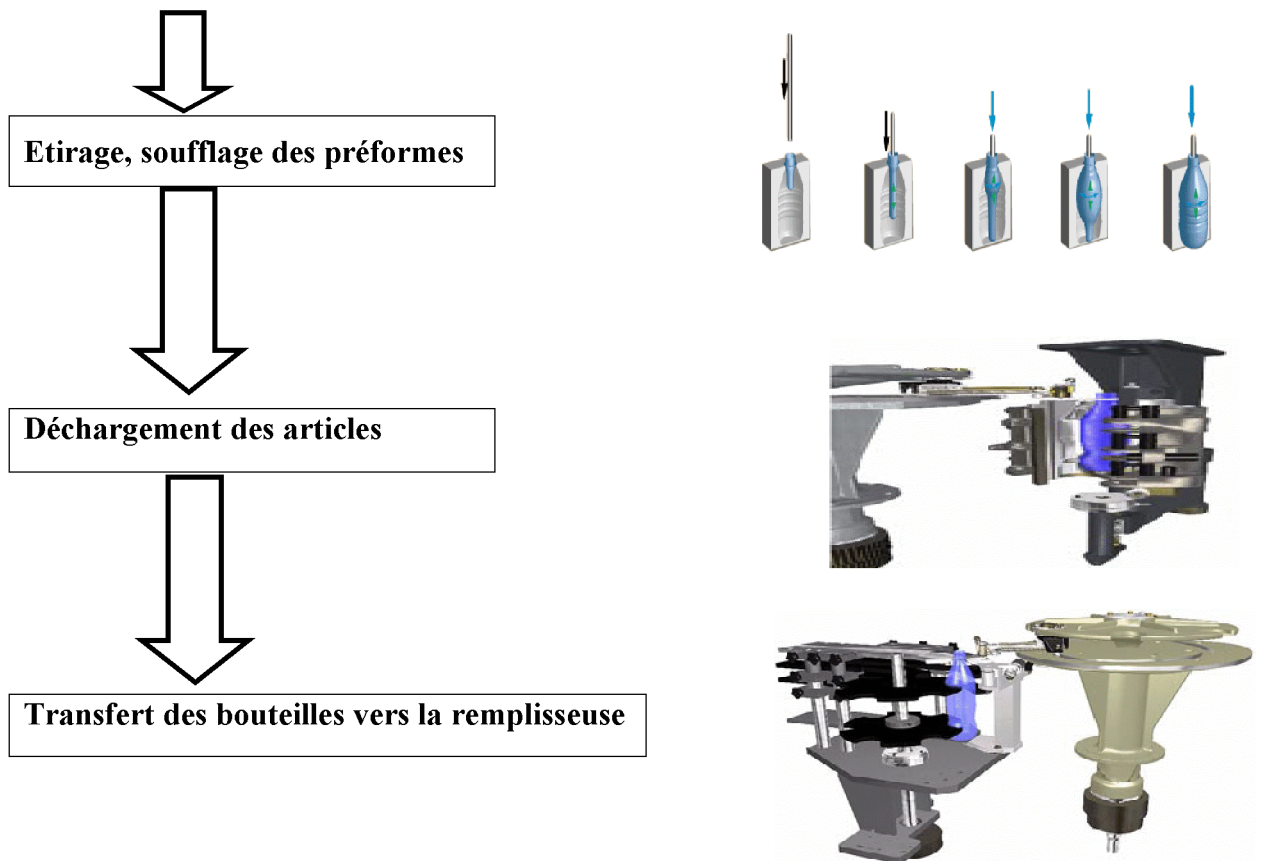
Figure I.20 : configuration les étapes de la souffreuse

Ce tableau montre l'extrême précision avec laquelle travaille la souffreuse et surtout sa rapidité puisqu'on voit que le temps de tout un cycle ne dépasse pas les deux secondes (2s).

- Pour des articles d'un volume inférieur à 0,5 L, le temps de dégazage est réglé à 0,2 s.
- Pour des articles d'un volume inférieur à 1,5 L, le temps de dégazage est réglé à 0,4 s.
- Pour des articles d'un volume supérieur à 1,5 L, le temps de dégazage est réglé à 0,5 s.

I.5.2 Principe de fonctionnement





I.6 Transmission

Les systèmes de transmission entraînent en rotation et synchronisent tous les éléments de la machine. Voila les différente actions qui se produisent une fois le motoréducteur est en marche :

- Le motoréducteur à couple conique met en rotation les éléments de la machine.
- 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.

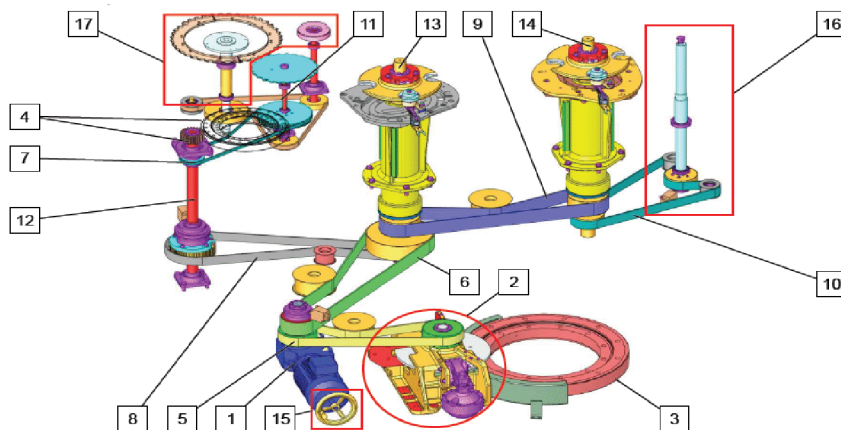


Figure I.21 : Système de transmission

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

I.7 Implantation des capteurs sur la machine

L'ensemble des capteurs informe l'automate et l'opérateur via le PCC (poste de contrôle et de commande) sur l'état de fonctionnement de la machine.

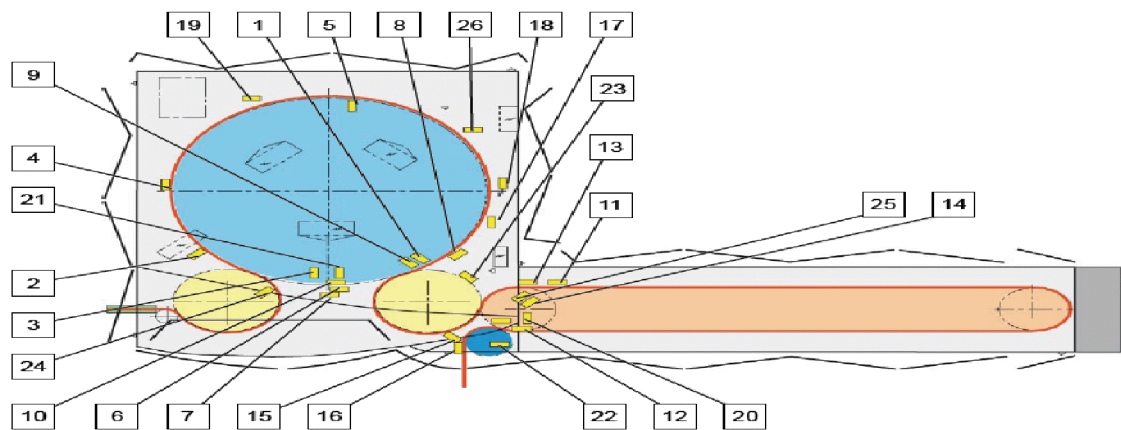


Figure I.22 : Emplacement des capteurs sur la souffeuse

Voici un tableau récapitulatif des différents capteurs de sécurité du système et leurs désignations :

Élément	Adresse	Désignation
1	B13.0	"Détection came élongation"
2	B31.1	"Tuyère non libre"
3	S30.1	"Moule non libre"
4	B12.7	"Sécurité outillage roue de soufflage"
5	B12.2	"Sécurité levier ouverture / fermeture moule"
6	S30.2	"Verrouillage retombé"
7	B31.3	"Galet fond de moule"
8	B31.0	"Moule non verrouillé"
9	B12.3	"Effort sur came de fermeture moule"
10	B14.4	"Effort sur came sécurité élongation"
11	B10.7	"Contrôle du synchronisme de la roue de transfert des préformes / roue de four"

12	B32.3	"Initialisation four"
13	EW1008	"Caméra de sortie du four"
14	B32.0	"Mauvais vêtissage"
15	B32.1	"Détection préformes entrée machine " "Cellule de comptage bas"
16	B10.3	"Guide roue de chargement en position"
17	S12.0	"Limiteur de couple de la motorisation"
18	B12.5	"Présence volant"
19	B12.6	"Blocage roue de soufflage"
20	S10.0	"Limiteur de couple de la roue four"
21	B30.0	"Pas machine"
22	S10.1	"Limiteur de couple du plateau d'alimentation"
23	B31.2	"Casse ressort bras transfert préformes"
24	B30.3	"Casse ressort bras transfert bouteilles"
25	B10.4	"Position du galet extérieur"
26	S12.1	"Position des mâchoires de frein"

Tableau I.2 : Désignation des capteurs mis en place

I.7.2 Implantation des boutons d'arrêt d'urgence sur la souffleuse

Lors d'un déclenchement d'un bouton d'arrêt d'urgence sur la souffleuse la machine s'arrête immédiatement.

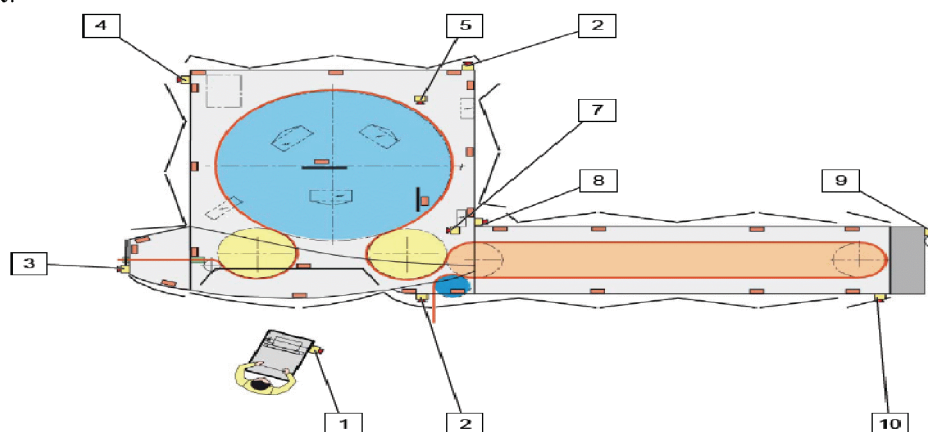


Figure I.23 : implantation des différents boutons d'arrêt d'urgence sur la souffleuse

Et voici leurs fonctions

Elément	Adresse	Fonction
1	"S1B"	Arrêt d'urgence du pupitre de commande
2	"S1C"	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
3	"S1D "	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
4	"S1E"	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
5	"S1X "	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
6	"S1F"	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
7	"S1Y"	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
8	"S1G"	Arrêt d'urgence de la roue de soufflage
9	"S1A"	Arrêt d'urgence armoire
10	"S1H"	Arrêt d'urgence four

Tableau I.3 : fonction des boutons d'arrêt d'urgence

I.8 Description des composants de la machine

L'automate programmable gère les différentes parties de la machine via des organes permettent de percevoir et émettre des informations (capteurs) et agir sur le système (actionneurs) pour faire fonctionner la machine, pour bien comprendre notre étude on se focalisera sur le principe de fonctionnement de ces composants (capteurs, actionneurs, pré-actionneurs ...).

I.8.1 Capteurs

Un capteur est un élément qui transforme une grandeur physique (position, température, pression...etc) en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande. Rappelons que les quatre grandes catégories de mesure sont :

- la pression (Pressure)
- le niveau (Level)
- le débit (Flow)
- la température (Temperature)

1. Rôle du capteur [6]

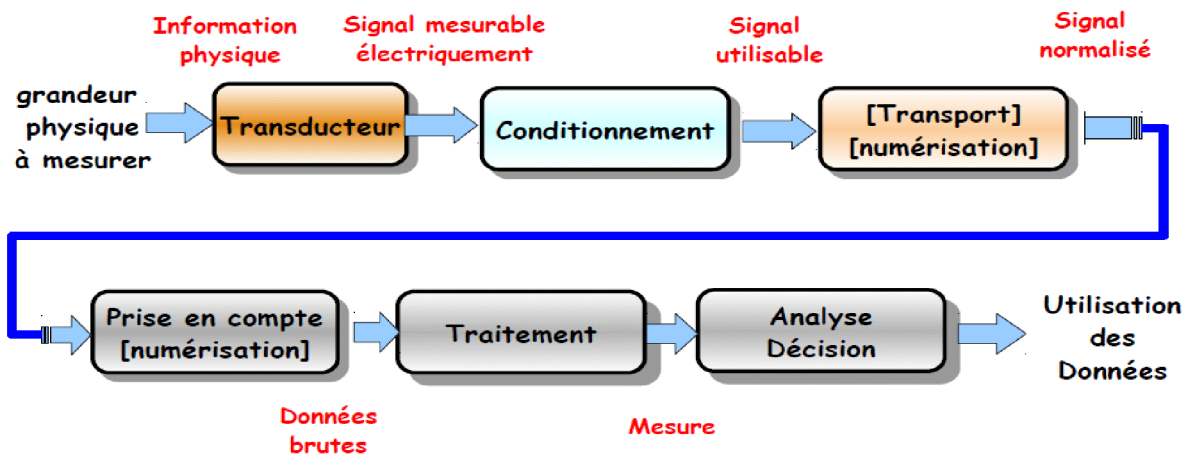
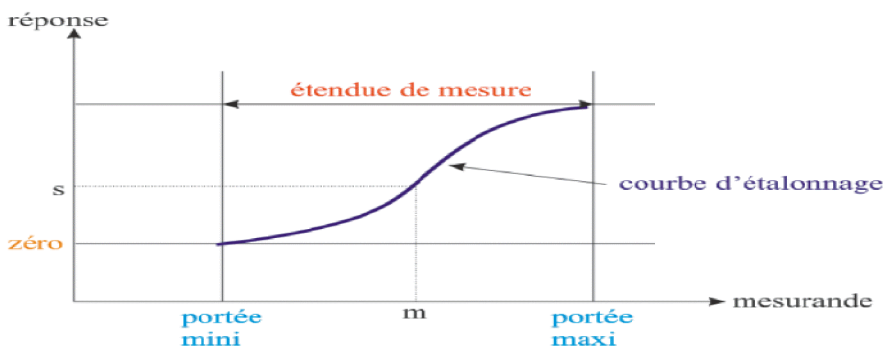


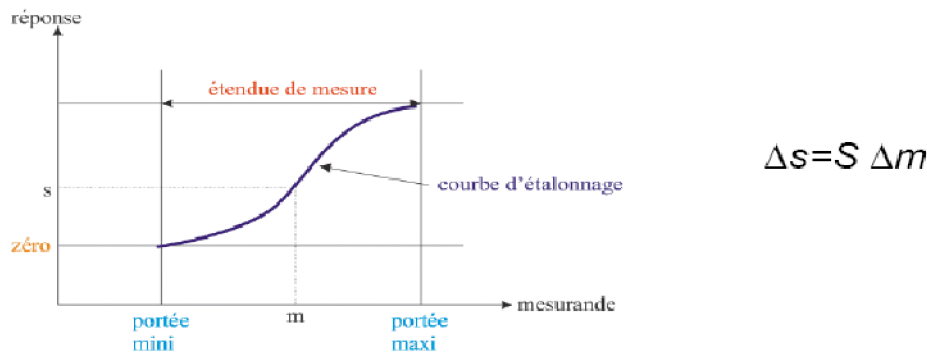
Figure I.24 : schéma de principe du fonctionnement d'un capteur

2. Caractéristiques d'un capteur

- **Etendue de mesure** : Valeurs extrêmes pouvant être mesurée par le capteur.



- **Résolution** : Plus petite variation de grandeur mesurable par le capteur.
- **Sensibilité(S)** : Variation du signal de sortie par rapport à la variation du signal d'entrée.



Conception d'un capteur : S doit dépendre le moins possible de :

- La valeur de m (linéarité)
- La fréquence de variation (bande passante)
- Du temps (vieillesse)
- D'actions extérieures (grandeurs d'influence)

- **Précision** : Aptitude du capteur à donner une mesure proche de la valeur vraie.
- **Rapidité** : Temps de réaction du capteur. La rapidité est liée à la bande passante.
- **Linéarité** : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure

3. Types de capteurs

On distingue 03 types de capteurs selon la fonction et la nature du travail,

- **TOR**: Ce sont les capteurs les plus répandus en automatisation courante : Capteur à contacts mécaniques, détecteurs de proximité, détecteur à distance ..., Ils délivrent un signal 0 ou 1 dit tout ou rien.
- **Analogique** : les capteurs analogiques traduisent des valeurs de positions, de pressions, de températures ... sous forme d'un signal (tension ou courant) évoluant continûment entre deux valeurs limites.
- **Numérique** : transmettent des valeurs numériques précisant des positions, des pressions, ... pouvant être lus sur 8, 16, 32 bits :
 - a. soit en parallèle sur plusieurs conducteurs
 - b. soit en série sur un seul conducteur.

a. Capteurs de position

Est un système de mesure de position absolu, sans contact et sans usure. Extrêmement robuste, ce principe de mesure peut être utilisé dans des conditions extrêmes pour lesquelles il n'est possible d'avoir recours à d'autres technologies.



Figure I.25 : capteurs de position

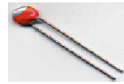
b. Capteurs de température :



Pyromètre sans Contact



canne de mesure Industrielle



thermistance électronique

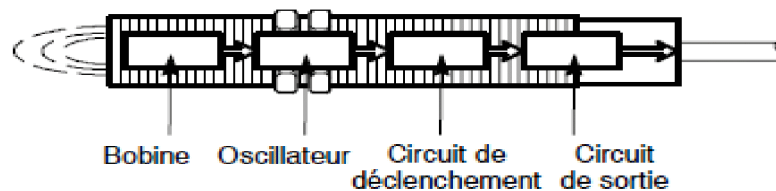


modèle portable

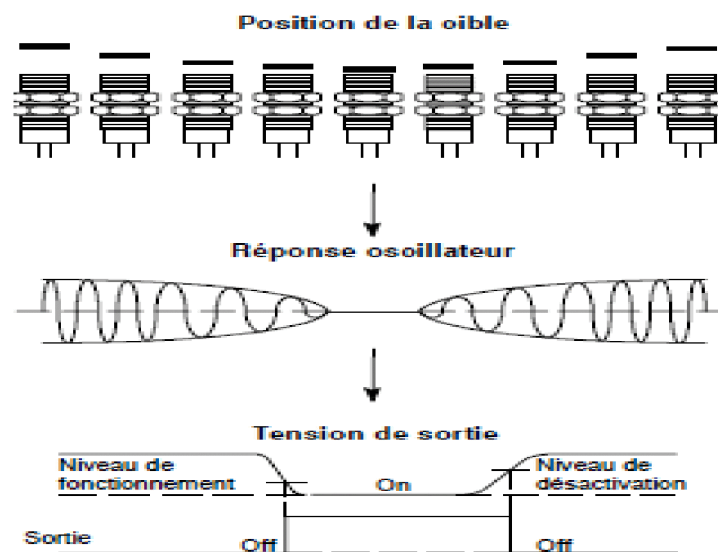
Figure I.26 : capteurs de température

4. Détecteur inductif

Principe de fonctionnement des détecteurs de proximité inductifs :



Les détecteurs de proximité inductifs sont conçus pour fonctionner par création d'un champ électromagnétique et par détection des pertes par courants de Foucault quand une cible en métal ferreux ou non ferreux entre dans le champ. Le détecteur se compose d'une bobine sur noyau de ferrite, d'un oscillateur, d'un détecteur de niveau de signal de déclenchement et d'un circuit de sortie. Lorsqu'un objet métallique entre dans le champ, des courants de Foucault sont induits dans la cible. Il en résulte une perte d'énergie et une moindre amplitude d'oscillation. Le circuit de détection reconnaît alors un changement d'amplitude spécifique et génère un signal qui active ou désactive la sortie à semi-conducteur.



Une cible métallique qui s'approche d'un détecteur de proximité inductif (ci-dessus) absorbe l'énergie fournie par l'oscillateur. Lorsque la cible est proche, l'absorption d'énergie arrête l'oscillateur et modifie l'état de sortie.

➤ Les avantages des détecteurs inductifs :

- Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure), possibilité de détecter la présence d'objets fraîchement peints ou de surfaces fragiles.
- Cadences de fonctionnement élevées en parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques.
- Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée.
- produits entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs.
- produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres.
- visualisation de l'état de la sortie

5. Contacteurs de portes

Pour qu'une machine s'arrête quand une porte est ouverte, on peut utiliser différents types d'interrupteurs et de capteurs surveillés par un relais de sécurité ou un API de sécurité.

Il peut s'agir de capteurs sans contact (dynamiques ou magnétiques) ou d'interrupteurs à clés. Les interrupteurs à clés permettent de verrouiller une porte à l'aide d'un signal électrique quand un procédé ne doit pas être interrompu. Ils sont aussi utiles avec des machines qui ont un long temps d'arrêt, afin d'empêcher que quelqu'un n'entre avant que la machine ne soit arrêtée.

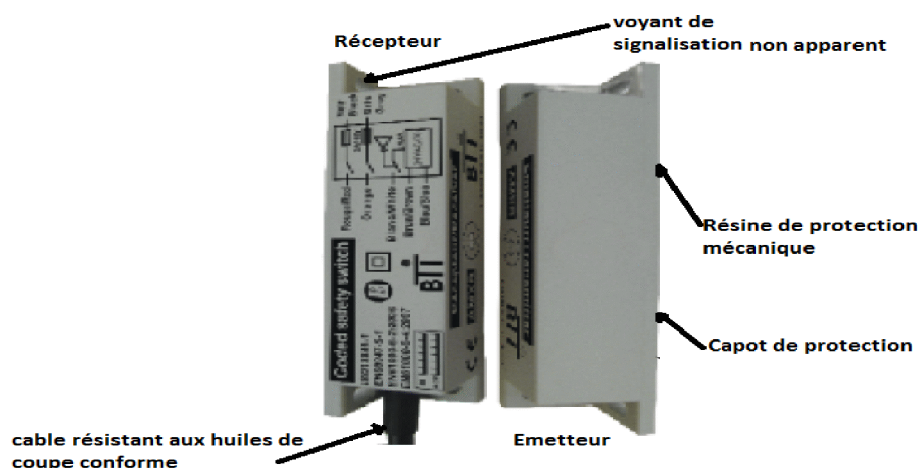
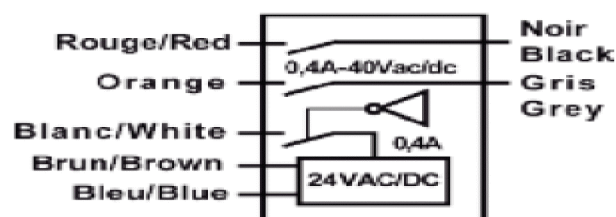


Figure I.27 : contacteurs de portes

Les capteurs sans contact dynamiques ont une longue durée de vie car ils ne sont pas actionnés mécaniquement. Ils supportent également des environnements très rudes tels que le froid, la chaleur et le nettoyage à haute pression, ce qui est important dans l'industrie agro- alimentaire par ex. Comme les capteurs sont petits, ils sont très faciles à monter et à cacher sur les portes.

➤ Schéma de câblage



6. Capteur à ultrasons de présence bouteille

L'ultrason est une onde acoustique dont la fréquence est trop élevée pour être audible par l'être humain.

Il peut dans certaines applications remplacer avantageusement le capteur inductif ou capacitif et il peut détecter des objets jusqu'à plusieurs mètres.

L'émetteur et le récepteur sont situés dans le même boîtier. L'émetteur envoie un train d'ondes qui va se réfléchir sur l'objet à détecter et ensuite revenir à la source. Le temps mis (1 temps + 2 temps) pour parcourir un aller-retour permet de déterminer la distance de l'objet par rapport à la source. Plus l'objet sera loin plus il faudra longtemps pour que le signal revienne.

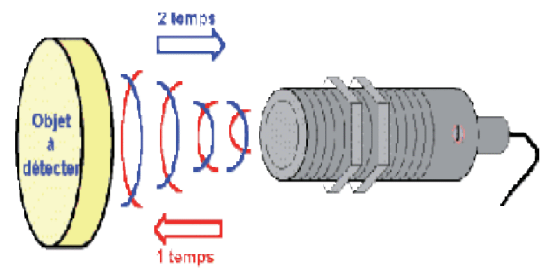


Figure I.28 : capteur ultrasons

I.8.2 Limiteur de couple

Lors d'une surcharge sur le moteur d'entraînement (blocage ou bourrage de préformes...), un capteur détecte le déclenchement du limiteur de couple et informe l'automate. La machine s'arrête immédiatement [1].

