

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique**  
**Département d'Electronique**

**Mémoire de Fin d'Etudes**

En vue de l'obtention du diplôme

*D'Ingénieur d'Etat en Electronique*  
*Option : contrôle*

**Thème**

*ETUDE ET*  
*AUTOMATISATION D'UNE*  
*STATION DE SECHAGE DE P.E.T*

Proposé et dirigé par :

**M<sup>r</sup>. Y. ATTAF.**

**M<sup>r</sup>. M.HADID.**

Présenté par :

**M<sup>lle</sup> BOUCHENE SALIHA.**

**M<sup>lle</sup> IDIR SAFIA.**

*Promotion 2012*

## *DÉDICACES*

Je dédie ce modeste travail à :

- Ø La mémoire de mon père,  
« A dieu nous appartenons et à lui nous retournons ».
  
- Ø Ma très chère mère, pour ses sacrifices depuis qu'elle m'a mis au monde, et qui n'a pas cessé de m'encourager, de me soutenir dans les moments difficiles et qui a su m'entourer de toute son affection et son amour pour que je puisse réussir.
  
- Ø Mes frères Ahcene et sa petite famille, Mouloud et sa femme, Makhoul et sa femme.
  
- Ø Mes sœurs Houria et sa petite famille, Ouardia et son petit Boualam, Djamilia et surtout à la petite princesse Zahia.
  
- Ø Ma très chère grande mère.
- Ø Mes adorables tantes et oncles.
- Ø Mon amie et binôme Safia et sa famille.
- Ø Tous mes amis(es), surtout Hakima, Fadhila et Nadia.
- Ø Toute la promotion 2012.

*SALIHA.B*

# Sommaire

---

## Introduction générale.

## Chapitre I : présentation de l'unité et description de la machine.

### Partie I : présentation de l'unité d'accueil.

I.1 Introduction.....	1
I.2 Présentation de CEVITAL SPA.....	1
I.3 Présentation de l'unité eau minérale LALLA KHEDIDJA.....	1
I.4 Les différents locaux.....	1
I.4.1 Le poste HT.....	1
I.4.2 Local de régulation d'eau (Water Technologie).....	2
I.4.3 Salle NEP (Nettoyage En Place).....	2
I.4.4 Unité de préforme.....	2
I.4.5 Local d'embouteillage.....	2
I.4.6 Ligne de conditionnement.....	2
I.4.7 Les utilités.....	2
I.5 Conclusion.....	2

### Partie II : Généralités sur le PET et description de la machine DP630.

II.1 Définition de polyéthylène téréphtalate (PET).....	3
II.1.1 Polymérisation.....	3
II.1.2 Polycondensation.....	3
II.2 Les propriétés des polymères.....	4
II.2.1 Propriété mécanique.....	4
II.2.2 Transition vitreuse.....	4
II.2.3 Propriétés optiques.....	4
II.2.4 Propriétés électriques.....	4
II.2.5 Propriété électro-optiques.....	4
II.2.6 Propriété de protection physique et chimique.....	5
II.3 Utilisation des polymères.....	5
II.4 Description de la machine DP630.....	6
II.4.1 Introduction.....	6
II.4.2 Traitement du P.E.T.....	8
II.4.3 Description du processus.....	8
II.4.3.1 Traitement de la matière.....	8
II.4.3.2 Le séchage.....	8

# Sommaire

---

II.4.3.3 Le déshumidificateur (sécheur).....	9
A)Description.....	9
B)Fonctionnement.....	10
C)Température du processus.....	11
D)Température de sécurité processus.....	11
E) Le système de séchage du PET.....	12

## **Chapitre II : Description des composants.**

II.1 Introduction.....	14
II.2 Les différentes sources d'énergies et leurs systèmes de production.....	14
II.2.1 Sources d'énergie.....	14
II.3 Production d'énergie.....	15
II.3.1 Pneumatique.....	15
II.3.2 Production d'énergie électrique.....	15
II.4 Définition du système automatisé de production.....	15
II.4.1 La partie opérative(P.O).....	16
II.4.1.1 Les prés-actionneurs.....	17
II.4.1.2 Les électrovannes.....	17
II.4.1.3 Les distributeurs.....	17
II.4.1.4 Les contacteurs.....	18
II.4.1.5 Les actionneurs.....	18
II.4.1.6 Les sectionneurs.....	22
II.4.1.7 Les fusibles.....	23
II.4.1.8 Les relais.....	23
II.4.1.9 Les capteurs.....	25
II.4.2 Partie commande (PC).....	28
II.5 Conclusion.....	28