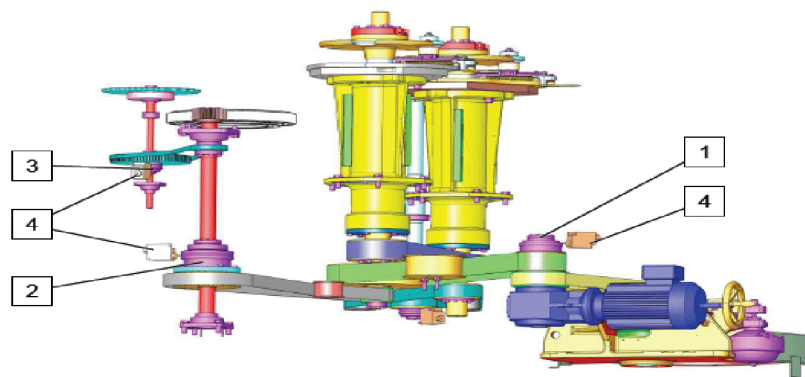


Figure I.29 : limiteur de couple

Pour bien sécuriser et éviter des dommages collatéraux de la machine, le constructeur a mis des limiteurs de couples sur des points bien définis :

- le limiteur de couple (1) sur l'arbre de sortie du réducteur,
- le limiteur de couple (2) sur l'arbre de la roue four,
- le limiteur de couple (3) sur l'arbre de la roue d'alimentation.

I.8.3 Variateurs de vitesse [9]

Les variateurs de vitesse (1) sont des convertisseurs de fréquence destinés à la commande des moteurs de la machine.

Les variateurs de vitesse sont des équipements permettant de commander les moteurs à des vitesses bien spécifiées.

La figure montre le variateur (DANFOSS) utilisé dans la station pour

La commande des ventilateurs de refroidissement:

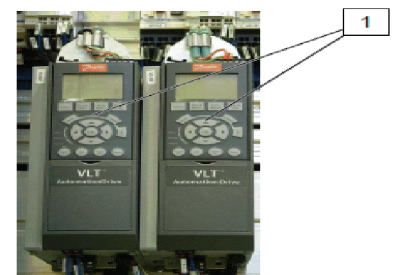


Figure I.30 : variateur de vitesse

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.

- **Constitution et principe de fonctionnement d'un variateur de vitesse**

Un variateur de fréquence redresse la tension alternative réseau (CA) en une tension continue (CC) puis convertit cette dernière en une tension (CA) d'amplitude et de fréquence variables.

La tension et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités infinies de régulation de vitesse pour les moteurs standards triphasés à courant alternatif.

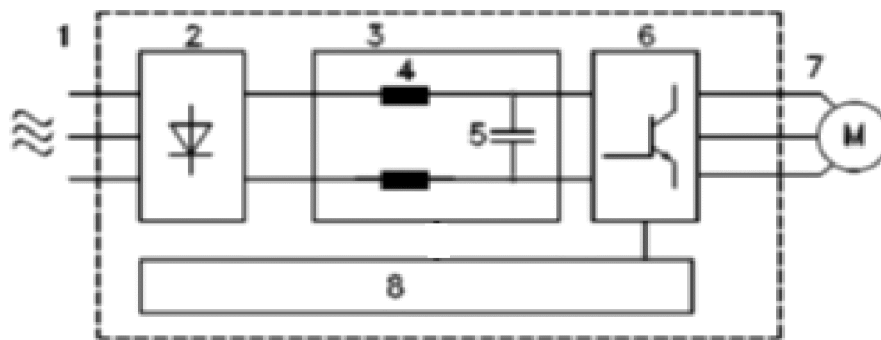


Figure I.31 : Schéma de principe du variateur

Le tableau ci-dessous représente le fonctionnement des différents composants internes du variateur de fréquence :

Zone	Dénomination	Fonctions
1	Entrée secteur	• Alimentation secteur CA triphasée du variateur de fréquence
2	Redresseur	• Le pont redresseur convertit l'entrée CA en courant CC pour alimenter l'onduleur
3	Bus CC	• Le circuit du bus intermédiaire du variateur de fréquence traite le courant CC
4	Bobines de réactance CC	• Filtrant la tension du circuit CC intermédiaire. • Assurent la protection contre les transitoires de la ligne • Réduisent le courant normal • Augmentent le facteur de puissance répercuté vers la ligne • Réduisent les harmoniques sur l'entrée CA
5	Batterie de condensateurs	• Stocke l'énergie CC. • Assure une protection anti-panne pendant les courtes pertes de courant.
6	Onduleur	• Convertit le courant CC en une forme d'onde CA à modulation d'impulsions en durée (PWM) régulée pour une sortie variable contrôlée vers le moteur
7	Sortie	• Alimentation de sortie triphasée régulée
8	Circuits de commande	• La puissance d'entrée, le traitement interne, la sortie et le courant du moteur sont surveillés pour fournir un fonctionnement et un contrôle efficaces • L'interface utilisateur et les commandes externes sont surveillées et mises en œuvre • La sortie et le contrôle de l'état peuvent être assurés

- **Installation électrique (voir le schéma de câblage dans l'annexe III)**

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.

A = analogique, D = digitale

- **Alimentation secteur**

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 :

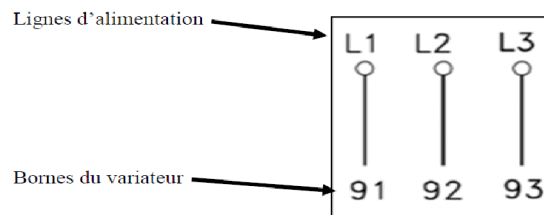


Figure I.32.a : Alimentation du variateur.

- **Alimentation du moteur**

Les moteurs de petite taille sont généralement montés en étoile (200/400 V, D/Y).

Les moteurs de grande taille sont montés en triangle (400/690 V, D/Y).

Pour relier le moteur au variateur, on raccorde les trois phases U, V et W aux bornes 96, 97 et 98 comme le montre la figure suivante :

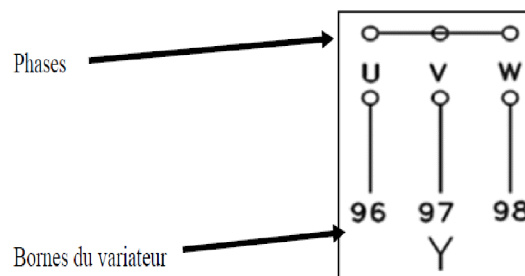


Figure I.32.b : Alimentation des pompes.

- **Configuration du variateur**

Nous allons voir ci-dessous comment programmer les principales fonctions dont on aura besoin:

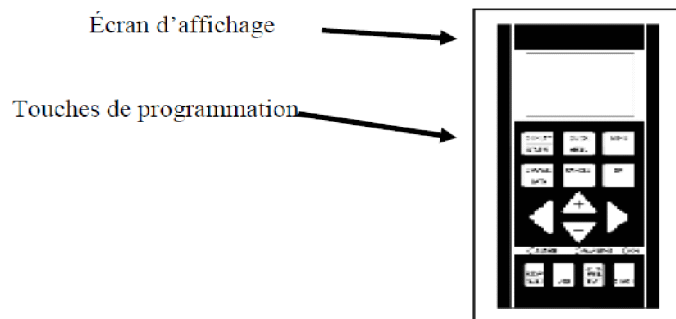


Figure I.33 : Panneau de commande

- **Programmation de la langue**

Pour choisir la langue française, on met la valeur à l'intérieur du paramètre 001 langue (select langage).

- **Programmation du pilotage du variateur**

Pour choisir la commande à distance (remonte), on met la valeur [0] à l'intérieur du paramètre 002 commande locale/à distance (select commande).

- **Programmation de la puissance du moteur**

A l'intérieur du paramètre 102 puissance du moteur (puissance moteur) on choisit la valeur [1500] qui correspond à 15KW.

- **Programmation de la fréquence du moteur**

A l'intérieur du paramètre 104 fréquence moteur (fréquence moteur) on choisit la valeur [50] qui correspond à 50 Hz.

- **Programmation courant moteur**

A l'intérieur du paramètre 105 intensité du moteur (courant moteur) on introduit la valeur [26,5] qui correspond à 26,5 Ampère.

- **Programmation de la vitesse nominale du moteur**

A l'intérieur du paramètre 106, vitesse nominale du moteur (vitesse moteur), on introduit la valeur [2900] qui correspond à 2900 tr/mn.

A propos de la programmation du variateur de fréquence

Le variateur de fréquence est programmé selon les fonctions de l'application à l'aide des paramètres. Ces paramètres sont accessibles en appuyant sur [Quick Menu] ou sur [Main Menu] sur le LCP. On peut aussi accéder aux paramètres via un PC en utilisant le Logiciel de programmation MCT 10.

Le menu principal permet d'accéder à tous les paramètres pour configurer des applications de variateur de fréquence avancées.

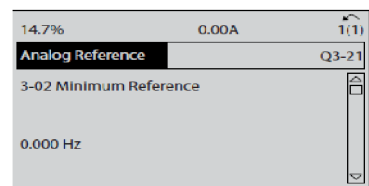
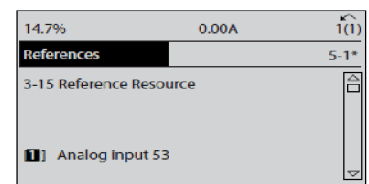
- **Exemple de programmation**

Voici un exemple de programmation du variateur de fréquence pour une application courante en boucle ouverte à l'aide du menu rapide.

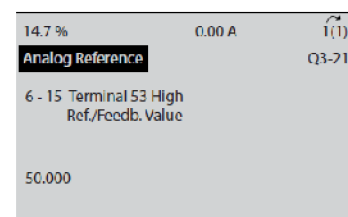
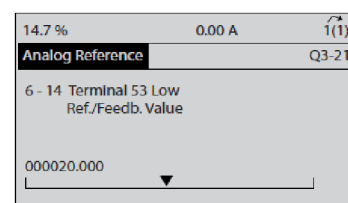
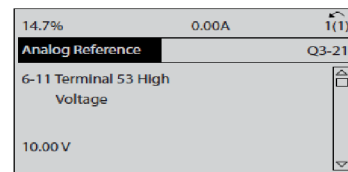
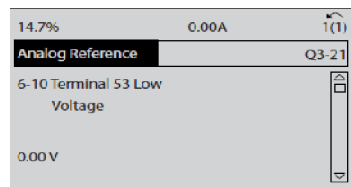
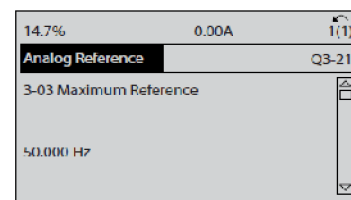
- Cette procédure programme le variateur de fréquence pour recevoir un signal de commande analogique de 0~10 V CC sur la borne d'entrée 53 (figure II.19).
- Le variateur de fréquence répond en fournissant une sortie de 6-60 Hz au moteur, proportionnelle au signal d'entrée (0~10 V CC = 6~60 Hz).

Sélectionner les paramètres suivants à l'aide des touches de navigation pour faire défiler les titres et appuyer sur [OK] après chaque action.

- (3-15). Ressources références.
- (3-02). *Référence minimale*. Régler la référence interne minimum du variateur de fréquence sur 0 Hz. (Cela règle la vitesse minimum du variateur de fréquence sur 0 Hz).



- (3-03). Régler la référence interne maximum du variateur de fréquence sur 60 Hz. (Cela règle la vitesse maximum du variateur de fréquence sur 60 Hz. Noter que 50/60 Hz est une variante régionale).
- (6-10). Régler la référence de tension externe minimum sur la borne 53 à 0 V. (Cela règle le signal d'entrée minimum sur 0 V).
- (6-11). Régler la référence de tension externe maximum sur la borne 53 à 10 V. (Cela règle le signal d'entrée maximum sur 10 V).
- (6-14). Régler la référence de vitesse minimum sur la borne 53 à 6 Hz. (Cela indique au variateur de fréquence que la tension minimum reçue sur la borne 53 (0 V) équivaut à une sortie de 6 Hz).
- (6-15). Régler la référence de vitesse maximum sur la borne 53 à 60 Hz. (Cela indique au variateur de fréquence que la tension maximum reçue sur la borne 53 (10 V) équivaut à une sortie de 60 Hz).



Avec un dispositif externe fournissant un signal de commande de 0-10 V raccorde a la borne 53 du variateur de fréquence, le système est maintenant prêt à fonctionner. Noter que la barre de défilement à droite sur la dernière illustration d'écran a atteint le bas, ce qui indique que la procédure est finie.

➤ Programmation des bornes de commande

Les bornes de commande peuvent être programmées. Chaque borne a des fonctions spécifiques qu'elle est capable d'exécuter.

- Les paramètres associés à la borne activent la fonction spécifiée.
- Pour un fonctionnement correct du variateur de fréquence, les bornes de commande doivent être correctement câblées, programmées pour la fonction souhaitée et en train de recevoir un signal.

Pour connaître le numéro de paramètre et le réglage par défaut des bornes de commande. (le réglage par défaut peut varier selon la sélection du paramètre 0-03 Réglages régionaux.)

Consulter le Tableau suivant :

Paramètre	Valeur du paramètre par défaut : International	Valeur du paramètre par défaut : US
0-03 Réglages régionaux	International	US
1-22 Tension moteur	230V/400V/575V	208V/460V/575V
1-23 Freq. moteur	50 Hz	60 Hz
3-03 Ref. max.	50 Hz	60 Hz
3-04 Fonction référence	Somme	Externe/prédéfinie
4-13 Vit. mot. limite super. [tr/min]	1500RPM	1800RPM
4-14 Vitesse moteur limite haute [Hz]	50 Hz	60 Hz
4-19 Frq. sort. lim. hte	132 Hz	120 Hz
4-53 Avertis. Vitesse haute	1500RPM	1800RPM
5-12 E. digit. born. 27	Lâchage	Verrouillage sécu.
5-40 Fonction relais	Inactif	Pas d'alarme
6-15 Val. ret./ Ref. haut. born. 53	50	60
6-50 S. born. 42	Inactif	Vit. 4-20 mA
14-20 Mode reset	Reset manuel	Reset auto. infini

➤ Structure du menu des paramètres

La réalisation d'une programmation correcte des applications nécessite souvent de régler des fonctions dans plusieurs paramètres connexes. Ces réglages de paramètres donnent au variateur de fréquence les détails du système dont le variateur de fréquence a besoin pour fonctionner. Correctement. Les détails du système peuvent inclure, entre autres, les types de signaux de sortie et d'entrée, la programmation des bornes, les plages minimum et maximum des signaux, les affichages personnalisés, le redémarrage automatique et d'autres caractéristiques.

Voir l'affichage du LCP pour plus de précisions sur la programmation des paramètres et le réglage des options.

- Appuyer sur [Info] a tout endroit du menu pour obtenir des précisions supplémentaires sur la fonction en question.
- Appuyer sur la touche [Main Menu] et la maintenir enfoncée pour saisir un numéro de paramètre et accéder directement au paramètre voulu.

I.8.4 Codeur incrémental

Un codeur incrémental 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 [7].

- 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.



Figure I.34 : codeur

➤ Un codeur est donc composé de trois parties :

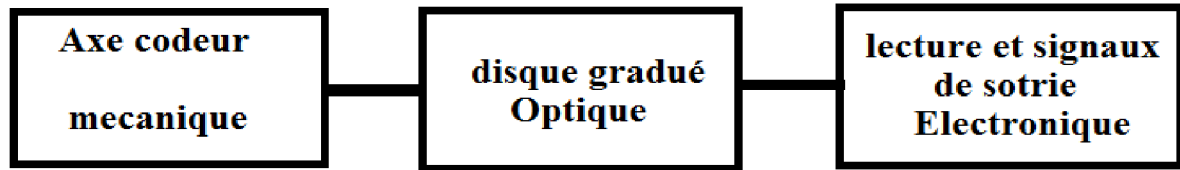


Figure I.35 : composition d'un codeur

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 30 VCC.

a. Caractéristiques du 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.

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

➤ Description fonctionnel du codeur « incrémental »

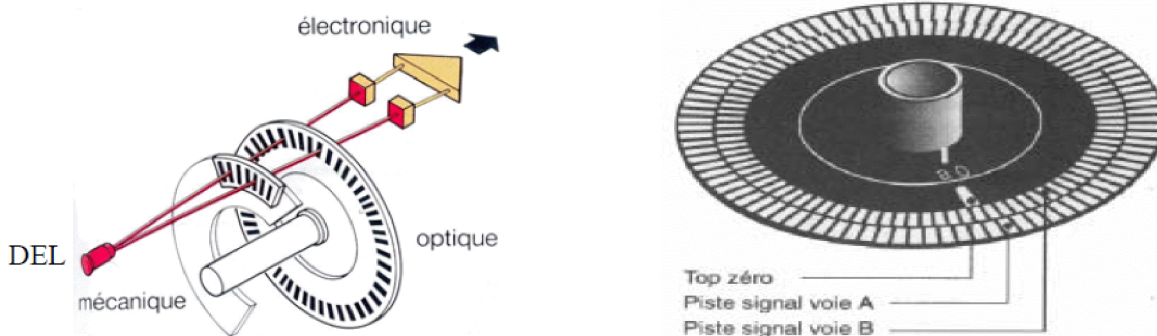


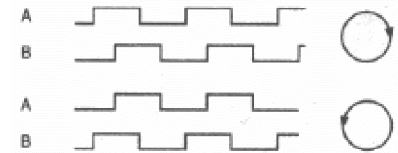
Figure I.36: synoptique du codeur incrémental

Le disque comporte au maximum 3 pistes. Une ou deux pistes extérieures divisées en (n) intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents.

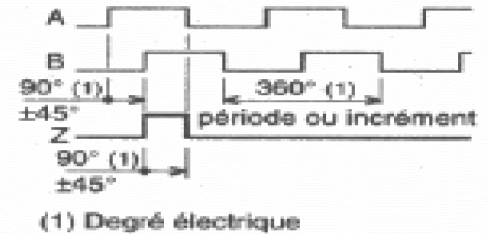
Pour un tour complet du codeur, le faisceau lumineux est interrompu (n) fois et délivre (n) signaux carrés (A et B) en quadrature.

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

- Dans un sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à zéro.
- Dans l'autre sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à un.

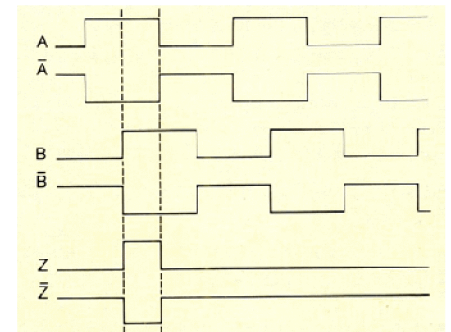


La piste intérieure (Z : top zéro) comporte une seule fenêtre transparente et délivre un seul signal par tour. Ce signal Z d'une durée de 90° électrique, détermine une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour.



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).



➤ **Résolution (nombre de point par tour)**

Trois cas peuvent se présenter :

- 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).
- 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).
- Le système de traitement utilise les voies A et B (exploitation quadruple)
- La résolution est multipliée par 4 (4 x n).

➤ **Traitement du signal**

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

➤ **Signal d'incrément (A, A, B, B)**

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

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

Avec :

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

• **Top zéro**

Il sert à l'initialisation comme expliqué précédemment. Il permet de corriger des erreurs de positionnement dues au non-comptage de certaines périodes (fréquence élevée).

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**

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

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**

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

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.

• **Avantages et inconvénients du codeur incrémental**

Avantages	Le codeur incrémental est de conception simple (son disque ne comporte que deux pistes) donc plus fiable et moins onéreux qu'un codeur absolu.
Inconvénients	Il est sensible aux coupures du réseau : chaque coupure du courant peut faire perdre la position réelle du mobile à l'unité de traitement. Il faudra alors procéder à la réinitialisation du système automatisé. Il est sensible aux parasites en ligne, un parasite peut être comptabilisé par le système de traitement comme une impulsion délivrée par le codeur. Les fréquences des signaux A et B étant généralement élevées, il faudra vérifier que le système de traitement est assez rapide pour prendre en compte tous les incréments (impulsions) délivrés par le codeur. Le non comptage d'une impulsion induit une erreur de position qui ne peut être corrigée que par la lecture du « top zéro».

I.8.5 Description de fonctionnement de la Caméra 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.

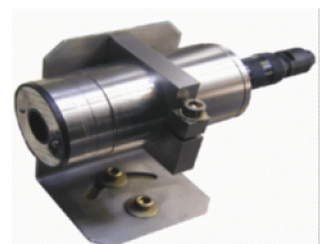


Figure I.37 : camera infrarouge

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 infrarouge 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.

a. Caractéristiques de la caméra

- **Type de la caméra utilisée:** Impac 3859 350 infrathermIN 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

b. Configuration matérielle de la caméra infrarouge

Avant d'installer une nouvelle caméra sur la machine, il est nécessaire de régler les deux paramètres suivants :

- Le temps de réponse avec une valeur égale à 1s
- Le facteur émissif avec une valeur égale à 0,93.

• Temps de réponse / response time

Le temps de réponse est la durée entre une modification brutale de valeur de température de mesure et le moment où la valeur de mesure du pyromètre est comprise dans les limites pré-réglées. Il correspond donc au temps d'intégration pendant lequel la caméra va calculer la moyenne des températures lues.

La température renvoyée par la caméra vers l'automate est donc la moyenne de toutes les mesures effectuées par la caméra pendant x secondes.

• Facteur émissif / Emissive factor

Le facteur émissif est le rapport entre la puissance dégagée par le rayonnement d'un corps quel qu'il soit et la puissance dégagée par le rayonnement d'un corps noir à la même température. Le facteur émissif d'un objet est la valeur la plus importante nécessaire pour déterminer exactement la température d'un objet sans contact (en l'occurrence, la préforme). Afin de déterminer correctement la température d'un objet, il est indispensable de connaître son facteur émissif ϵ (epsilon) exact et de le régler précisément sur le pyromètre en conséquence. Le facteur émissif d'un corps quelconque correspond au rapport entre sa puissance de rayonnement et la puissance d'une source noire de rayonnement à même température.

Le facteur émissif dépend du matériau et est toujours compris entre 0 et 1 (soit, entre 0 et 100%). $\epsilon = 1$ signifie que le corps absorbe tous les rayons incidents. Ce corps idéal est donc totalement noir (nommé aussi « source noire de rayonnement »). Plus les rayons sont réfléchis et moins le facteur émissif est important. La relation mathématique qui permet de calculer l'émissivité est la suivante :

$$W_{\lambda} = \frac{W_{\lambda}}{W_{\lambda_0}} \quad (\text{sans unité}) \dots\dots\dots (I.4)$$

W_{λ} : Flux de puissance émis par un corps réel à la longueur d'onde λ

W_{λ_0} : Flux de puissance émis par un corps noir à la longueur d'onde λ

Le flux de puissance se calcule par la loi de Planck:

$$W_{\lambda} = \frac{2 \cdot \Pi \cdot h \cdot c^2}{\lambda^5 (e^{\frac{h \cdot c}{\lambda \cdot k \cdot T}} - 1)} \quad (\text{Watts/ (cm}^2\mu)) \dots\dots\dots (I.5)$$

- λ : Longueur d'onde
- W_{λ} : Flux de puissance émis par le corps noir à la longueur d'onde
- c : Vitesse de lumière = $3 \cdot 10^{10}$ cm/s
- h : Constante de Planck = $6,6 \cdot 10^{-34}$ watt.s²
- k : Constante de Boltzmann = $1,4 \cdot 10^{-23}$ watt.s²/°k
- T : Température absolue du corps en Kelvin.

c. Configuration de la camera

Desserrer les 2 vis de fixation du couvercle de la caméra (figure I.37.a). Enlever le couvercle. Vérifier que le cavalier (figure I.37.b) est sur la position correspondant à un temps de réponse d'une valeur de 1s, sinon l'installer à cette position.

Positionner respectivement le codeur x10 sur 9 et le codeur x1 (figure I.37.c) sur 3 (voir figure I.37.b) pour régler le facteur émissif avec une valeur de 0,93. Placer le couvercle de la camera muni de ses vis de Fixation.

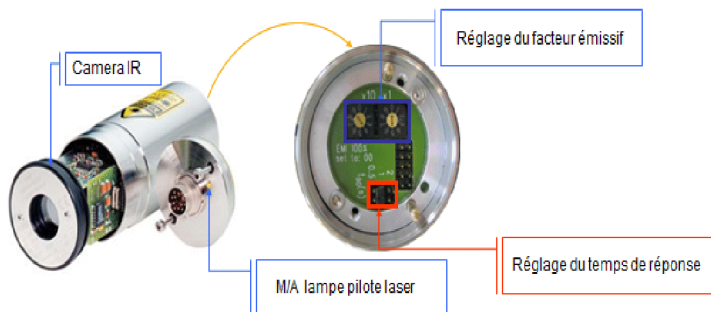


Figure I.37.a : composant de la camera

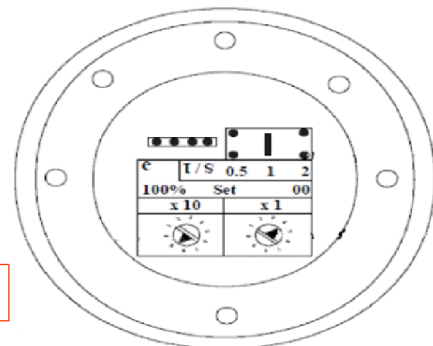


Figure II.13.b : clavier de réglage

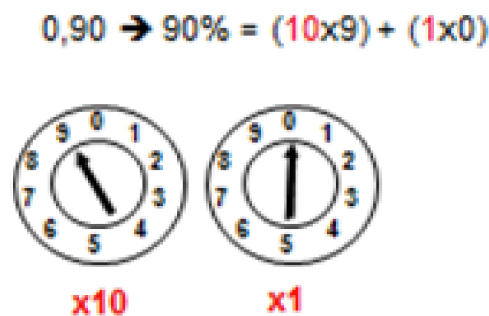


Figure I.37.c : Exemple de facteur émissif (PET)

	Température	facteur
Verre lisse	0-200°C	0,95
Plastiques	25°C	0,95
Acier inoxydable	316°C	0,74
Aluminium oxydé	200°C	0,11

Exemple de données constructeur

• **Rapport optique**

La taille de l'objet à mesurer détermine la cible nécessaire. Pour assurer une mesure de température correcte, l'objet à mesurer doit être au moins égal ou plus grand que la cible du pyromètre. La taille de la cible dépend du type de pyromètre et de la distance de mesure. Elle peut être calculée à l'aide du rapport optique:

Rapport distance = Distance de mesure/Diamètre de la cible

(Signifie à une distance de 2300 mm, le diamètre de la cible est de 66 mm)

Les profils optiques indiquent que la taille de spot M varie selon l'éloignement du pyromètre.

Des tailles de spot pour des distances intermédiaires, non présentés sur les profils optiques, peuvent être calculées à l'aide de la formule suivante, où :

- D = 15 mm (10 mm pour le IN 5/5, MB 25) (diamètre d'ouverture)
- a = distance nominale (profils optiques)
- M = diamètre de spot nominal (profils optiques)

$$M_1 = \frac{a_1}{a} (M + D) - D \dots\dots\dots (I.6)$$

$$M_2 = \frac{a_2}{a} (M - D) + D \dots\dots\dots (I.7)$$

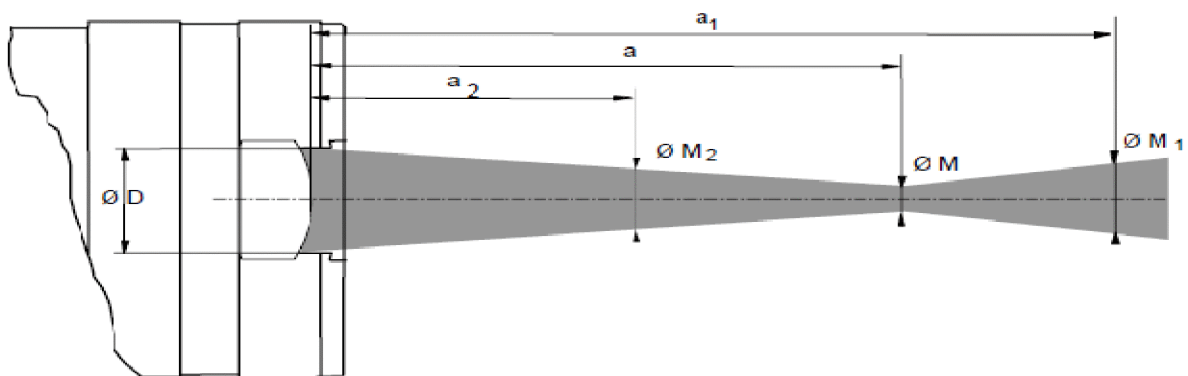


Figure I.37.d : Rapport optique

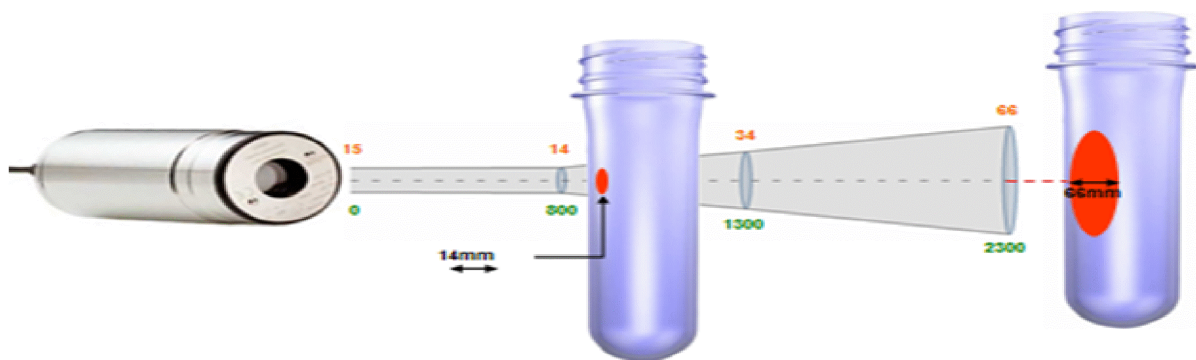


Figure I.37.e : Rapport optique

___ lampe pilote laser : diamètre du spot de mesure « cible » (mm)

--- centre du spot : distance de mesure (mm)

I.8.6 Gradateur

a. Définition

Un gradateur est un appareil de commande qui permet de contrôler la puissance absorbée par un récepteur en régime alternatif (figure I.38). Cet appareil se comporte donc comme un interrupteur commandé. Il établit ou interrompt la liaison entre la source et la charge [7].

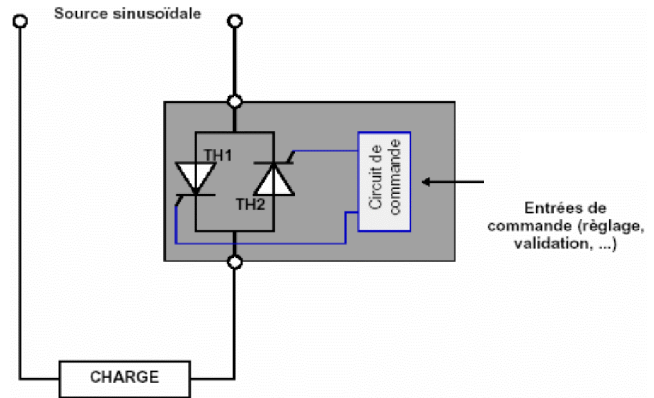


Figure I.38 : Gradateur monophasé

b. Constitutions d'un gradateur

Il se compose d'une partie puissance et d'une partie commande intégrés dans le même bloc.

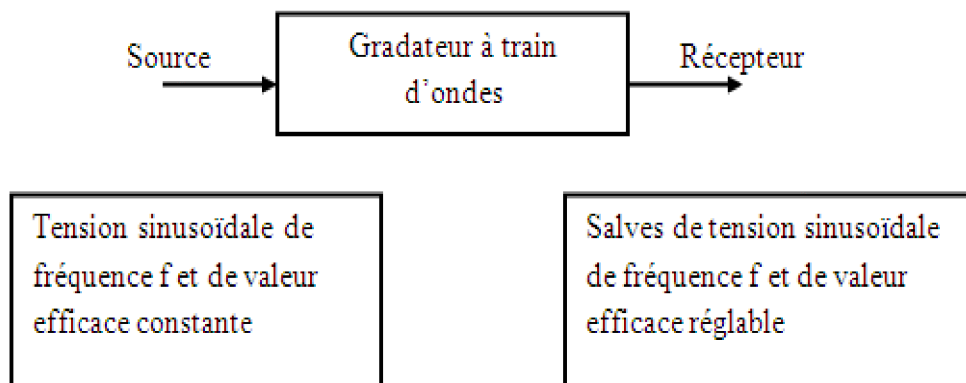
- La partie puissance est constituée de deux thyristors montés « tête-bêche » pour les fortes puissances (supérieure à 10KW) ou d'un triac pour les puissances inférieures.
- la partie commande est constituée de divers circuits électroniques permettant d'élaborer les signaux de commande extérieurs. Suivant les types de gradateur, ce signal de commande sera de type Tout Ou Rien (TOR) ou bien analogique.
- Dans notre cas on s'intéresse à des gradateurs à commande analogique **4~20 mA** Ou **0~10 V**

Il y a deux types de gradateurs

- Gradateur à angle de phase
- Gradateur à train d'ondes

c. Gradateur à train d'ondes

C'est un appareil qui, alimenté sous une tension sinusoïdale de valeur efficace constante, fournit à la charge des salves de tension de manière à faire varier la valeur efficace de la tension aux bornes de la charge (figure suivante).



Principe de fonctionnement d'un gradateur à train d'ondes monophasé débitant sur charge résistive.

d. Principe de fonctionnement d'un gradateur a train d'ondes

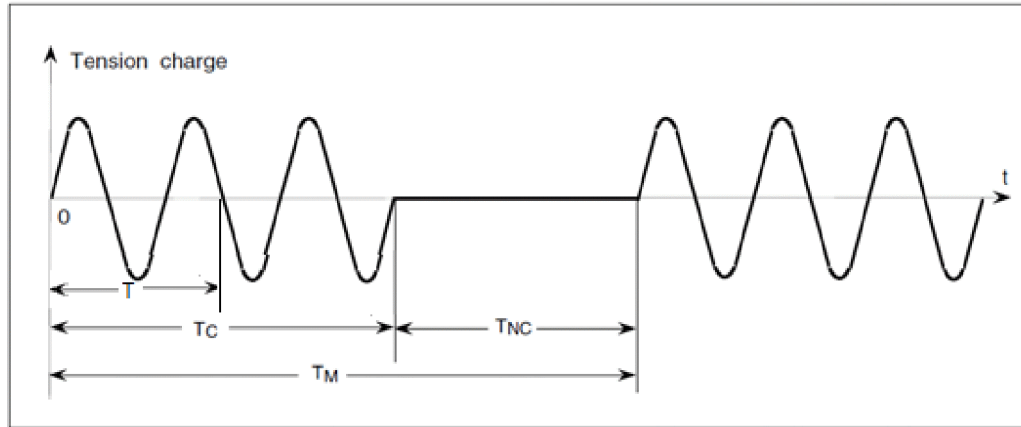


Figure I.39: Conduction en mode «Train d'ondes»

T_M : Période de modulation

T_C : Temps de conduction (durée du train d'onde (Salve))

T_{NC} : Temps de non conduction

T : période de la tension source

Le mode de conduction «Train d'ondes» est un cycle proportionnel qui consiste à délivrer une série de périodes entières de la tension du réseau sur la charge.

e. Principales relations

En mode de conduction des thyristors «Train d'ondes», la puissance délivrée à la charge dépend du temps de conduction T_C et de non conduction T_{NC} .

La puissance de charge est proportionnelle au taux de conduction (τ) qui est définie par le rapport du temps de conduction sur du temps de modulation.

$$T_M = T_C + T_{NC} \dots\dots\dots (I.8)$$

Le taux de conduction (ou rapport cyclique) est exprimé par le rapport suivant :

$$\tau \dots\dots\dots (I.9)$$

Valeur de la tension efficace aux bornes de la charge :

$$U_{ch} = U_{source} \times \sqrt{\tau} \dots\dots\dots (I.10)$$

La puissance de la charge peut être exprimée par :

$$P_{moy} = \tau \cdot P_{MAX} = \tau \cdot \frac{U_{source}^2}{R} \dots\dots\dots (I.11)$$

Où :

P_{MAX} : Représente la puissance de charge pour la pleine conduction des thyristors.

R : Représente la résistance de charge.

Les gradateurs comportent une boucle de régulation interne, l'algorithme de la régulation du gradateur prend en compte la valeur de carré de la tension efficace de charge. Le carré de la tension efficace de charge sur la résistance. Représente la puissance dissipée dans une charge purement résistive dont la valeur est constante lorsque la température varie.

La puissance de sortie du gradateur est linéaire entre 0 et 100 % de la puissance maximale pour un signal d'entrée analogique variant de 4 à 96 % de l'échelle maximale.

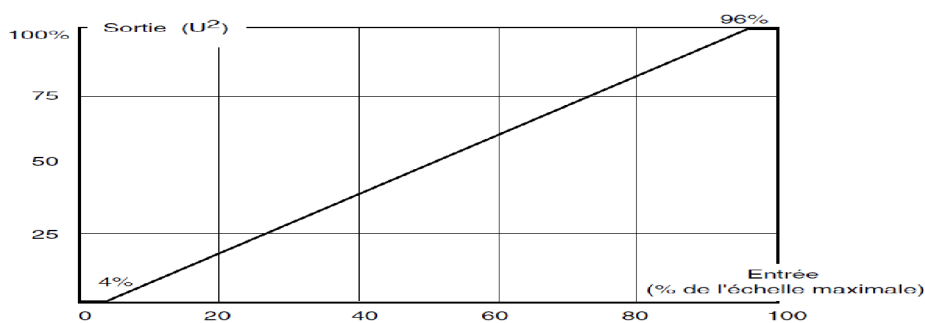


Figure I.40 : Courbe de réponse «Entrée/ Sortie» pour un signal analogique

f. Domaine d'utilisation de ce genre de gradateur

- Chauffage
- Utilisés pour des systèmes présentant une inertie thermique importante.

I.9 Les actionneurs

Dans une machine ou un système de commande à distance semi automatique ou automatique, un actionneur est l'organe de la partie opérative qui reçoit un ordre de la partie commande via un éventuel pré actionneur.

Il convertit l'énergie qui lui est fournie en un travail utile à l'exécution de tâches, éventuellement programmées d'un système automatisé.

Notre système se compose des actionneurs suivants :

- Les vérins.
- Les moteurs

a. Les motoréducteurs (SEWEURODRIVE) [3]

Les motoréducteurs SEW sont des motoréducteurs robustes à un train à arbres perpendiculaires avec engrenage de type spiroïdal. Une combinaison de matières en présence des réducteurs (acier-acier) adaptée et un type d'engrenages spécialement étudié les différencient des réducteurs à vis sans fin. Ils sont ainsi légers, peu juste à l'usure et ont un fonctionnement particulièrement silencieux. Les produits et systèmes SEW sont classés en quatre univers technologiques :

- Motoréducteurs et convertisseurs de fréquence
- Système d'entraînement servo
- Système d'entraînement décentralisé
- Réducteur industriels

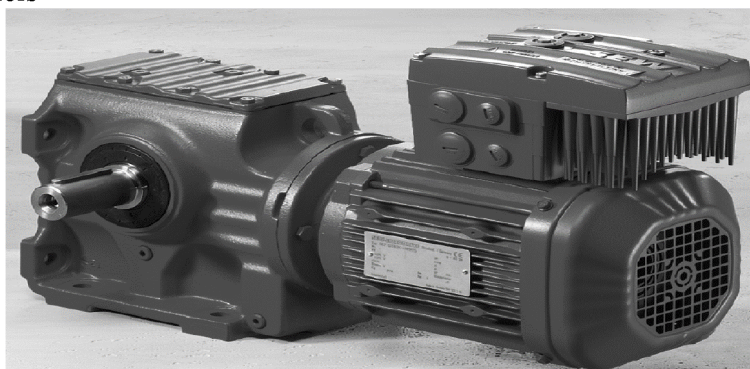


Figure I.41 : motoréducteur

Voilà un tableau représentant les produits et systèmes dans leurs univers techno-logique qui correspond aux motoréducteurs :

1. Motoréducteurs et convertisseurs de fréquence		
Réducteurs / Motoréducteurs	Moteurs	Convertisseurs de fréquence
<ul style="list-style-type: none"> • Réducteurs / Motoréducteurs à engrenages cylindriques • Réducteurs / Motoréducteurs à arbres parallèles • Réducteurs / Motoréducteurs à couple conique • Réducteurs / Motoréducteurs à vis sans fin • Motoréducteurs à arbres perpendiculaires Spiroplan® • Entraînements pour convoyeurs aériens • Motoréducteurs avec moteur-couple • Motoréducteurs à pôles commutables • Variateurs mécaniques / Motovariateurs • Motoréducteurs Aseptic • Réducteurs / Motoréducteurs ATEX • Variateurs mécaniques / Motovariateurs ATEX 	<ul style="list-style-type: none"> • Moteurs / Moteurs-frein triphasés asynchrones • Moteurs / Moteurs-frein triphasés à pôles commutables • Moteurs à économie d'énergie • Moteurs / Moteurs-frein triphasés en exécution pour atmosphères explosibles • Moteurs-couple • Moteurs monophasés / Moteurs-frein monophasés • Servomoteurs linéaires asynchrones 	<ul style="list-style-type: none"> • Convertisseurs de fréquence MOVITRAC® • Variateurs MOVIDRIVE® • Options de pilotage, options technologiques et options de communication pour variateurs

b. Les pré-actionneurs :

Sont des interfaces entre la partie commande (pc) et la partie opérative (po). Leur fonction est de transmettre les ordres de la partie commande à la partie opérative.

Généralement ils sont utilisés pour commander de grandes puissances en fonction d'un signal de commande de faible puissance.

I.10 Régulation

I.10.1 Définition de la régulation

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

- 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 réglante.
- Fournir à l'opérateur des informations (fonctionnement, alarmes (visuelles ou sonores)).

I.10.2 Objectifs de la régulation

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

I.10.3 Structure d'un système de régulation automatique

Le schéma de la (figure I.42) fait apparaître les parties essentielles d'une boucle de régulation automatique :

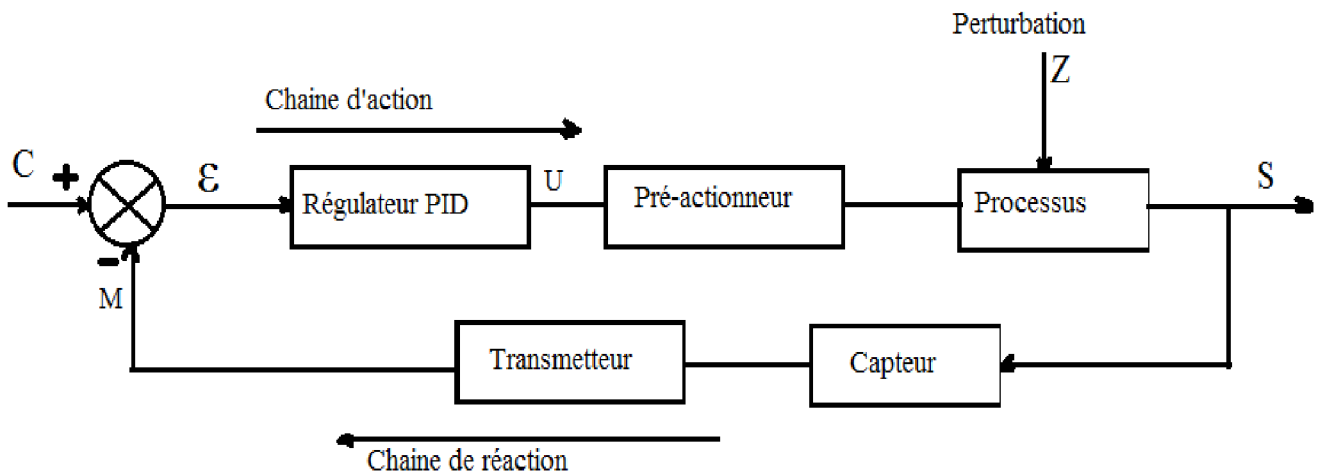


Figure I.42 : boucle de régulation PID

I.10.4 Boucle de la régulation de température

La fonction régulatrice de température permet d'avoir une température constante dans un volume donné. C'est une fonction répondeue dans nombreux domaines.

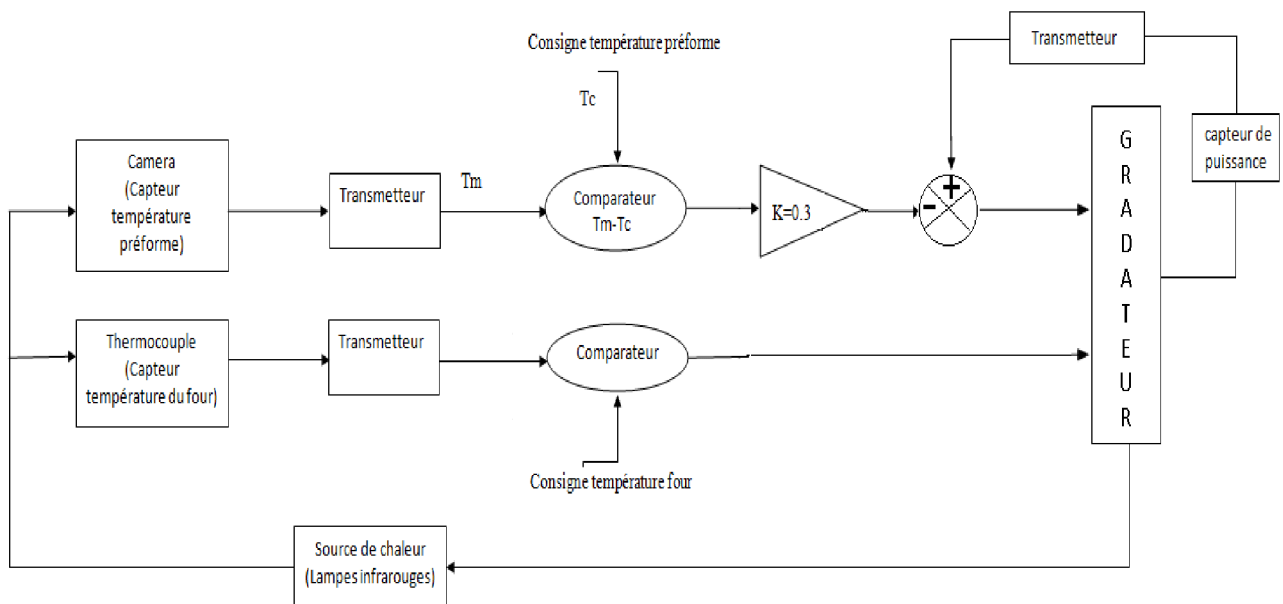


Figure I.43: Boucle de régulation de la température du four

La figure suivante représente le comportement de la température de la préforme et celui du gradateur lors de la régulation.

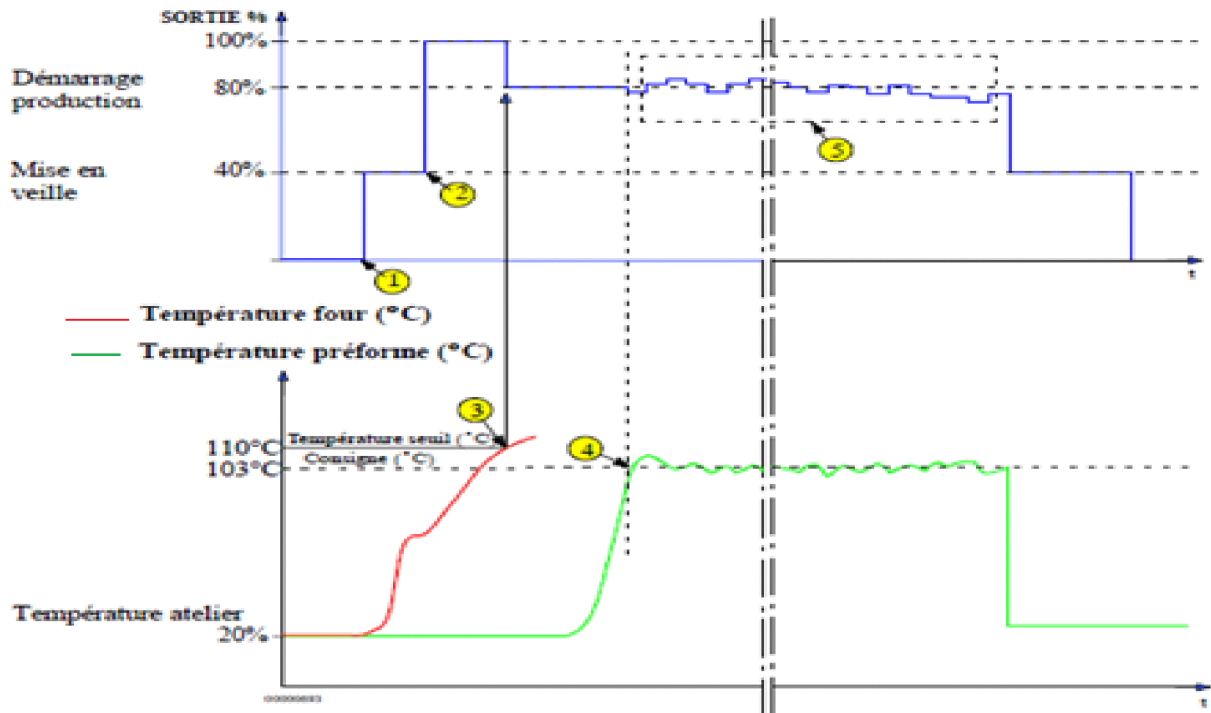


Figure I.44 : la température de la préforme et du gradateur lors de la régulation

1-Mise en marche du four

Si le four est vide, il passe en mode veille lors de sa mise en marche. Dans ce mode, sa puissance de sortie est égale au pourcentage de mise en veille.

2-Demande d'alimentation en préformes

Dès que l'alimentation en préformes de la machine est commandée, la puissance de chauffe du four passe à 100%.

3-Chargement de la 1ère préforme

Lorsque le four atteint sa température de seuil, la première préforme s'engrène sur la roue d'alimentation. Lorsque les premières préformes entrent dans le four, la puissance de chauffe du four prend alors la valeur du pourcentage de démarrage.

4-Passage de la première préforme devant la caméra

Au bout de quelques secondes, les préformes sortent du four et passent devant la caméra infrarouge qui lit en permanence la température des préformes.

5-Régulation

Le pourcentage de sortie de la chauffe est ensuite corrigé toutes les X préformes.

➤ La loi de commande de la régulation

$$\% \text{De sortie de la puissance} = \% \text{ de sortie de puissance précédente} - (\text{température préforme mesure} - \text{température préforme consigne}) \times \text{coefficient de correction}$$

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné une présentation complète de la souffleuse (SBO) Bi-orientée, ainsi que ces principaux composants et leur principe de fonctionnement dans le but d'une modélisation qui répond au cahier des charges.

Chapitre II

**Modélisation de la
station à l'aide de
l'outil Grafcet**

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.

II.1.Définition du Grafcet [8]

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.

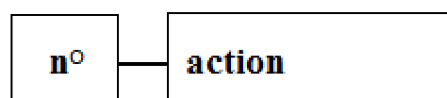
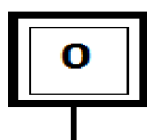
Le mot **GRAFCET** (en lettre capitale), est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Mais s'il est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles du GRAFCET.

II.2.Les éléments graphiques de base du Grafcet

II.2 .1.Etape

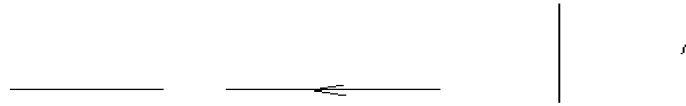
L'étape correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée (même faible mais jamais nulle). L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée de l'étape, mais la notion d'action est assez large, en particulier composition de plusieurs actions, ou à l'opposé l'inaction (étape dite d'attente). On représente chaque étape par un carré, l'action est représentée dans un rectangle à gauche, l'entrée se fait par le haut et la sortie par le bas. On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que jamais deux étapes différentes n'aient le même numéro.

L'étape initiale est repérée dans un Grafcet en doublant les contours du symbole correspondant, elle représente l'état du repos de notre système.



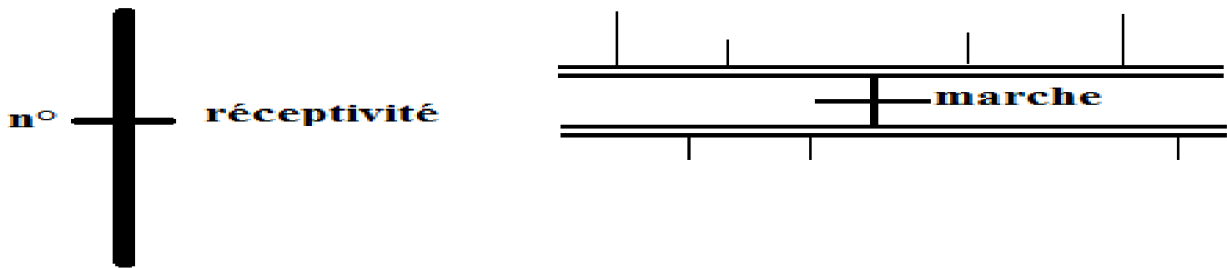
II.2.2-Liaison

Une liaison est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens). A une extrémité d'une liaison il y a une (et une seule) étape, à l'autre une transition. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.



II.2.3- Transition

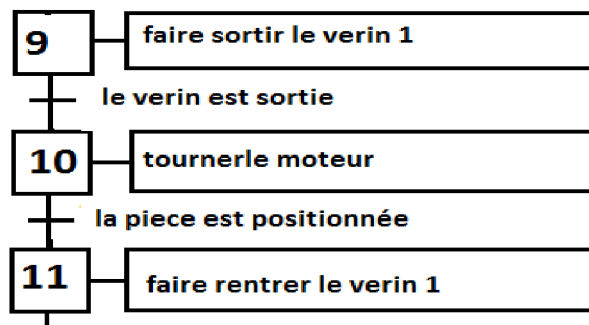
Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens Vrai ou Faux), sans notion de durée. La condition est définie par une réceptivité qui est généralement une expression booléenne (c.à.d. avec des ET et des OU) de l'état des capteurs. On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison verticale. On note à droite la réceptivité, on peut noter à gauche un numéro de transition (entier positif, indépendant des numéros d'étapes). Dans le cas de plusieurs liaisons arrivant sur une transition, on les fait converger sur une grande double barre horizontale, qui n'est qu'une représentation du dessus de la transition. De même pour plusieurs liaisons partant sous une transition.



II.5.Niveau d'un Grafcet

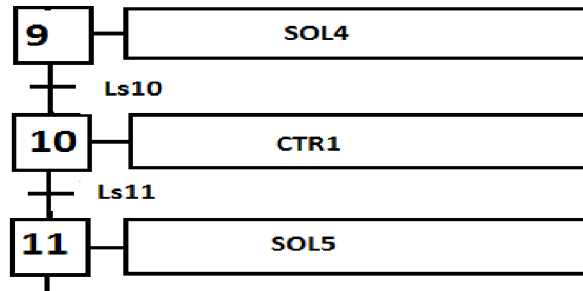
II.5.1.Grafcet niveau 1

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.



II.5.2.GRAFCET niveau 2

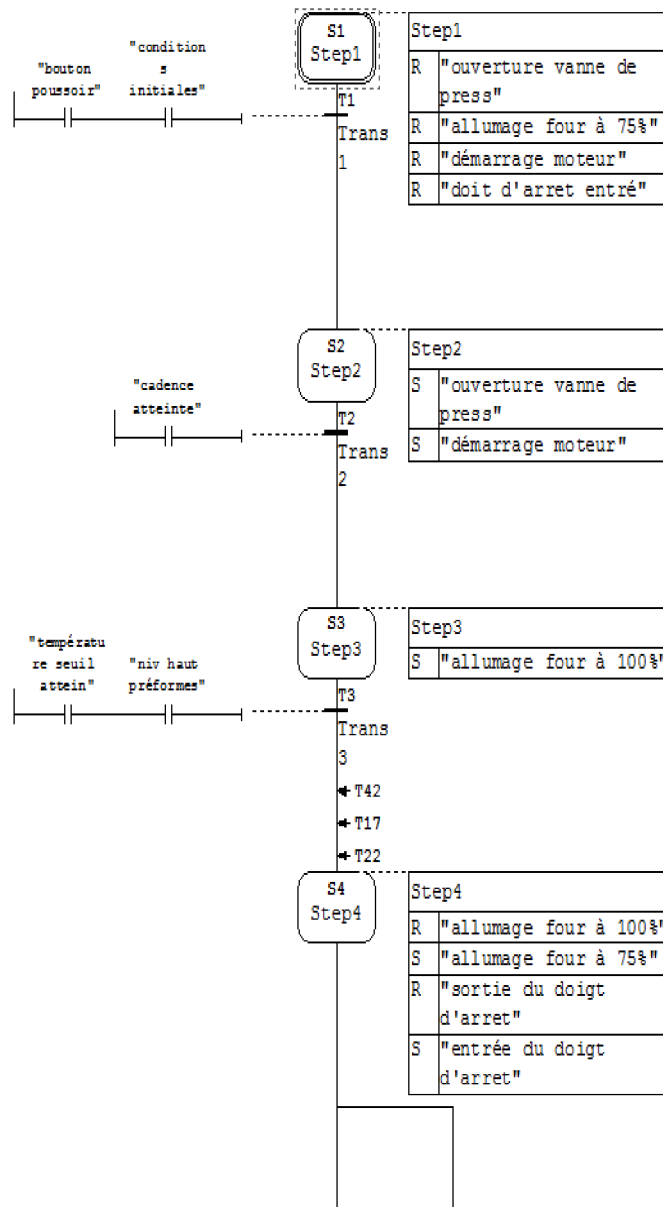
Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte des actionneurs, pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivités est écrite en abrégiation et non en mots, on associe une lettre majuscule a l'action et une lettre minuscule a la réceptivité.

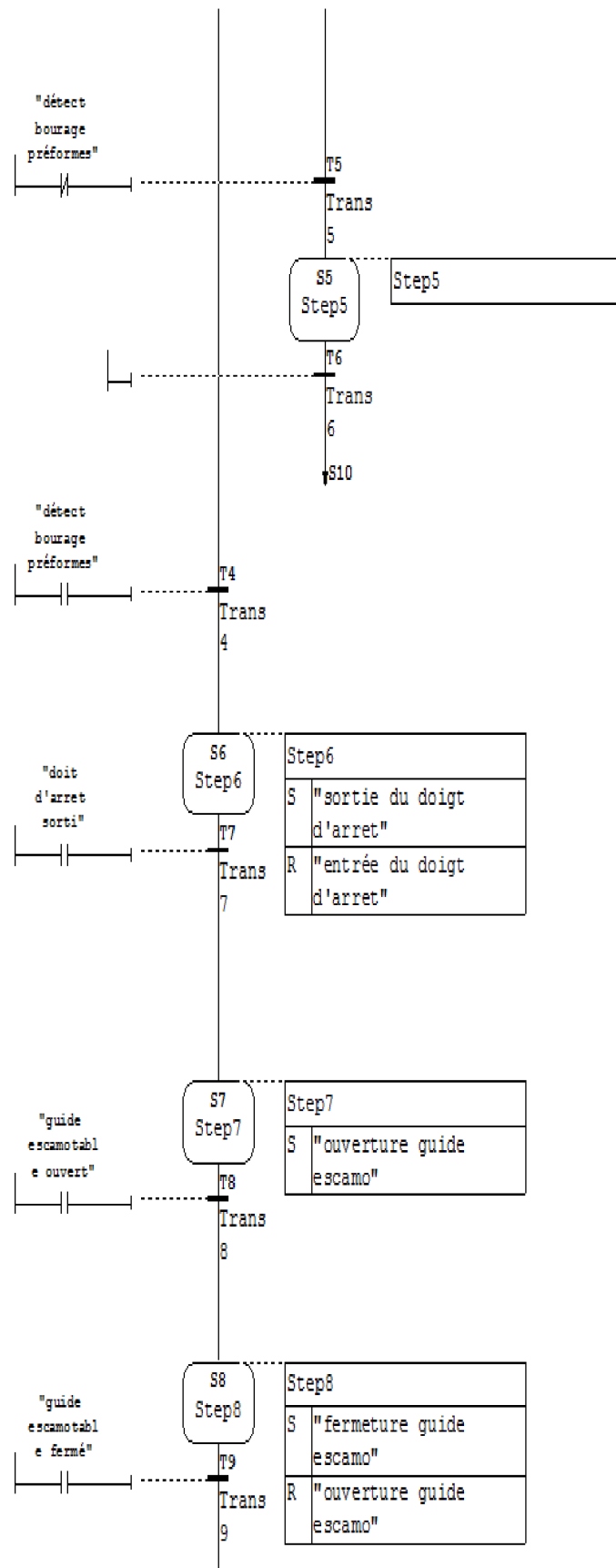


II.6.Modélisation de station

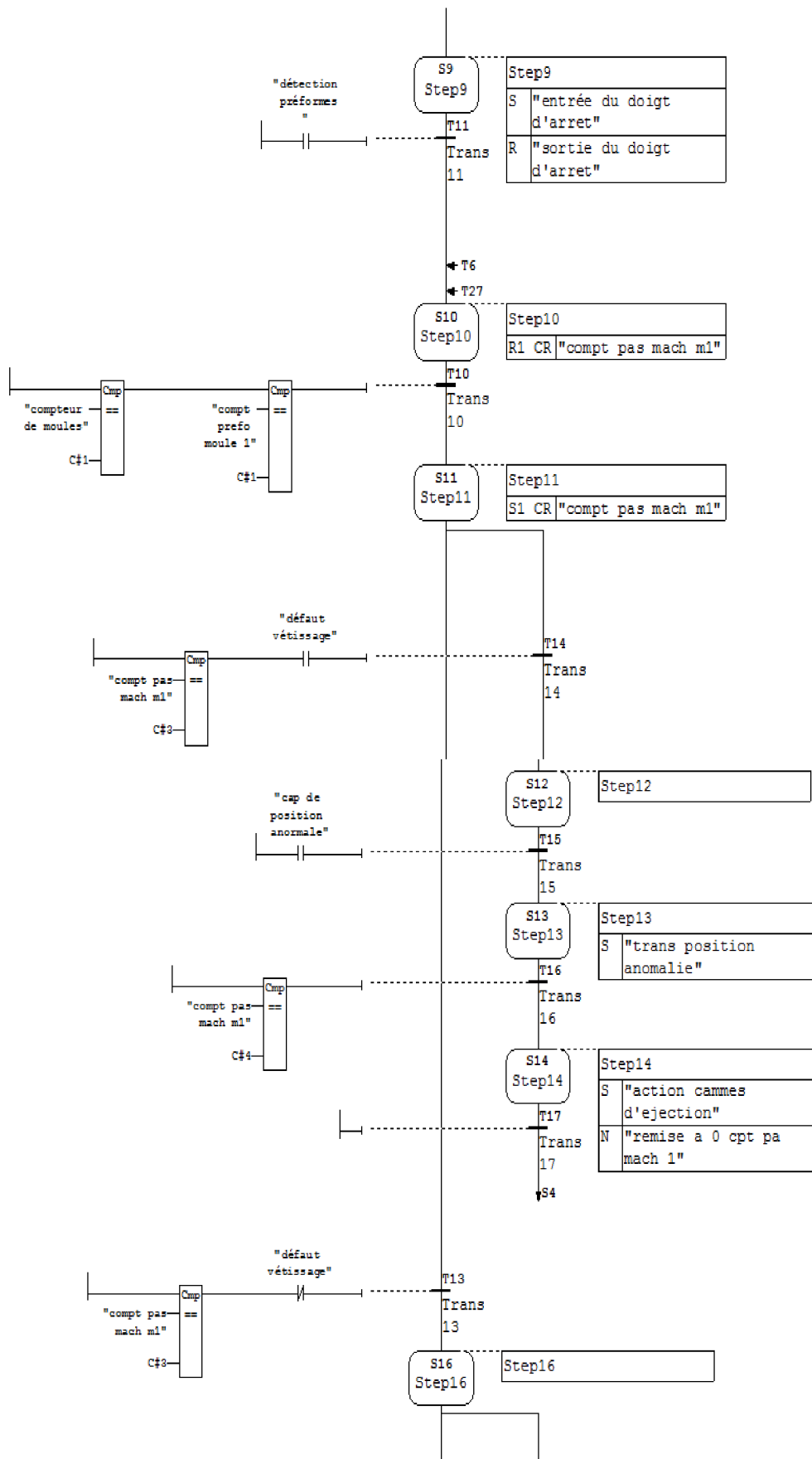
II.6.1.Grafcet niveau 1 (pour la table des mnémoniques voir annexe I)

Le fonctionnement de notre station est résumé dans le modèle grafcet suivant :

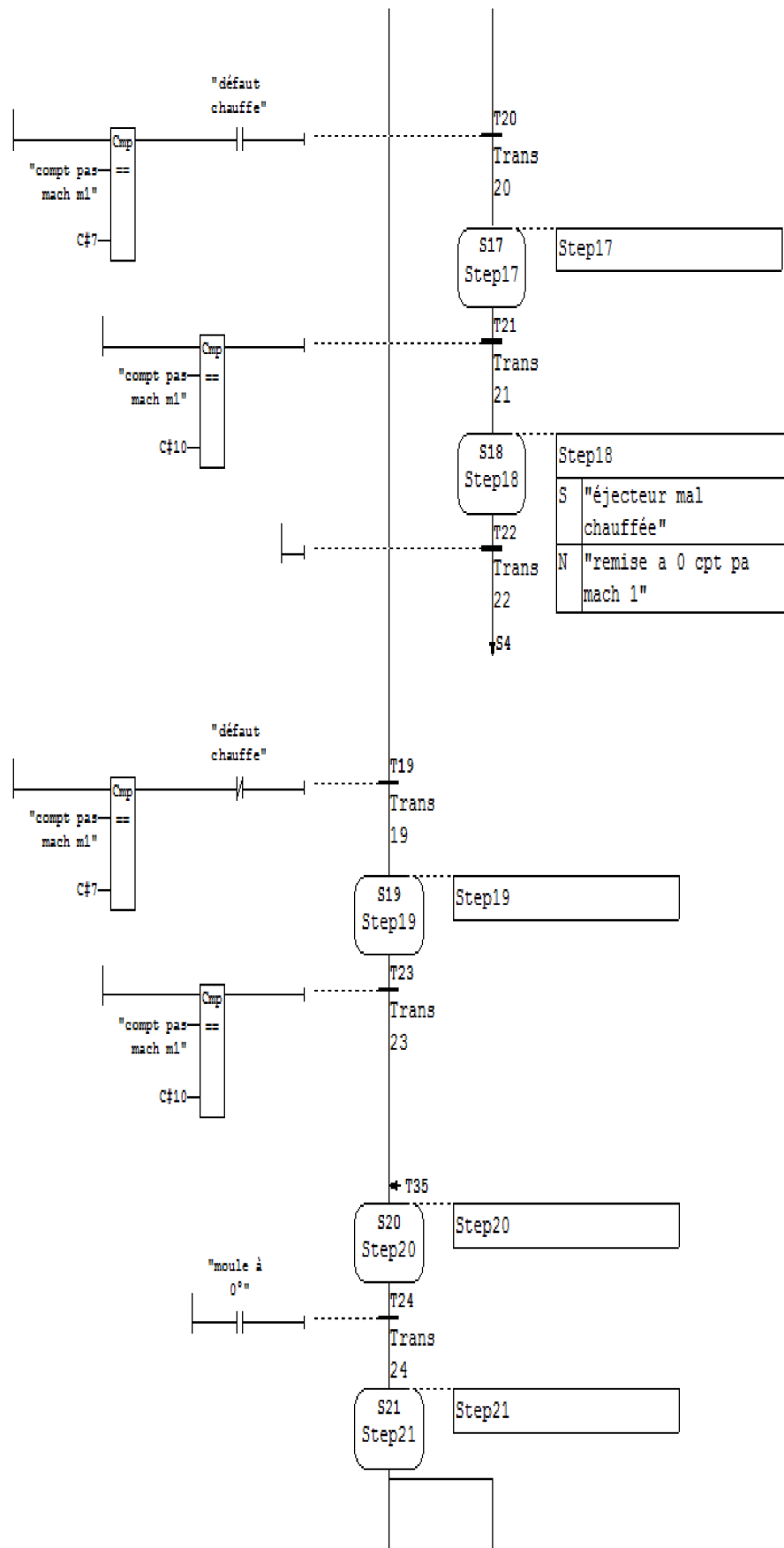




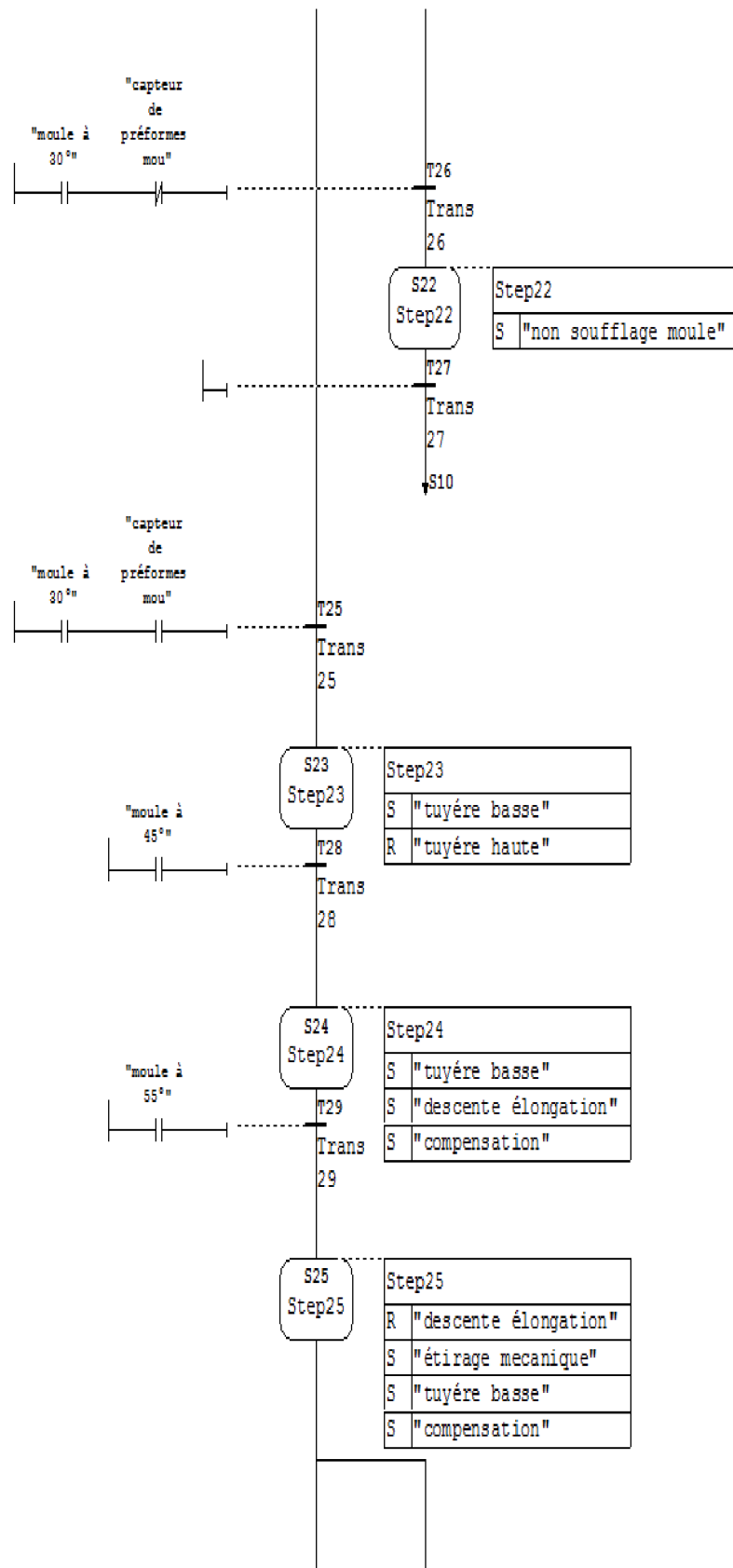
Chapitre II : Modélisation de la station par Grafset



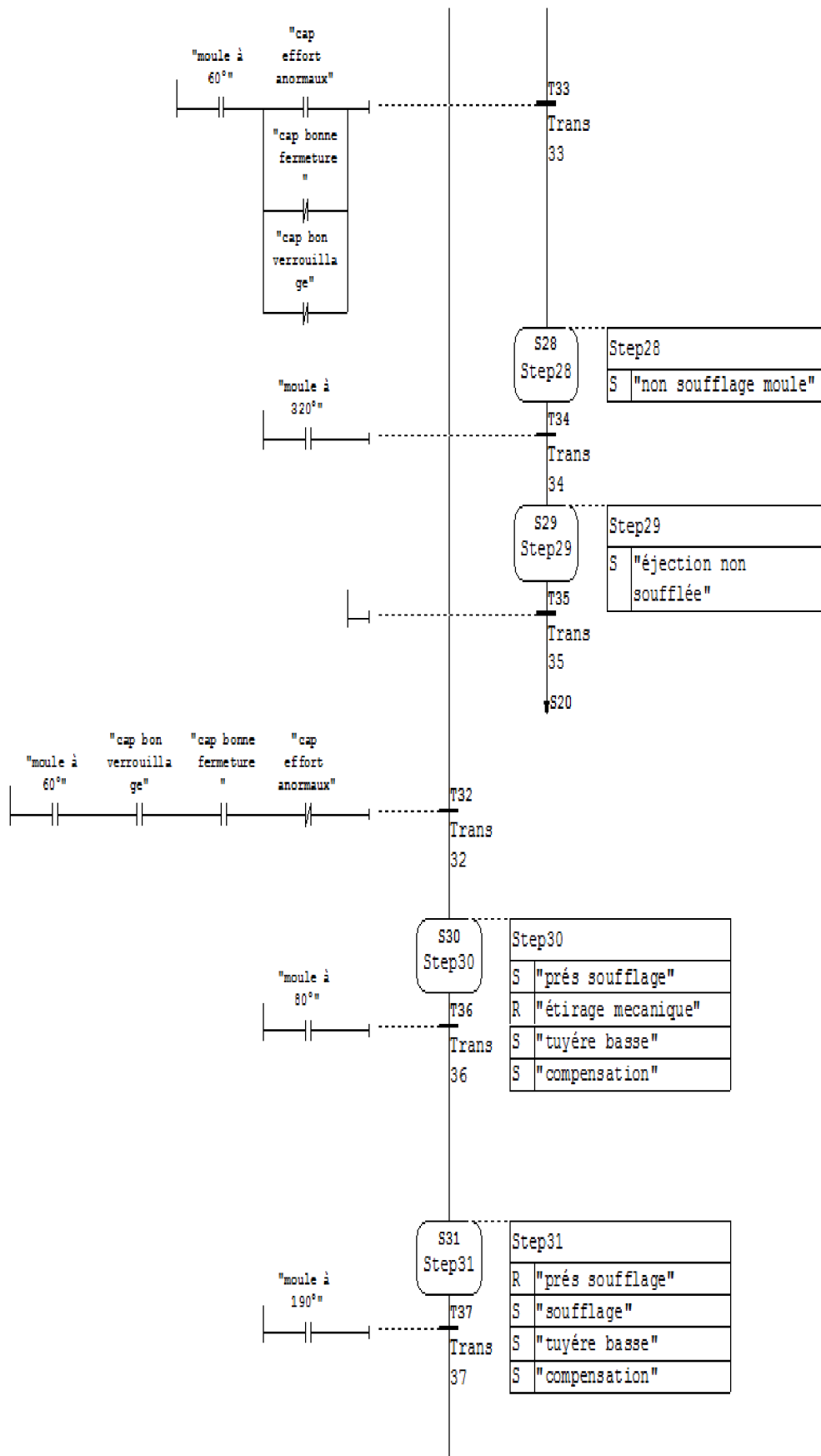
Chapitre II : Modélisation de la station par Grafset



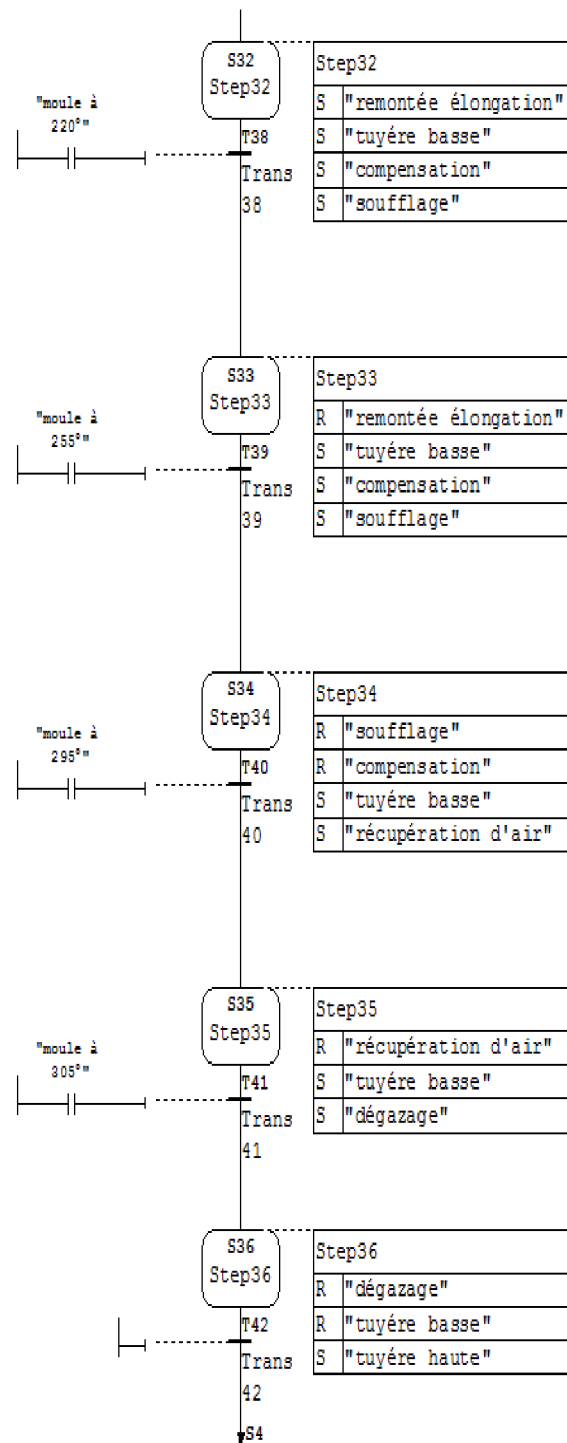
Chapitre II : Modélisation de la station par Grafset



Chapitre II : Modélisation de la station par Grafset



Chapitre II : Modélisation de la station par Grafcet



Conclusion

Dans ce chapitre nous avons élaboré un modèle programmable avec l’outil GRAFCET vu qu’il répond à nos besoins. Ce dernier est un outil de modélisation très puissant qui permet facilement le passage d’un cahier des charges fonctionnel à un langage facile à implémenter dans un automate programmable industriel.

Chapitre III

*Les automates
programmables (API)
S7-400 et logiciel de
programmation Step7*

Introduction

Après la description du fonctionnement de la souffleuse et sa modélisation à l'aide de l'outil GRAFCET, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-400. Mais avant, nous avons jugé nécessaire de présenter l'automate utilisé ainsi que les critères du choix de ce dernier.

III.1. Définition d'un automate programmable industriel (API)

Un Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable par un personnel non informaticien et 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 [2].

Les automates SIMATIC S7 :

- 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.

III.2. Choix d'un API

Après établissement et exposition du cahier des charges d'un système il revient à l'utilisateur le choix parmi tant d'autres de l'automates le mieux adapté aux besoins, en prenant compte d'un bon nombre de critères importants :

- ✓ Le nombre d'entrées/sorties
- ✓ La nature des entrées/sorties (numérique, analogique, etc)
- ✓ La nature du traitement (temporisation, comptage, etc)
- ✓ Le dialogue (la console détermine le langage de programmation)
- ✓ La communication avec les autres systèmes
- ✓ Les moyens de sauvegarde du programme (disquette, carte mémoire, etc.....)
- ✓ La fiabilité et la robustesse
- ✓ Le choix de la société ou d'un groupe et les contacts commerciaux

En tenant compte de tous ces points jugés indispensable pour un choix judicieux d'un automate adéquat, les ingénieurs ont opté pour l'automate SIEMENS S7-400.

III.3. présentation de l'automate S7-400

L'automate programmable industriel S7-400 fabriqué par SIEMENS est un automate qui couvre le haut et le très haut de gamme, ou chaque tâche d'automatisation peut être résolue par un choix approprié des ses constituants.

Les modules S7-400 se présentent sous forme de boîtiers que l'on adapte sur un châssis.

Des châssis d'extension sont à disposition pour faire évoluer le système. Nous vous présentons les constituants essentiels à partir desquels vous pouvez composer un S7-400.

III.4. Caractéristiques du S7-400

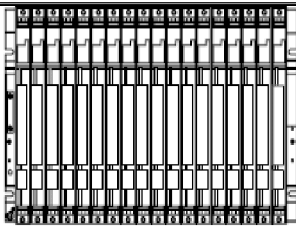
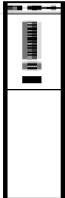



Le S7-400 réunit tous les avantages de ses prédécesseurs avec les avantages que confèrent un système et un logiciel actualisés. Ce sont :

Chapitre III : les automates programmables (API) S7-400 et logiciel de programmation Step7

- Des CPU de puissances échelonnées,
- Des CPU à compatibilité ascendante,
- Des modules sous boîtiers d'une grande robustesse,
- Une technique de raccordement des modules de signaux des plus confortables,
- Des modules compacts pour un montage serré,
- Des possibilités de communication et de mise en réseau optimales,
- Une intégration confortable des systèmes de contrôle-commande,
- Le paramétrage logiciel de tous les modules,
- Une grande liberté dans le choix des emplacements,
- Un fonctionnement sans ventilation,
- Le multitraitement en châssis non segmenté.

III.5. Constituants d'un S7-400 [2]

Les principaux constituants d'un S7-400 et leur fonction sont listés dans le tableau suivant :

Constituants	Fonction	Illustration
Châssis (UR = Universal Rack) (CR = Central Rack) (ER = Extension Rack)	forment la structure d'accueil mécanique et électrique pour les différents modules du S7-400.	
Modules d'alimentation (PS = Power Supply) Accessoire : pile de sauvegarde	convertissent la tension de secteur (120/230 V ça ou 24 V cc) en tensions de fonctionnement pour le S7-400, à savoir 5 V cc et 24 V cc.	
Modules unité centrale (CPU = Central Processing Unit)	exécutent le programme utilisateur; communiquent avec d'autres CPU et/ou avec une PG par l'intermédiaire de l'interface MPI.	
Cartes mémoire	mémorisent le programme utilisateur et les paramètres	
Cartouche interface IF 964-DP	sert à la connexion de périphérie décentralisée via "PROFIBUS-DP"	

Chapitre III : les automates programmables (API) S7-400 et logiciel de programmation Step7




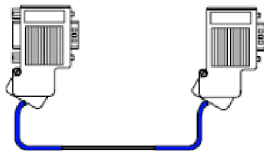
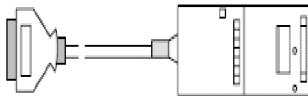

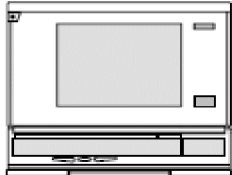


<p>Modules de signaux (SM = Signal Module) (modules d'entrées TOR, modules de sorties TOR, modules d'entrées analogiques, modules de sorties analogiques) Accessoire : connecteur frontal avec trois techniques de connexion</p>	<p>adaptent les différents niveaux des signaux de processus à l'automate programmable S7-400. forment l'interface entre l'AP et le processus.</p>	
<p>Coupleurs (IM = Interface Module) Accessoire : câble de liaison connecteur de terminaison</p>	<p>font la liaison entre les différents châssis d'un S7-400.</p>	
<p>Goulotte à câbles</p>	<p>sert à la fois de guide-câble et de canal d'aération.</p>	
<p>Câbles bus PROFIBUS</p>	<p>relient les CPU et les consoles de programmation PG.</p>	
<p>Constituants de bus PROFIBUS, par exemple terminal de bus PROFIBUS</p>	<p>font la connexion entre le S7-400 et d'autres S7-400 ou PG.</p>	
<p>Répéteur RS 485</p>	<p>amplifie les signaux sur le bus et assure la jonction de segments de bus.</p>	
<p>Console de programmation (PG) ou PC avec logiciel STEP 7</p>	<p>sert à configurer, à paramétrer, à programmer et à tester le S7-400</p>	
<p>Unité de ventilation (nécessaire sur certains sites)</p>	<p>sert à ventiler les modules dans des conditions d'utilisation particulières; peut être utilisé avec ou sans filtre.</p>	
<p>Câbles PG</p>	<p>font la liaison entre une CPU et une PG.</p>	

Tableau III : Récapitulatif des constituants d'un automate S7-400

III.5.1. Emplacement du numéro de référence et de la version

Le numéro de référence et la version sont imprimés sur chaque module du SIMATIC S7-400.

Pour les CPU, la version de firmware est également indiquée.

La figure suivante montre leur emplacement sur les modules. Un X figure à la place du chiffre correct représentant la version. La figure ci-dessous montre un module de version 1.

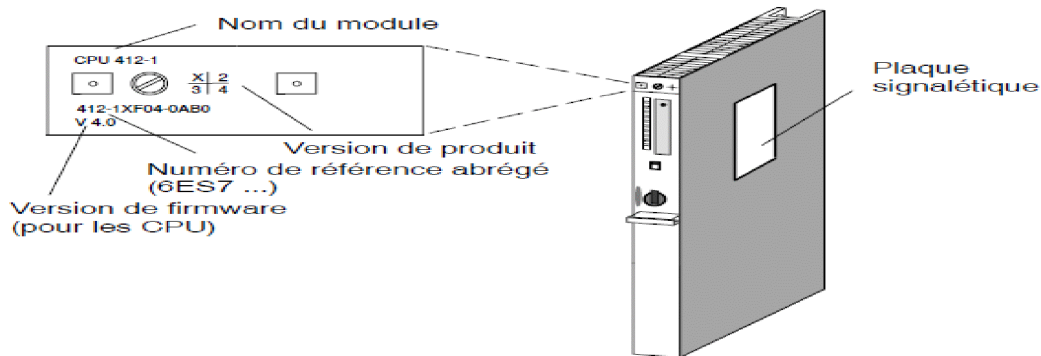


Figure III.1 : Emplacement du numéro de référence d'un automate S7-400

III.5. 2.Exemple d'une plaque signalétique

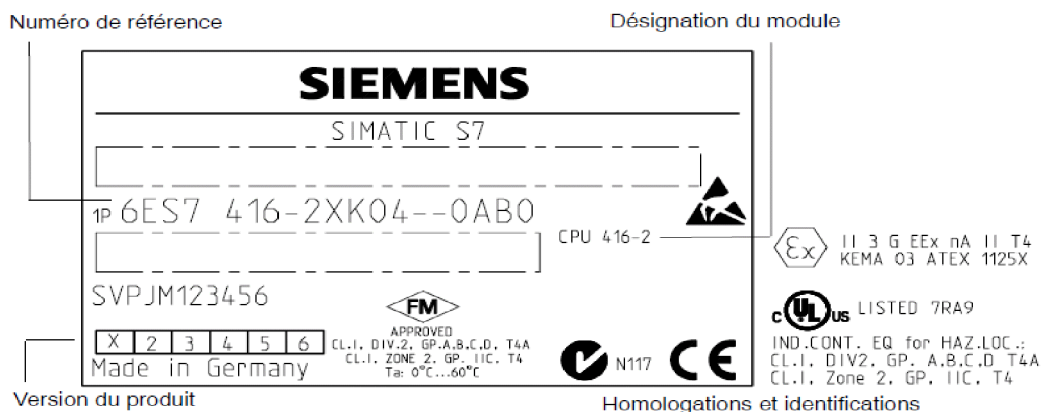


Figure III.2 : Plaque signalétique d'une CPU 416-2

III.6. Programmation de l'automate S7-400

III.6.1. Logiciel de programmation

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le progiciel de base. STEP 7 existe en plusieurs versions :

- STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATIC S7 - 200.
 - STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7 présentant des fonctionnalités supplémentaires :
- ✓ Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC (aussi Possibilités d'extension du logiciel de base STEP 7).

Chapitre III : les automates programmables (API) S7-400 et logiciel de programmation Step7

- ✓ Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication.
- ✓ Forçage et fonctionnement multiprocesseur.
- ✓ Communication par données globales.
- ✓ Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication et de blocs fonctionnels.
- ✓ Configuration de liaisons.

III.6.2. Fonctions du logiciel de base

Il assiste dans toutes les phases du processus de création de solutions d'automatisation, comme par exemple :

- La création et la gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création de programmes, par exemple pour les systèmes cible S7.
- Le chargement de programmes dans des systèmes cible.
- Le test de l'installation d'automatisation.

Le diagnostic lors des perturbations de l'installation. La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile.



Figure III.3 : Représentation des différents dispositifs pour créer une solution automatisée

III.6.3. Conception d'un programme avec STEP7

Avant la création d'un projet, différentes approches sont possibles. Et le choix de procédure dépend de l'ordre qui convient.

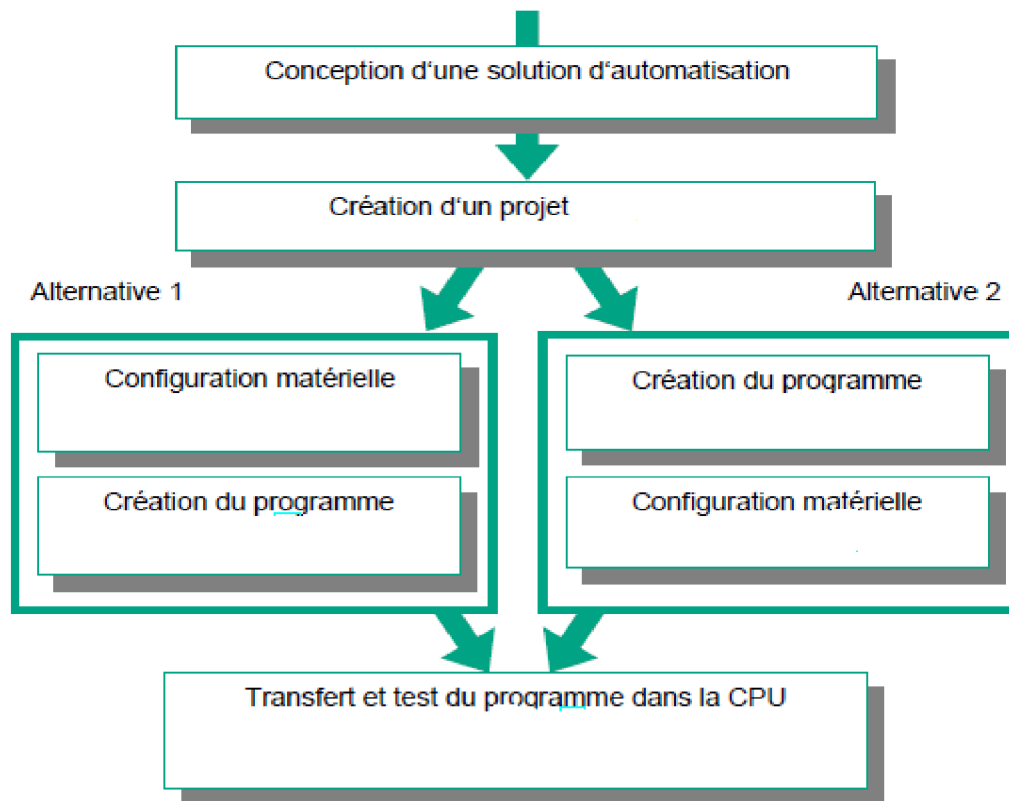


Figure III.4 : Organisation pour la création des projets sous STEP7

III.6.4. Configuration et paramétrage du matériel

➤ Configuration

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (alimentation, CPU, module, ...ect). Par la configuration, on entend dans ce qui suit la disposition de profilé, support ou chassais, de module, d'appareils de la périphérie décentralisé et de cartouche interface dans une fenêtre de la station.

Les profils supports sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre définis de modules. Tout comme dans les profils support ou châssis réels. Le STEP7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. On peut modifier les adresses des modules d'une station, à condition que la CPU permette l'adressage libre (cas de la CPU 315-2DP).

➤ Paramétrage

- ✓ Le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée et pour un réseau. Une CPU est un module paramétrable. La surveillance du temps de cycle est un paramètre qu'on peut définir.
- ✓ La définition des paramètres de bus des maîtres DP et d'esclaves DP pour un réseau maître (PROFIBUS – DP).

Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondant. Il est très facile de remplacer des modules, car les paramètres sont automatiquement chargés dans le nouveau module à la mise en route.

III.6.5. Blocs dans le programme utilisateur

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer un programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- Ecrire des programmes importants mais clairs.
- Standardiser certaines parties du programme.
- Simplifier l'organisation du programme.
- Modifier facilement le programme.
- Simplifier le test du programme, car vous pouvez l'exécuter section par section.
- Faciliter la mise en service.

➤ Types de bloc

Vous pouvez utiliser différents types de bloc dans un programme utilisateur S7 :

Bloc	Description de la fonction
Blocs d'organisation (OB)	Les OB déterminent la structure du programme utilisateur.
Blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC)	Les SFB et SFC sont intégrés à la CPU S7 et permettent de réaliser quelques fonctions systèmes importantes.
Blocs fonctionnels (FB)	Les FB sont des blocs avec "mémoire" programmable par l'utilisateur.
Fonctions (FC)	Les FC contiennent des routines de programmes pour les fonctions fréquemment utilisées.
Blocs de données d'instance (DB d'instance)	Les DB d'instance sont affectés au bloc FB/SFB appelé. Ils sont générés automatiquement lors de la compilation.
Blocs de données (DB)	Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur. Outre les données affectées respectivement à un bloc fonctionnel, et définir des données globales utilisables par tous les blocs.

Tableau III.2 : Récapitulatif des différents types de bloc dans un programme S7

III.7 .Configuration matérielle de la station (la souffleuse)

La configuration matérielle (racks), de modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on enfiche un nombre défini de module, comme dans les châssis réels.

STEP7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration (voir la figure ci-dessous).

Suivant le nombre d'entrées et sorties relevées sur la station (souffleuse), nous sommes arrivés à la configuration matérielle suivante:

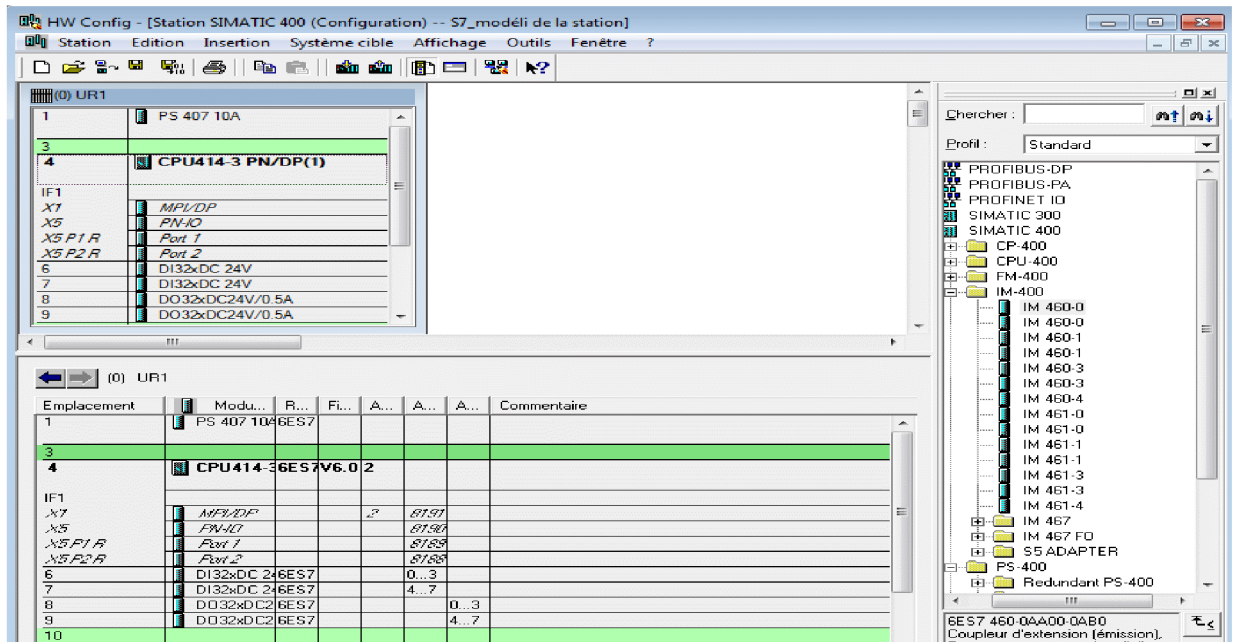


Figure III.9 : configuration matérielle de l'automate

III.8. Test du programme

Le programme à tester est chargé dans la S7-CPU où il est simulé et exécuté de façon identique à son traitement sur un matériel réel. S7-PLCSIM supporte aussi une interface qui permet d'échanger des données de processus entre S7-PLCSIM et d'autres applications Windows.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de réaliser le teste fonctionnel des blocs utilisateur SIMATIC S7 du programme de la chaîne de traitement de surface sur le pc indépendamment de la disponibilité de l'automate.

III.8.1. Exemple de programmation d'un compteur de préforme

La commande d'un compteur de préforme pour le moule 1.

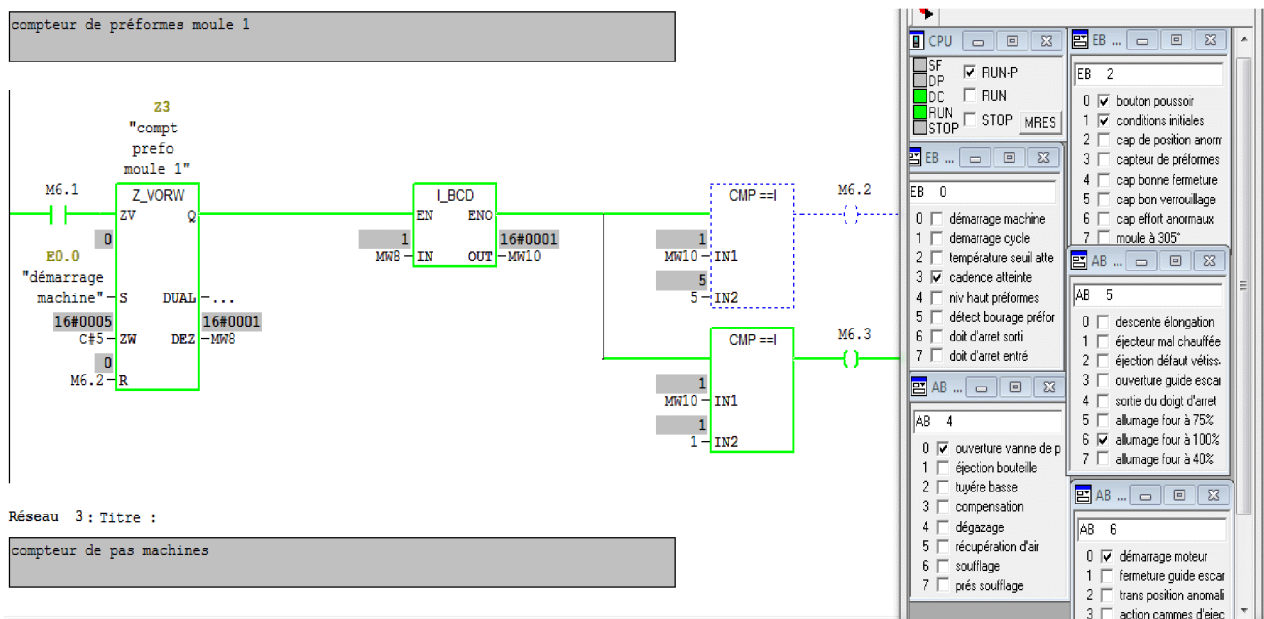


Figure III.10 : compteur de préforme pour moule 1

III.8.2. Exemple de programme en GRAFCET

Après le démarrage de la machine, et que la cadence est atteinte, allumage du four à 100%.

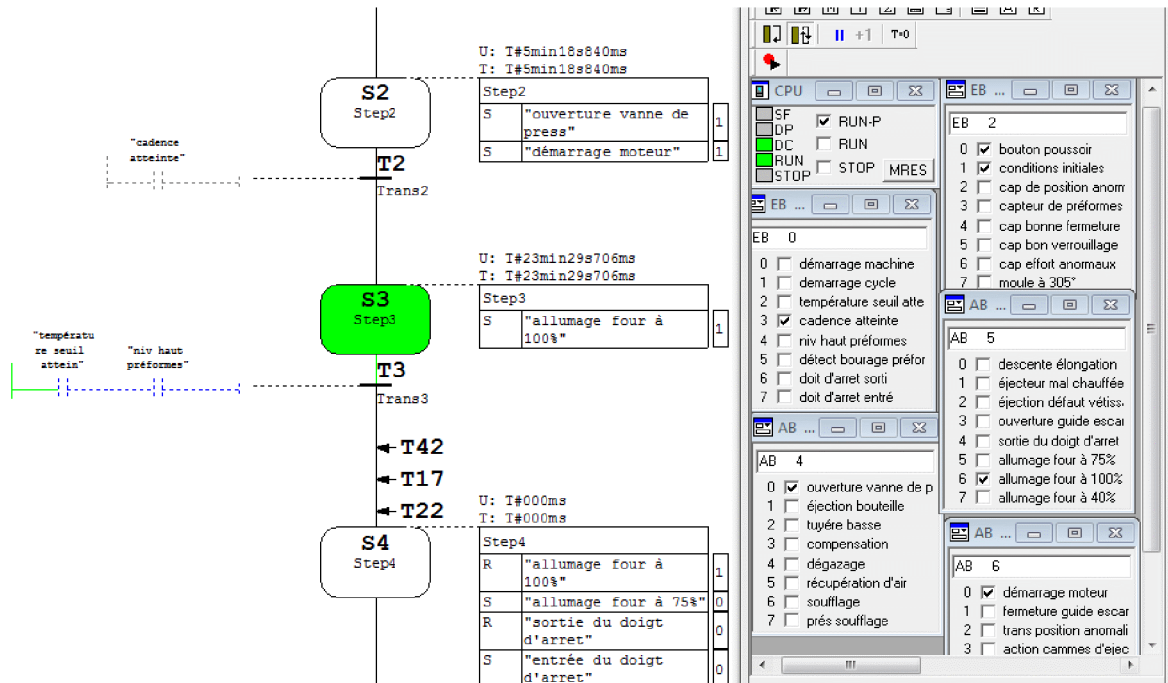


Figure III.11 : Allumage du four à 100%

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents modules constituant l'ensemble de l'automate S7-400, qui assure la commande de haute et très haute gamme.

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.

Chapitre IV

*Supervision de la station
à l'aide du WinCC
flexible 2008*

Introduction

Le logiciel de supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé. Il a essentiellement pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et de les mettre en forme (traitement).

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production ; il est donc essentiel de présenter à l'opérateur sous forme adéquate les informations sur le procédé nécessaire pour une éventuelle prise de décision.

Cette présentation passe par des images de synthèses qui représentent un ensemble de vues ; le processus est représenté par un synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

Outre le synoptique, on trouve aussi des vues d'alarmes, de statistiques, de régulations... etc.

IV.1 Constitution d'un système de supervision [5]

La plus part des systèmes de supervisions se composent d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

- **Module de visualisation**

Il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ces volumes de données instantanées.

- **Module d'archivage**

Il mémorise des données (alarmes et événements) pendant une longue période, et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenances ou de gestion de production.

- **Module de traitement**

Il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.

- **Module de communication**

Assure l'acquisition et le transfert de données et gère la communication avec les API et d'autre périphérique.

IV.2 Apport de la supervision

La supervision a un impact considérable sur le monde industriel, tant pour les exploitants que pour les entreprises.

- **Apport pour le personnel**

La supervision permet de dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles ; elle permet aussi de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

Elle offre à l'opérateur la possibilité de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des tâches de routine (vérification des paramètres, inspection des installations.....).

En situation d'exception (incendie, danger, situation à risque...), les actions à entreprendre sont cernées et bien décrites ; dans ce cas le système de supervision sert d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et l'aide à la décision.

- **Apport pour l'entreprise**

L'effet de la supervision sur l'entreprise est considérable, elle permet entre autre de :

Respecter les délais en diminuant le nombre de panne, car le suivi de l'entreprise dépend du respect des délais impartis.

Améliorer et maintenir la qualité de production, qui passe par le maintien des équipements en bon état de fonctionnement.

Réduire les coûts d'exploitation en diminuant les pertes de production liées aux pannes.

IV.3 Logiciel de supervision Win CC

Le Win CC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) ; autrement dit l'interface entre l'homme (l'opérateur) et la machine (le processus). Il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran.

Win CC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur ordinateur, pour système monopostes et multiposte.

Il fonctionne sous MICROSOFT WINDOW, autorise des solutions basées sur le Web et permet le transit des informations sur internet.

Il offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il mette à la disposition des opérateurs.

Les étapes de déroulement de la supervision sous Win CC sont résumées dans la figure suivante :

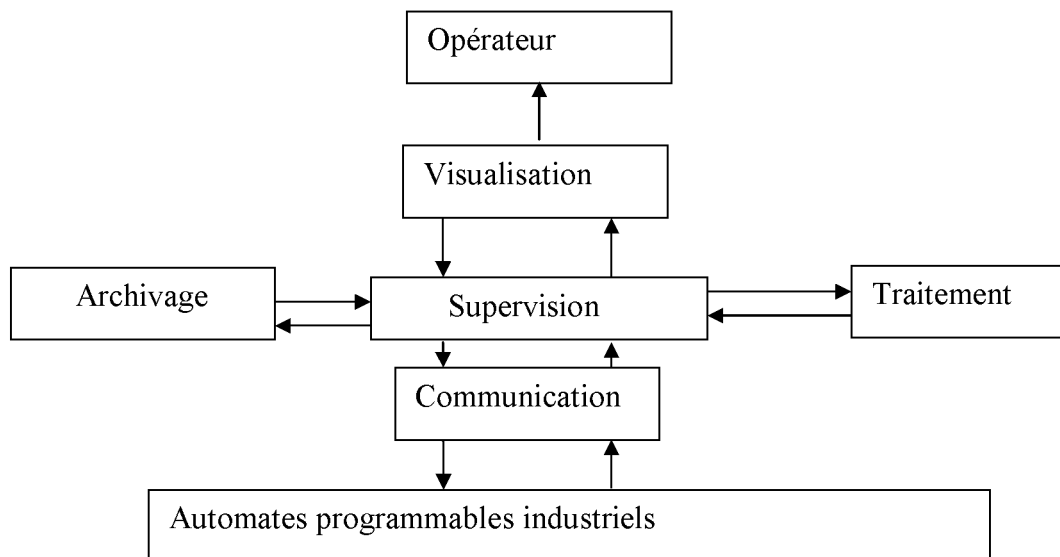


Figure IV.1 : Déroulement de la supervision

IV.3.1 Positionnement dans l'environnement IHM

Win CC s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information :

Faisant partie du concept TIA de Siemens (Totally Integrated Automation), Win CC s'avère particulièrement efficace dans le cadre d'une mise en œuvre avec des automates programmables de la

famille de produits SIMATIC. Les automates programmables d'autres marques sont bien entendus également pris en charges.

Les données Win CC peuvent être échangées avec d'autres solutions de TIA via des interfaces standardisées.

IV.3.2 Différents niveaux de performance

Les systèmes IHM SIMATIC sont des systèmes de visualisation. Les différents produits se distinguent par leurs fonctionnalités, leurs performances, la plateforme matérielle et les interfaces ouvertes.

Les systèmes IHM SIMATIC simples sont de petits panneaux de commande et d'affichage.

Ils constituent le bas de la gamme de produits IHM. SIMATIC WinCC est un système de visualisation haut de gamme.



Figure IV.2 : Systèmes de visualisations Protool et Win CC

IV.4 Composants du système

IV.4.1 Structure du système

Win CC est un système modulaire. Il se compose du système de base Win CC auquel viennent s'ajouter les options et additions Win CC.

IV.4.2 Système de base Win CC

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

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

Le système de base Win CC se subdivise en logiciel de configuration (CS) et en logiciel Runtime (RT) :

- Le logiciel de configuration permet de créer un projet.
- Le logiciel Runtime permet de mettre le projet en œuvre dans le cadre du processus.

IV.4.3 Options Win CC

Les options Win CC permettent d'étendre les fonctions du système de base Win CC. Une licence particulière est requise pour chaque option mise en œuvre.

Le support des options Win CC est assuré directement par la hotline SIMATIC.

IV.4.4 Configurations typiques [5]

IV.4.4.1 Flexibilité

Win CC permet de réaliser différentes configurations de système. Vous n'êtes par ailleurs pas lié à une configuration une fois définie, mais vous pouvez également transformer ultérieurement p. exemple une configuration monoposte en configuration multiposte. Vous pouvez ainsi étendre progressivement votre configuration.

IV.4.4.2 Configurations

D'une manière générale, Win CC permet de réaliser les configurations suivantes :

- Système monoposte.
- Système multiposte avec un serveur et plusieurs clients.
- Système client web pour la connexion de clients via l'intranet ou Internet.
- Système réparti à plusieurs serveurs.
- Système redondant pour une disponibilité maximale.

IV.5 Intégration dans l'environnement SIMATIC

IV.5.1 Communication

IV.5.1.1 Fonctions de la communication

La communication avec d'autres applications, telles que Microsoft Excel ou SIMATIC ProTool s'effectue sur la base de la norme OPC (OLE for Process Control). Grâce au serveur OPC intégré, Win CC met toutes les données de processus à la disposition des autres applications. Le client OPC également intégré permet à Win CC de recevoir les données issues d'autres serveurs OPC.

La communication entre Win CC et les automates programmables s'effectue via le bus de processus utilisé, Ethernet ou PROFIBUS. La gestion des communications est assurée par des pilotes de communication spécifiques, appelés canaux. Win CC est doté de canaux pour les automates programmables SIMATIC S5/S7/505 ainsi que de canaux non propriétaires tels que PROFIBUS DP, DDE et OPC. Il existe en outre un grand nombre de canaux disponibles en option ou sous forme d'additions pour presque tous les automates programmables courants.

IV.5.2 Communication avec les automates programmables

Dans le cadre des échanges de données, les variables de projet constituent le lien entre Win CC et les automates programmables. Chaque variable du projet de Win CC correspond à une valeur de projet déterminée dans la mémoire de l'un des automates programmables connectés. Au Runtime, Win CC lit

sur l'automate programmable la zone de données dans laquelle cette valeur du projet est enregistrée et détermine ainsi la valeur des variables du projet.

Inversement, Win CC peut également écrire des données sur l'automate programmable. Ces données étant ensuite traitées par l'automate programmable, vous pouvez ainsi piloter le procès au travers de Win CC.

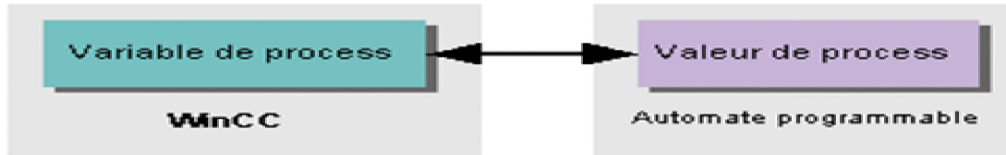


Figure IV.3 : Communication de Win CC avec les API

IV.5.2.1 Unités de canal, liaisons logiques, variables de procès

La communication entre Win CC et les API s'effectue via des liaisons logiques. Les liaisons logiques sont structurées en plusieurs niveaux hiérarchiques. Ces différents niveaux se reflètent dans la structure hiérarchique de Win CC Explorer.

IV.5.2.2 Utilisation directe de mnémoniques STEP 7 sous Win CC

La continuité de la configuration et de la programmation permet d'utiliser directement les mnémoniques de STEP 7 sous Win CC.

Les variables de processus sont le lien de communication entre les automates programmables et le système IHM. Sans les avantages de la Totally Integrated Automation, il faudrait définir chaque variable deux fois : une fois sur l'automate programmable et une fois sur le système IHM. Il en résulte non seulement un double travail mais également un très grand risque d'erreur.

On peut accéder directement sous Win CC à la table des mnémoniques définie sous STEP 7. Le dialogue de sélection des variables de Win CC affiche une liste de toutes les variables de l'automate programmable S7. Il nous suffit de sélectionner les variables requises dans cette liste sans être obligé de les créer sous Win CC.

IV.5.2.3 Déroulement de la communication au Runtime

Au Runtime, le système a besoin de valeurs de procès actuelles. La liaison logique permet à Win CC de savoir sur quel automate programmable se trouve la variable de procès et quel canal assure la gestion des échanges de données. Les valeurs de procès sont transmises via le canal. Les données lues sont enregistrées dans la mémoire centrale du serveur Win CC.

Les opérations de communication requises sont optimisées par le canal de sorte à minimiser le trafic de données sur le bus de procès.

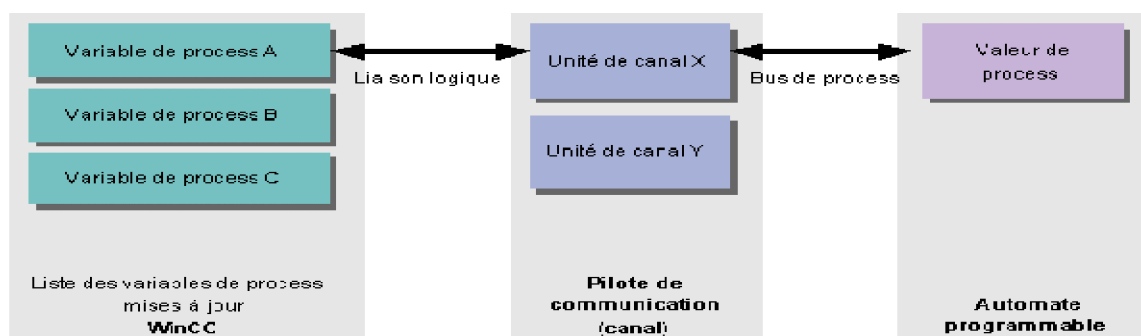


Figure IV.4 : Déroulement de la communication de Win CC avec l'API au Runtime

IV.5.2.4 Présentation

L'organigramme ci-après illustre l'interaction des sous-systèmes Win CC. Il fournit des informations importantes sur l'ordre chronologique de la configuration. Il n'est pas possible par exemple de configurer complètement l'Online Trend Control ou l'Online Table Control (en bas à gauche) tant que Tag Logging n'a pas été configuré.

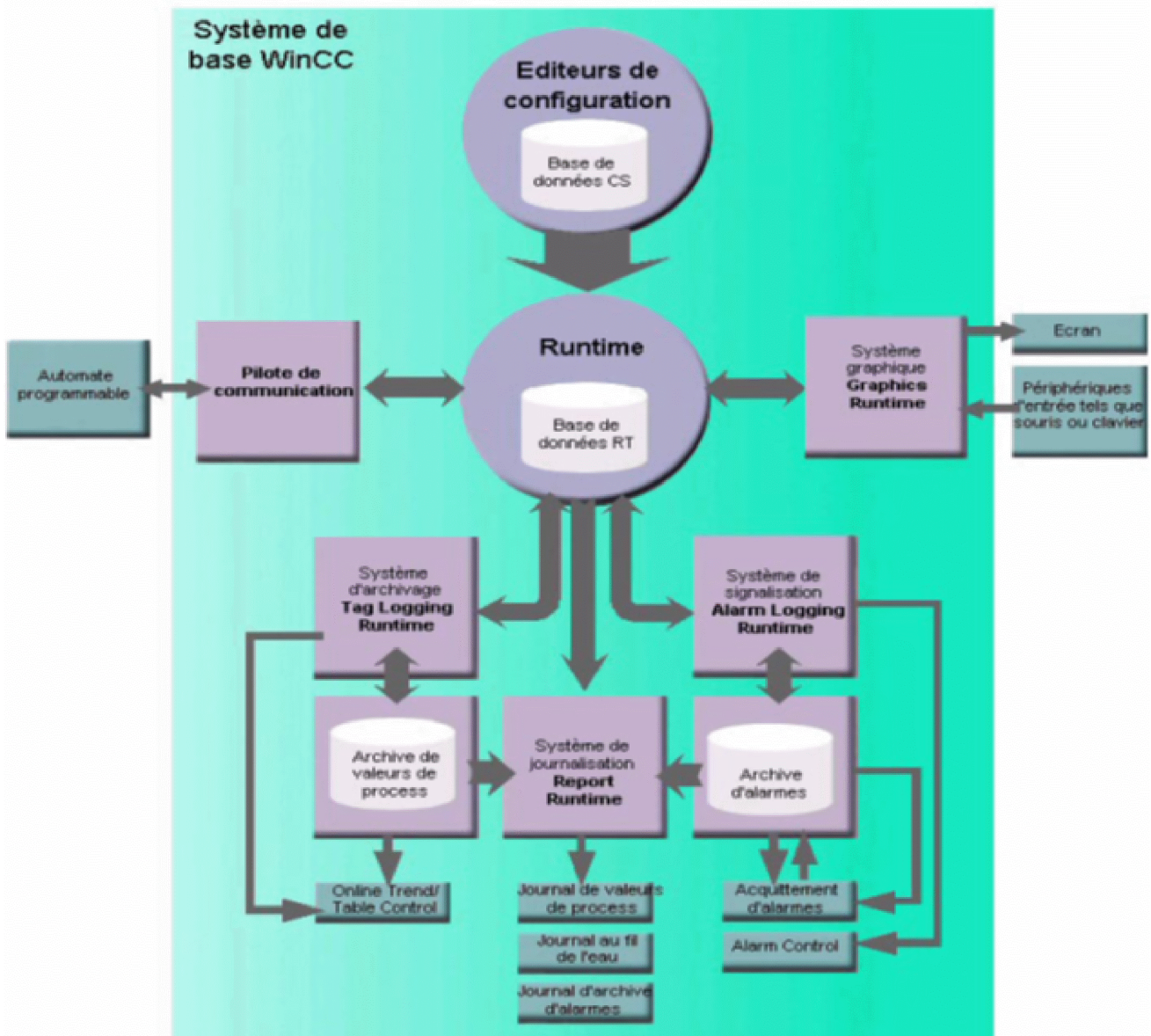


Figure IV.5 : Schéma de fonctionnement d'un système de base Win CC

IV.6 la liaison entre la station S7-400 et la station HMI

Les variables des processus représentent la liaison pour la communication entre le système d'automatisation et le système IHM. Sans les avantages des TIA (Totally Intergrated Automation), vous devriez définir chaque variable à deux reprises :

- Une fois pour le système d'automatisation
- Une fois pour le système IHM

L'intégration de SIMATIC STEP7 dans l'interface de configuration permet de diminuer la fréquence des erreurs et de réduire les tâches de configurations nécessaires. Durant la configuration, nous accédons directement à la table des mnémoniques de STEP7 ainsi qu'aux paramètres de communications.

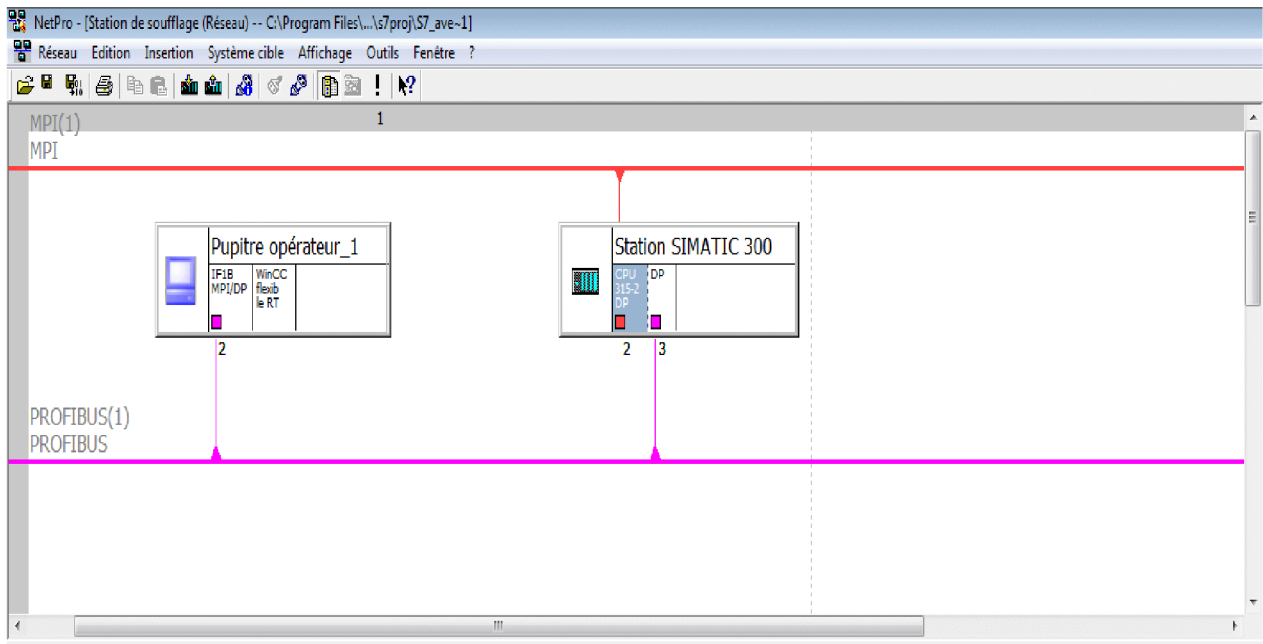


Figure IV.6 : liaison entre la station S7-300 et la station HMI

IV.7 Plateforme de supervision de la station

La plateforme proposé est constitué de :

- Accueil
- Vue démarrage
- Vue four
- Vue des moules
- Vue globale de la souffleuse

IV.7.1 Vue accueil

La vue d'accueil est la vue d'entrée qui sera tout le temps visible sur le pupitre qui sera placé sur notre station. Elle présente essentiellement les sigles de l'unité (SIDI RACHED). Cette vue contient des boutons poussoir qui permettent d'aller à l'une des vues.



Figure IV.7 : vue d'accueil

IV.7.2 Vue démarrage

Cette vue nous permet de démarrer ou bien arrêter la station en générale ou l'alimentateur et le four en particulier.

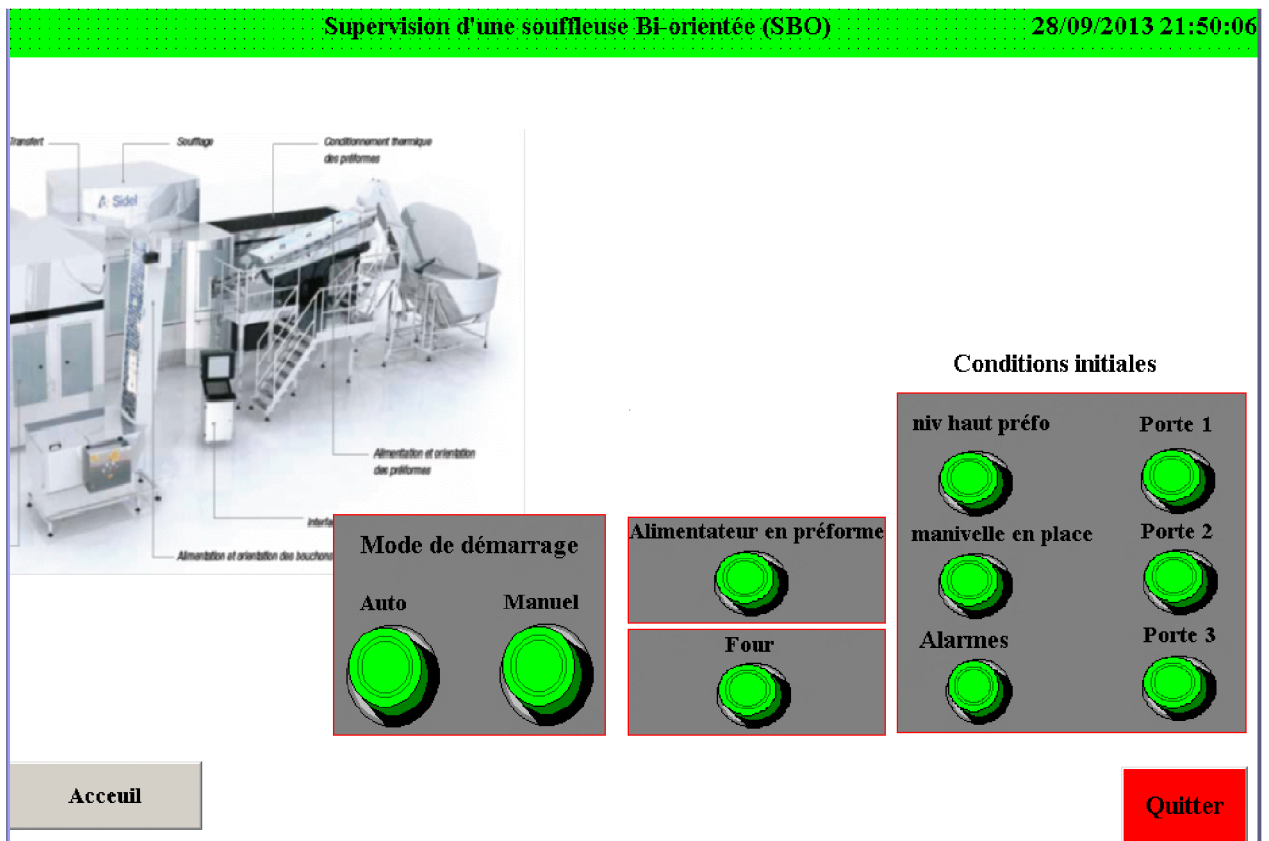


Figure IV.8 : Vue démarrage

IV.7.3 Vue four

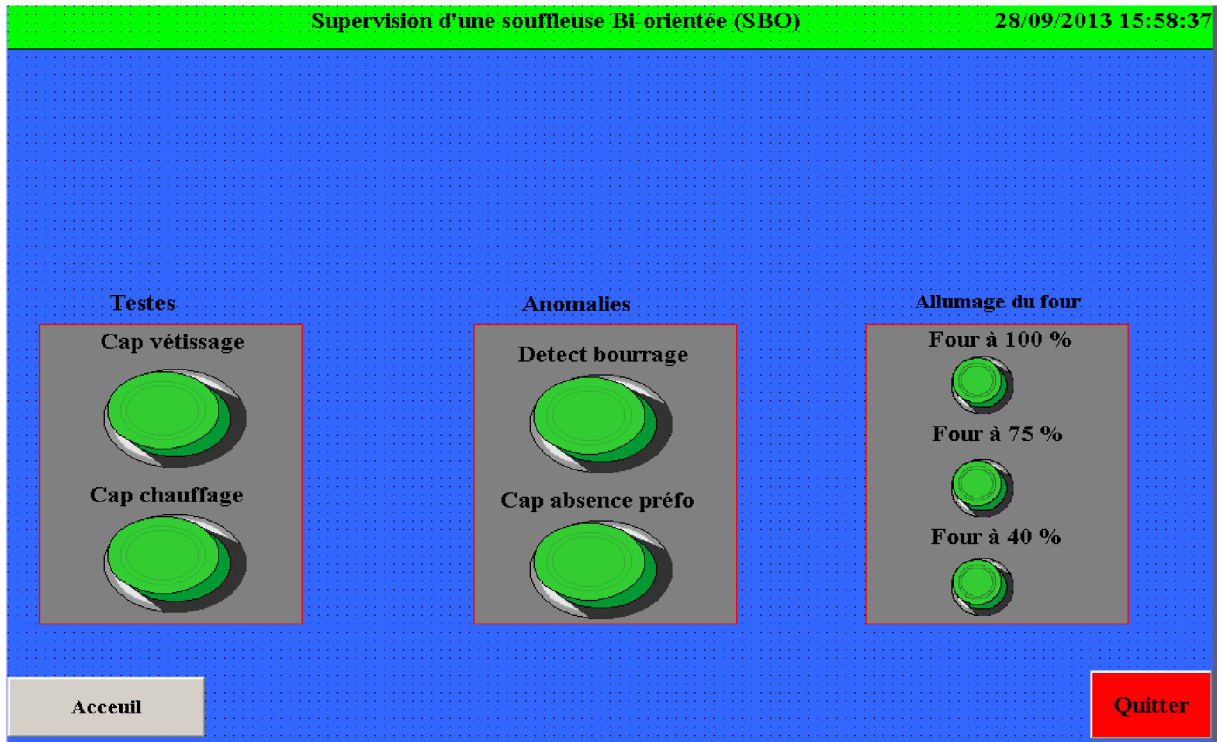


Figure IV.9 : Vue four

IV.7.4 Vue des moules

Cette vue est un aperçu de la succession des actions qui se déroulent dans le moule de soufflage.

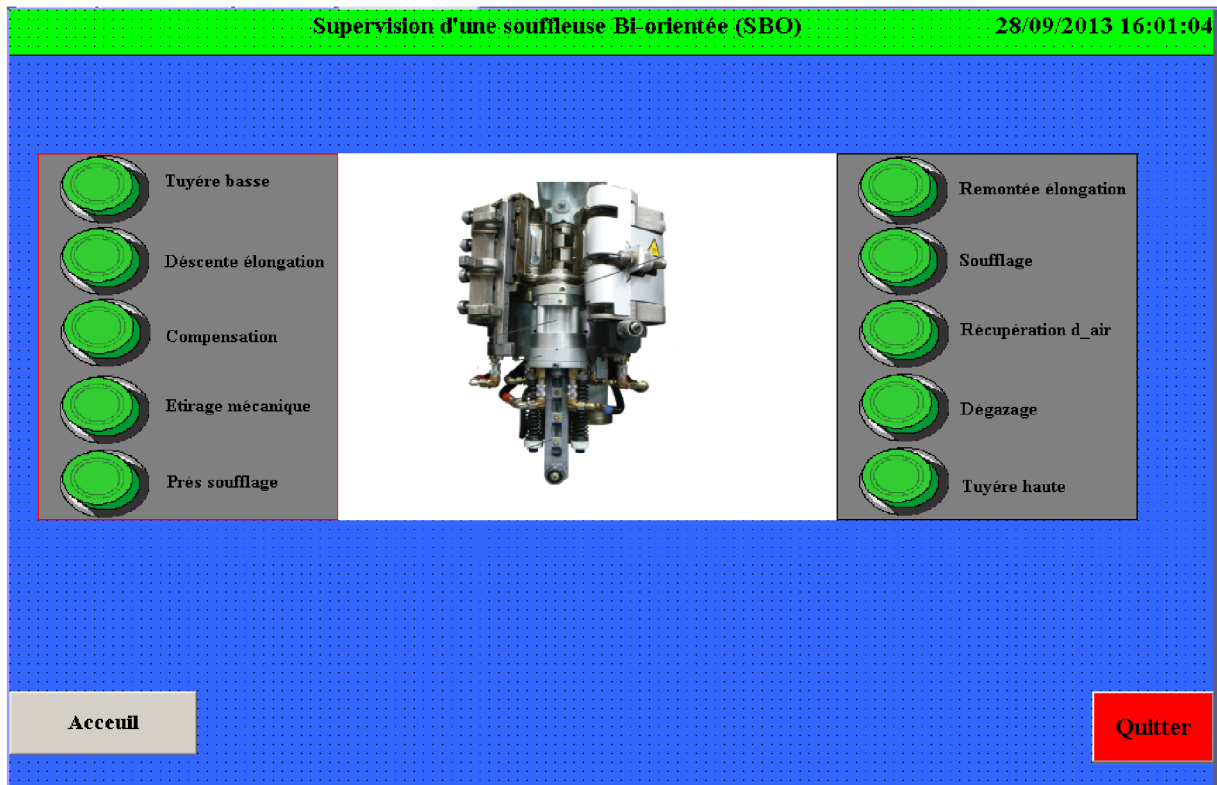


Figure IV.10 : Vue des moules

IV.7.5 Vue globale de la station

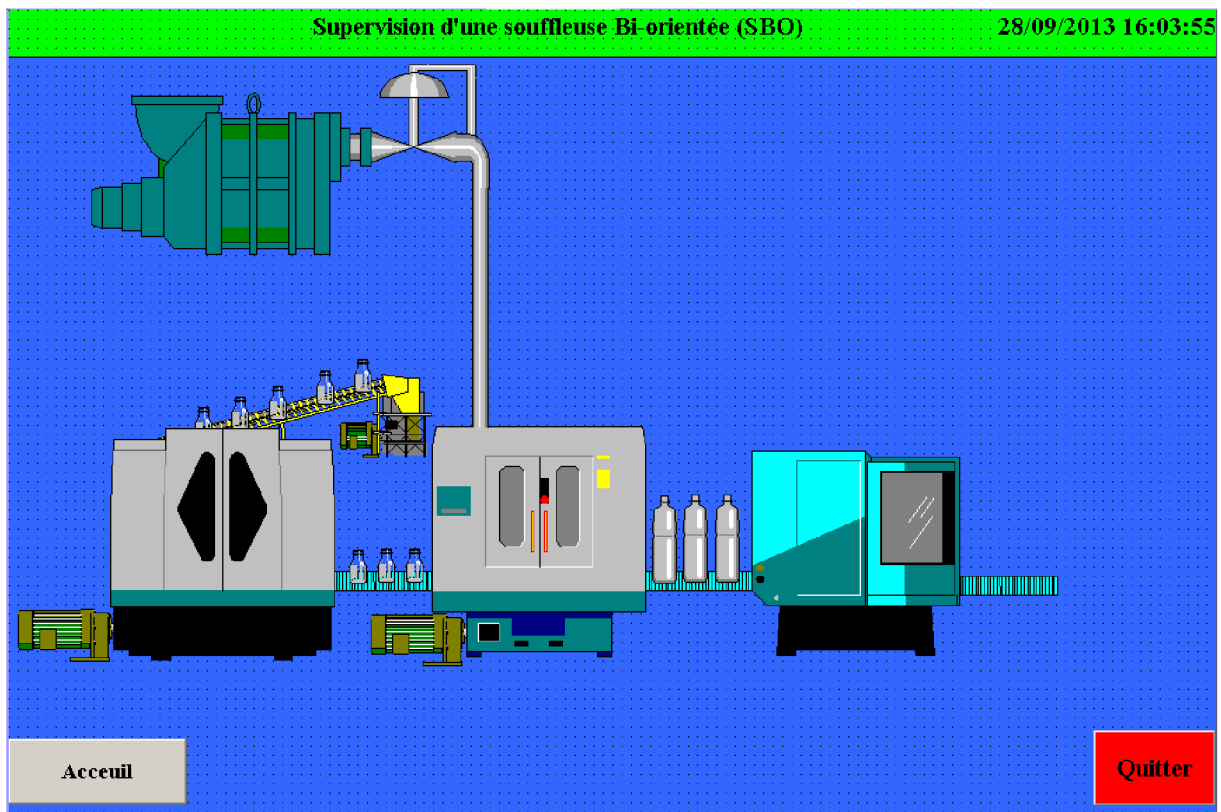


Figure IV.11 : Vue globale de la station

Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons donné un aperçu sur la plateforme de la supervision élaborée sous Win CC flexible laquelle permettra de gérer toutes les opérations assignées à la station. Cette plateforme permettra aussi de faciliter les tâches de maintenance et diagnostics.

Conclusion générale

Conclusion générale

Notre projet de fin d'études effectué au sein de la société algérienne des eaux minérales d'Oumalou (SAEMO) "SIDI RACHED" avait pour but, de contribuer à l'étude, la modélisation et la supervision d'une souffleuse Bi-orienté, constituée de trois blocs essentiels à savoir l'alimentation, chauffage, et soufflage.

Grace aux informations fournies par le personnel de l'entreprise (documentations et orientations...), nous sommes parvenus a bien comprendre le fonctionnement de la machine, et proposer ensuit un modèle programmable sur STEP7 et implantable industriellement.

Ce stage nous a été bénéfique à plus d'un titre. Il nous a permit entre autre de mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus, découvrir la réalité du monde industriel, ou encore se familiariser avec le milieu du travail, et l'acquisition d'une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel, en plus de la maitrise d'un certain nombre d'instruments et outils indispensables pour un automaticien tel que le Grafcet, la programmation par le langage STEP7, et les techniques de supervision.

Enfin, Le modèle de solution proposé dans ce mémoire ne pourra être réellement validé qu'une fois implanté sur un automate, mais les résultats obtenus dans la supervision nous rendent optimiste à ce sujet.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

[1] Documentation techniques interne de l'unité « eau minérale SIDI RACHED »,

SBO 6/8 – N° 10183.

[2] Documentations siemens sur STEP7 « programmer avec STEP7 » réf : 6ES7810 -4CA10 -8Cw0.

[3] Documentation techniques interne de l'unité « eau minérale SIDI RACHED »

MOVIMOT.MM...C avec AS- interface et moteurs triphasés DRS/DRE/DRP, réf : 168 17621.

[4] Maxime BORDIVAL, modélisation et optimisation numérique de l'étape de chauffage infrarouge pour la fabrication debouteilles en PET par injection-soufflage. 2009, thèse pour obtenir le grade docteur de l'école des mines de paris. spécialité « mécanique numérique ».

[5] Manuel utilisation WinCC flexible 2008, réf : 6AV6691 -1AB01 -3AC0.

[6] PIERRE Bonnet. Master GSI. Capteurs chaines de mesures « UNIVERSITE LILE 1-sciences et technologique ».

[7] Documentations DAFNOSS. VLT 5000. Réf. MG52A304 et MG52B104.

[8] PATRICK TRAU, cours Grafcet et sa mise en œuvre. UNIVERSIT2E LUIS PASTEUR. Institut professionnel des sciences et technologies.

[9] Documentation sur les variateurs pour moteur asynchrone movitrac 31c profibus.
Réf: VV_SEW_31C.DP_MOVITRAC.

Les
annexes

Annexe I

*Table des
mnémoniques*

Table des mnémoniques

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données
1		action cammes d'ejection	A 6.3	BOOL
2		ALARM_S	SFC 18	SFC 18
3		ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17
4		allumage four à 100%	A 5.6	BOOL
5		allumage four à 40%	A 5.7	BOOL
6		allumage four à 75%	A 5.5	BOOL
7		arrêt d'urgence	E 1.7	BOOL
8		bouton poussoir	E 2.0	BOOL
9		cadence atteinte	E 0.3	BOOL
1		cap bon verrouillage	E 2.5	BOOL
1		cap bonne fermeture	E 2.4	BOOL
1		cap de blocage	E 4.1	BOOL
1		cap de position anormale	E 2.2	BOOL
1		cap effort anormaux	E 2.6	BOOL
1		capt de préfo a l'entrée	E 4.7	BOOL
1		capteur de préformes mou	E 2.3	BOOL
1		compensation	A 4.3	BOOL
1		compt pas mach m1	Z 2	COUNTER
1		compt pas mach m2	Z 9	COUNTER
2		compt pas mach m3	Z 10	COUNTER
2		compt pas mach m4	Z 11	COUNTER
2		compt pas mach m5	Z 12	COUNTER
2		compt pas mach m6	Z 13	COUNTER
2		compt prefo moule 1	Z 3	COUNTER
2		compteur de moules	Z 1	COUNTER
2		compteur de préfo m 2	Z 4	COUNTER
2		compteur de préfo m 3	Z 5	COUNTER
2		compteur de préfo m 4	Z 6	COUNTER
2		compteur de préfo m 5	Z 7	COUNTER
3		compteur de préfo m 6	Z 8	COUNTER
3		conditions initiales	E 2.1	BOOL
3		CONT_C	FB 41	FB 41
3		cycle d'exécution	OB 1	OB 1
3		défaut chauffe	E 1.4	BOOL
3		défaut soufflage	E 1.5	BOOL
3		défaut vétissage	E 1.3	BOOL
3		dégazage	A 4.4	BOOL
3		démarrage machine	E 0.0	BOOL
3		démarrage moteur	A 6.0	BOOL
4		descente élongation	A 5.0	BOOL
4		défect bourage préformes	E 0.5	BOOL
4		détection préformes	E 1.2	BOOL

Table des mnémoniques

4		détection préformes	E	1.2	BOOL
4		doit d'arrêt entré	E	0.7	BOOL
4		doit d'arrêt sorti	E	0.6	BOOL
4		éjecteur mal chauffée	A	5.1	BOOL
4		éjection bouteille	A	4.1	BOOL
4		éjection défaut vétissag	A	5.2	BOOL
4		éjection non soufflée	A	7.3	BOOL
4		entrée du doigt d'arrêt	A	7.4	BOOL
5		étirage mecanique	A	7.0	BOOL
5		fermeture guide escamo	A	6.1	BOOL
5		G7_STD_3	FC	72	FC 72
5		guide escamotable fermé	E	1.1	BOOL
5		guide escamotable ouvert	E	1.0	BOOL
5		mal chauffée jetée	E	4.6	BOOL
5		mal veti jetée	E	4.5	BOOL
5		moule à 0°	E	3.0	BOOL
5		moule à 190°	E	3.4	BOOL
5		moule à 220°	E	3.5	BOOL
6		moule à 255°	E	3.6	BOOL
6		moule à 295°	E	3.7	BOOL
6		moule à 30°	E	3.1	BOOL
6		moule à 300°	E	3.2	BOOL
6		moule à 305°	E	2.7	BOOL
6		moule à 320°	E	3.3	BOOL
6		moule à 45°	E	4.0	BOOL
6		moule à 55°	E	4.4	BOOL
6		moule à 60°	E	4.3	BOOL
6		moule à 80°	E	4.2	BOOL
7		niv haut préformes	E	0.4	BOOL
7		non soufflage moule	A	7.2	BOOL
7		ouverture guide escamo	A	5.3	BOOL
7		ouverture vanne de press	A	4.0	BOOL
7		pas machine	E	1.6	BOOL
7		prés soufflage	A	4.7	BOOL
7		reception préforme	A	6.4	BOOL
7		récupération d'air	A	4.5	BOOL
7		remise a 0 des compteurs	E	0.1	BOOL
7		remise a 0 cpt pa mach 1	M	0.1	BOOL
8		remise a 0 cpt pa mach 2	M	0.2	BOOL
8		remise a 0 cpt pa mach 3	M	0.3	BOOL
8		remise a 0 cpt pa mach 4	M	0.4	BOOL
8		remise a 0 cpt pa mach 5	M	0.5	BOOL

Table des mnémoniques

8		remise a 0 cpt pa mach 6	M	0.6	BOOL
8		remontée élongation	A	6.6	BOOL
8		sortie du doigt d'arret	A	5.4	BOOL
8		soufflage	A	4.6	BOOL
8		température seuil attein	E	0.2	BOOL
8		temporisation	T	1	TIMER
9		TIME_TCK	SFC	64	SFC 64
9		trans position anomalie	A	6.2	BOOL
9		tuyère basse	A	4.2	BOOL
9		tuyère haute	A	6.5	BOOL
9		WR_USMSG	SFC	52	SFC 52

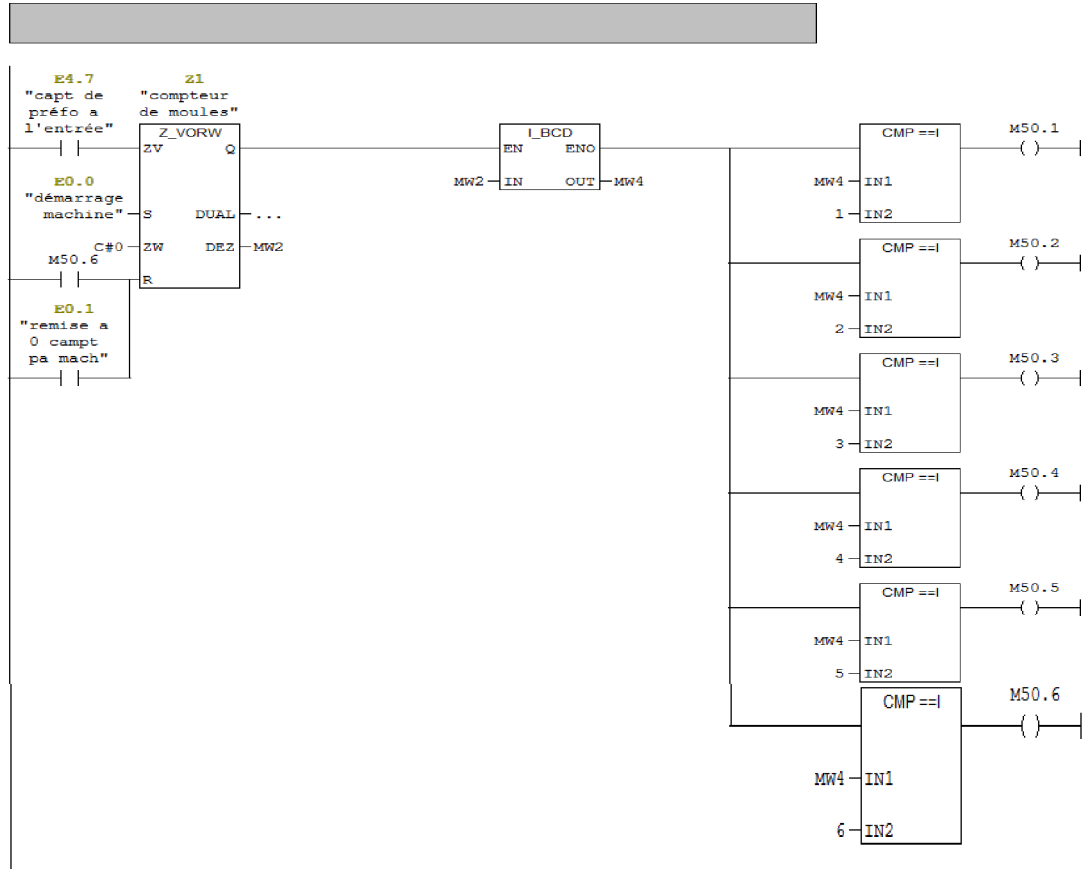
Annexe II

*Bloc de
programmation
OB1*

Bloc de programmation dans OB1

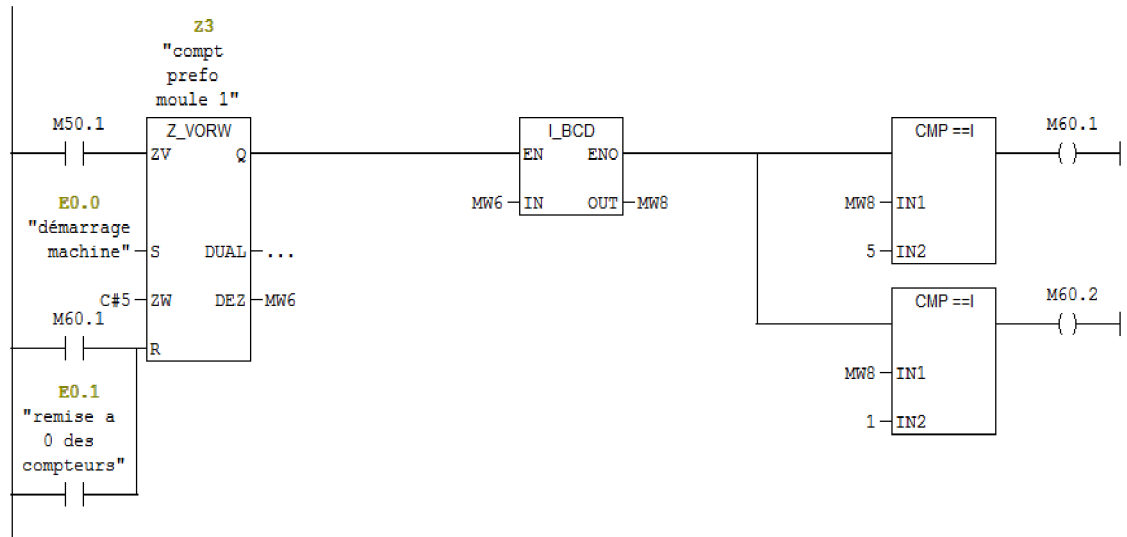
Programme dans le bloc OB1

Réseau 1 : compteur de moules



Réseau 2 : compteur de préformes moule 1

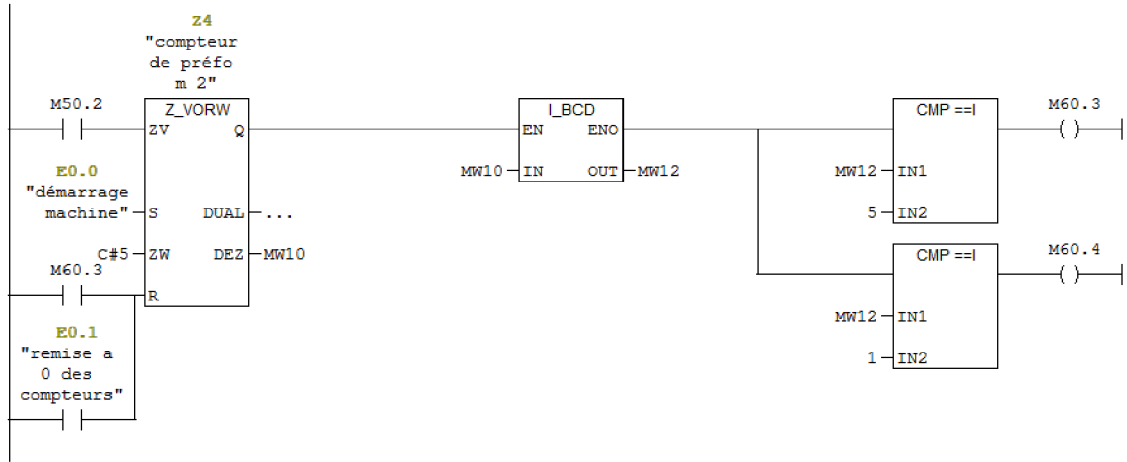
Commentaire :



Bloc de programmation dans OB1

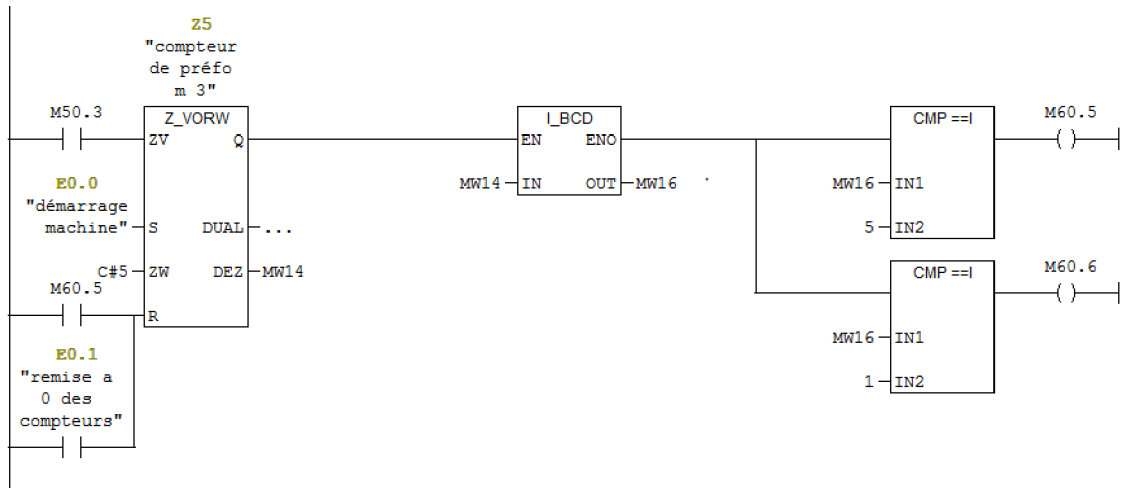
Réseau 3: Titre :

Commentaire :



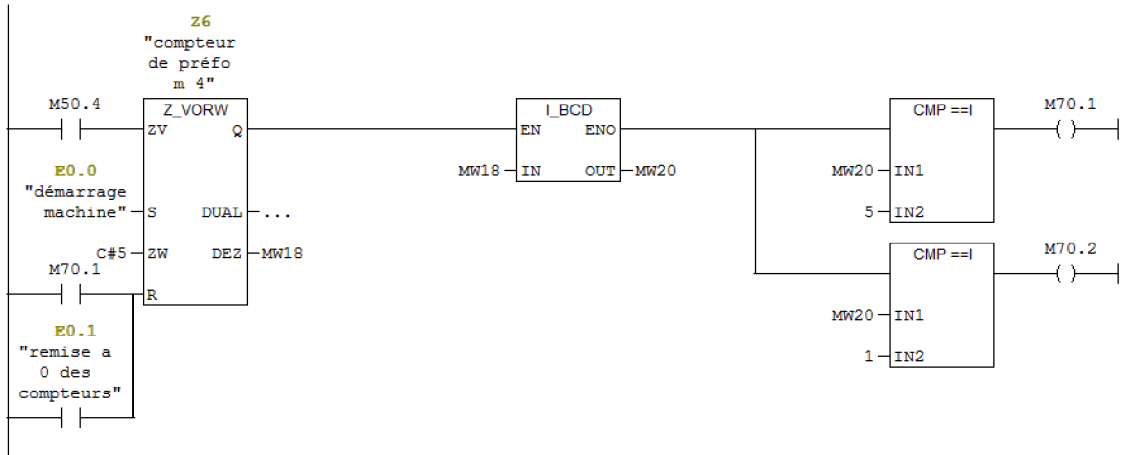
Réseau 4: compteur de préformes moule 3

Commentaire :



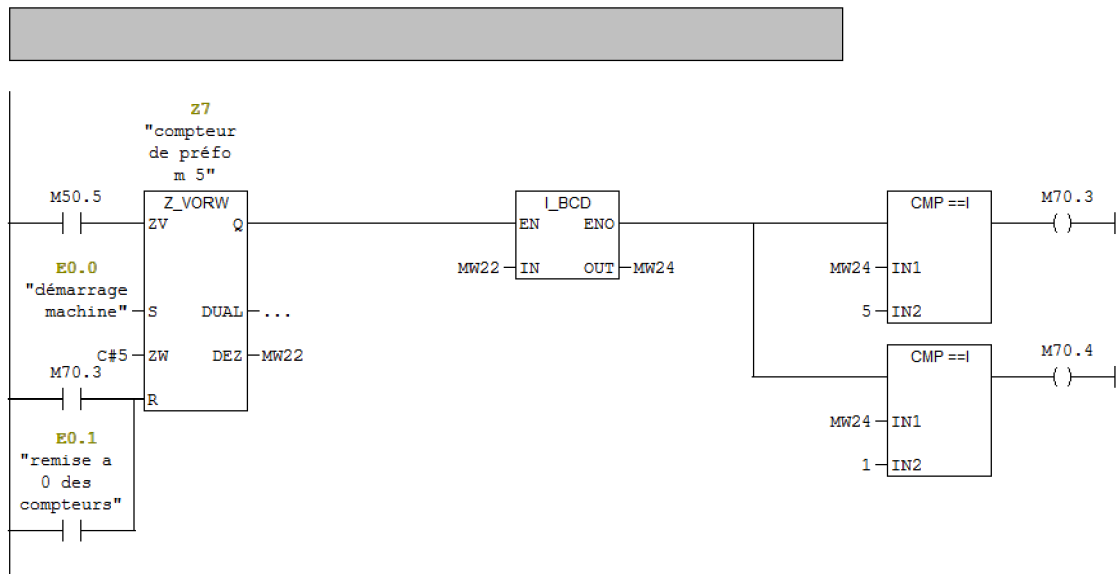
Réseau 5: compteur de préformes moule 4

Commentaire :



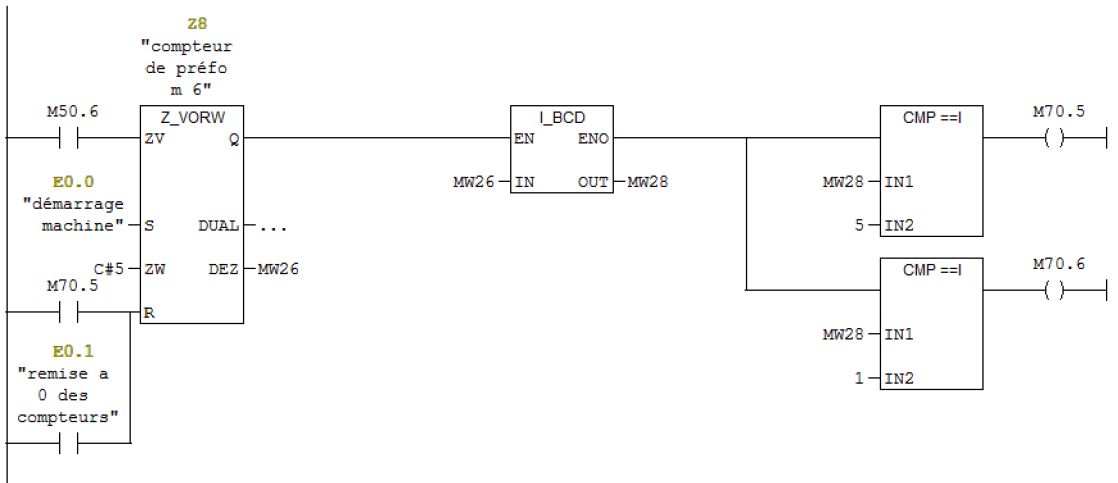
Bloc de programmation dans OB1

Réseau 6 : compteur de préformes moule 5

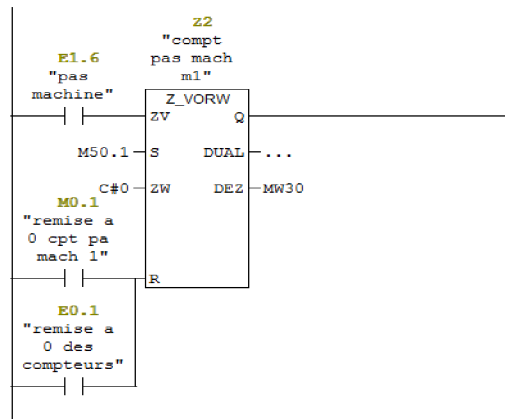


Réseau 7 : compteur de préformes moule 6

Commentaire :



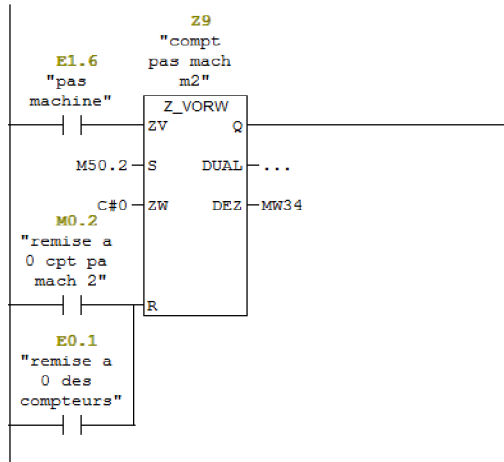
Réseau 8 : compteur de pas machines moule 1



Bloc de programmation dans OB1

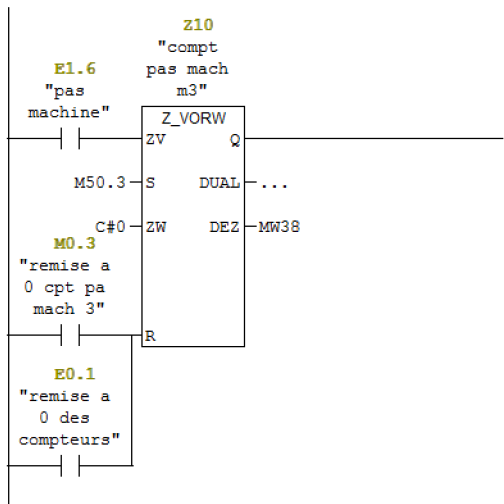
Réseau 9 : compteur de pas machines moule 2

Commentaire :



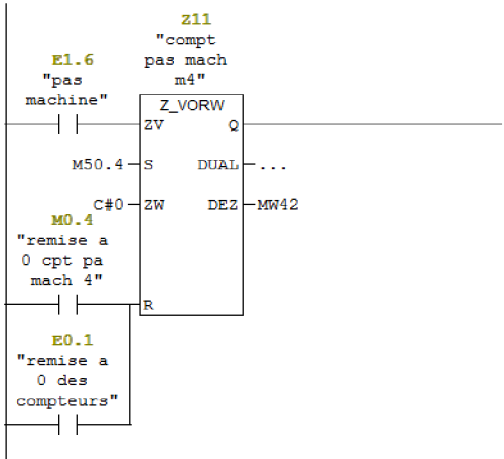
Réseau 10 : compteur de pas machines moule 3

Commentaire :



Réseau 11 : compteur de pas machines moule 4

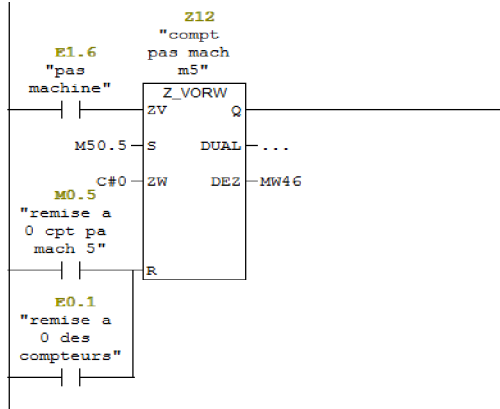
Commentaire :



Bloc de programmation dans OB1

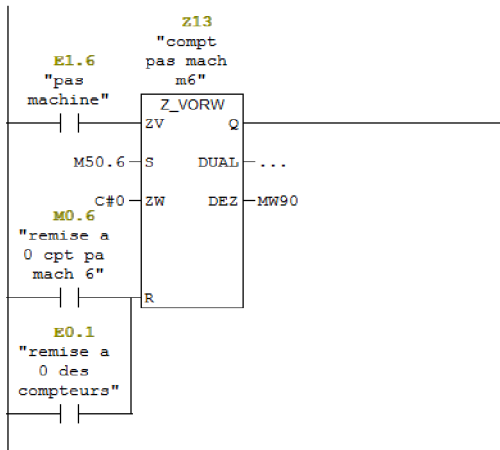
Réseau 12 : compteur de pas machines moule 5

Commentaire :



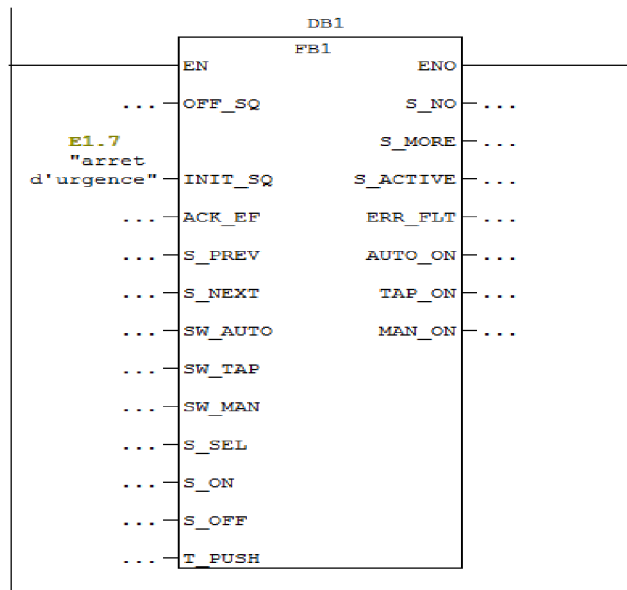
Réseau 13 : compteur de pas machines moule 6

Commentaire :



Réseau 14 : bloc d'appel du grafcet du moule 1

APPEL DU BLOC GRAFCET



Bloc de programmation dans OB1

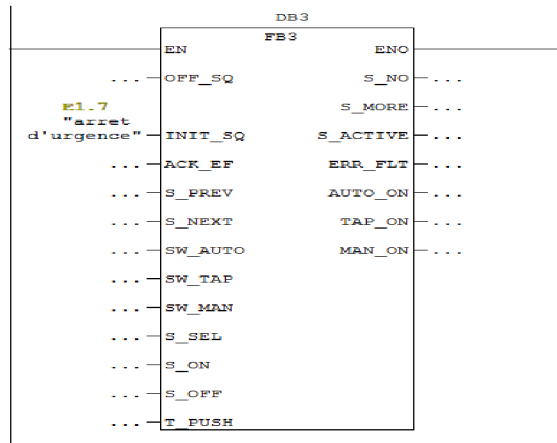
Réseau 15 : bloc d'appel du grafcet du moule 2

Commentaire :



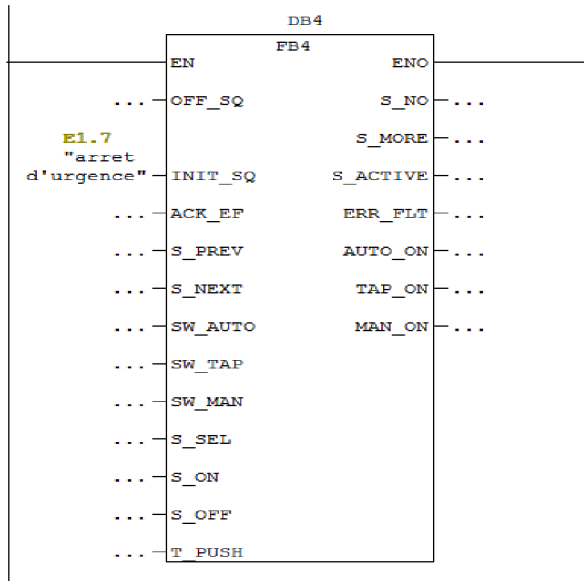
Réseau 16 : bloc d'appel du grafcet du moule 3

Commentaire :



Réseau 17 : bloc d'appel du grafcet du moule 4

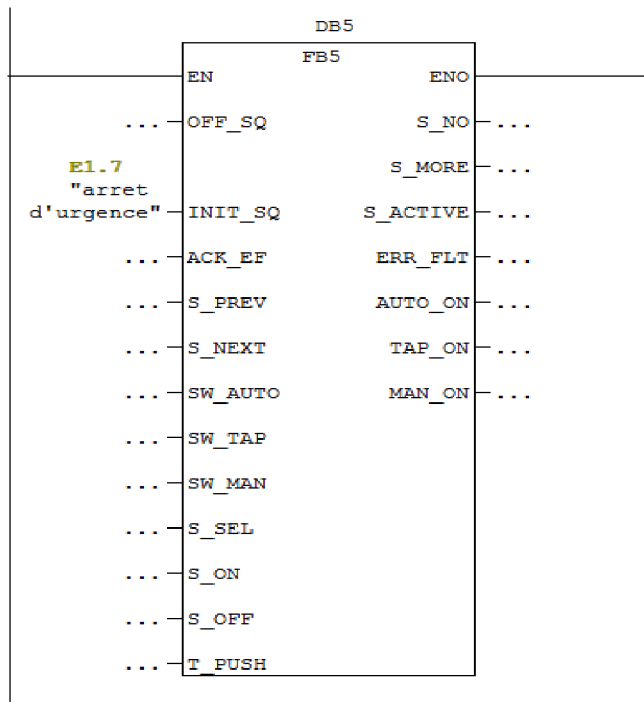
Commentaire :



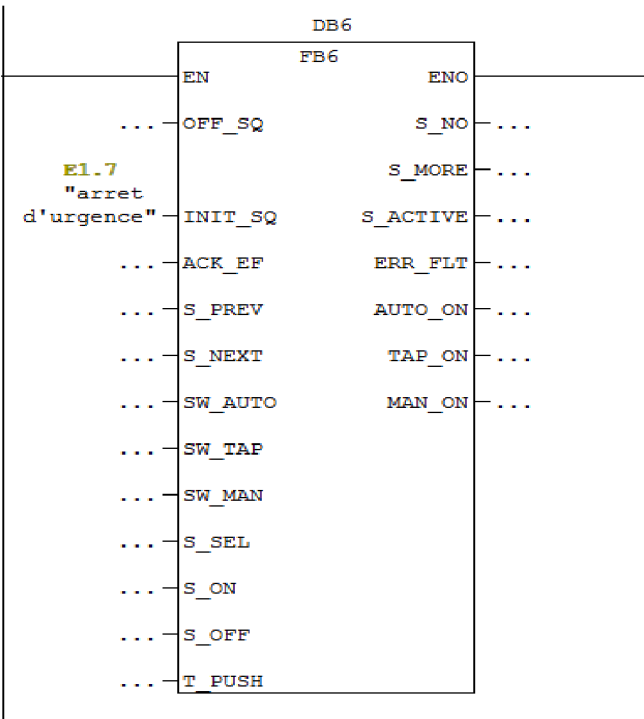
Bloc de programmation dans OB1

Réseau 18 : bloc d'appel du grafcet du moule 5

Commentaire :



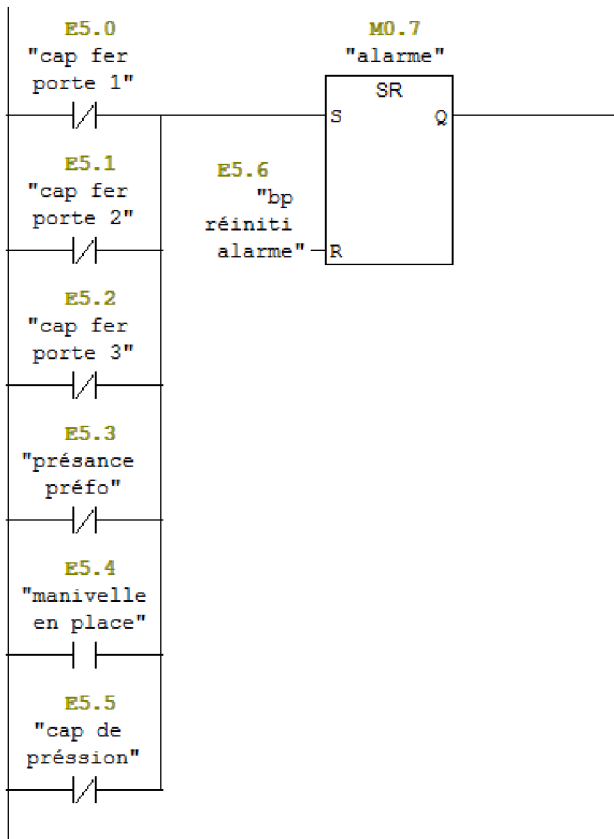
Réseau 19 : bloc d'appel du grafcet du moule 6



Bloc de programmation dans OB1

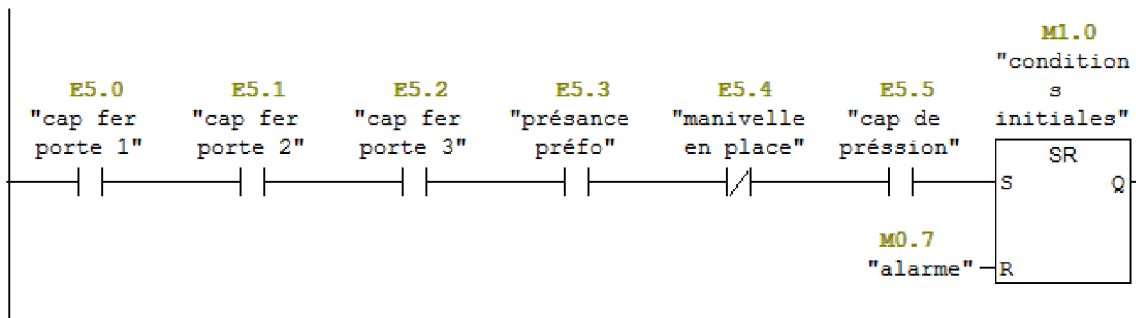
Réseau 8 : alrme

Commentaire :



Réseau 9 : conditions initiales

Commentaire :



Annexe III

*schéma de
cablage
du variateur*

Schéma de câblage du variateur