## **Chapitre III : Présentation de l'automate S7-300 et son langage de programmation**

### **STEP7**

Introduction.....	29
Bref historique.....	29
III.1. Les critères de choix de l'automate S7-300.....	29
III.2. Présentation générale de l'automate S7-300.....	29

# Sommaire

---

III.3. Caractéristiques de l'automate S7-300.....	30
III.4. Constitution de l'automate S7-300.....	30
III.4.1. Module d'alimentation (PS).....	30
III.4 .2. Description de la CPU.....	30
III.4 .3. Modules de coupleur(IM).....	32
III.4 .4. Modules de signaux.....	32
III.4.5. Module de fonction (FM).....	32
III.4.6. Module de simulation.....	32
III.4 .7. Module de communication (CP).....	32
III.4.8. Châssis d'extension(UR).....	33
III.4.9. Console de programmation (PG) ou PC avec logiciel STEP 7.....	33
III.5. Fonctionnement de l'automate programmable.....	33
III.5.1. Réception des informations sur les états du système.....	33
III.5.2. Système d'exploitation.....	33
III.5.3. Exécution du programme utilisateur.....	34
III.5.4. Commande de processus.....	34
III.6. Nature des informations traitées par l'automate.....	34
III.6. Programmation de l'API S7-300.....	34
III.6.1. Les blocs du programme utilisateur.....	35
III.6.1.1. Bloc d'organisation(OB).....	35
III.6.1.2. Bloc fonctionnel(FB).....	36
III.6.1.3. Fonction(FC).....	36

# Sommaire

---

III.6.1.4. Bloc de données (DB).....	36
III.7. Création d'un projet dans S7-300.....	36
Conclusion.....	42

## **Chapitre IV : Régulation et supervision.**

### **Partie I : La régulation.**

Introduction.....	43
IV.1. Définition de la régulation .....	43
IV.2. Identification du système.....	44
IV.3. Description du programme .....	44
IV.4.Lecture de la mesure .....	45
IV.5. Le comparateur .....	45
IV.6. Régulation à Hystérésis ON-OFF.....	45
IV.7. Application de la commande.....	46
Conclusion.....	47

### **Partie II : La supervision.**

Introduction.....	48
V. Généralités sur la supervision.....	48
V.1. Définition.....	48
V.2. Avantages de la supervision.....	48
V.3. Architecture d'un réseau de supervision.....	49
V.4.Le rôle de la supervision.....	49
V.4.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision.....	49
V.4.2. Traitement de données.....	49
V.4.2.1. Représentation graphique des données.....	49

# Sommaire

---

V.4.2.2. Traitement des alarmes et des défauts.....	50
V.4.2.3. Zone de communication.....	50
V.4.2.4. Zone d’affichage.....	50
V.4.3. La commande par supervision.....	50
V.5. Pupitre de commande.....	50
V.5. Présentation du logiciel de supervision.....	50
V.5.1. Présentation du logiciel de supervision PROTOOL.....	51
V.5.2. ProTool/Pro et Simatic Step7.....	52
V.5.2.1. Intégration de protool dans STEP7.....	52
V.5.2.2. Avantages de l’intégration à STEP7.....	52
V.5.3. Communication entre le pupitre de supervision et l’automate.....	52
V.5.4. Plateforme de supervision de la station de séchage.....	53
V.5.4.1. vue d’accueil.....	54
V.5.4.2. La vue de station de séchage.....	55
V.5.4.3. La vue de pompe d’aspiration.....	56
V.5.4.4. La vue de déshumidificateur.....	57
V.5.4.5. La vue de Processus et régénération.....	58
V.5.4.6. la vue du tank.....	60
V.5.4.7. La Vue des alarmes.....	61
Conclusion.....	61
<b>Conclusion générale.</b>	

# Introduction générale

---

Tout au long de l'histoire, l'homme a toujours cherché à faciliter son travail dans tous les domaines. L'automatisation est l'une des solutions les plus impressionnantes de nos jours.

Grâce au développement de l'informatique et de la microélectronique, l'automatisation est assurée par des automates programmables industriels qui intègrent ces nouvelles technologies.

L'apparition des API (automates programmables industriels) a permis le développement des systèmes de production en vue de réduction des pannes, tout en augmentant la sécurité de l'environnement du travail et la flexibilité. Les API sont utilisés à tous les stades du processus productif comme la production, le contrôle de qualité des produits, etc....

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage pratique au sein de l'unité eau minérale LALLA KHEDIDJA. Celle-ci dispose de divers équipements automatisés. Ces installations présentent plusieurs inconvénients. C'est pourquoi, les responsables, nous a proposé l'amélioration de la station de séchage actuelle, pilotée par deux automates S7-200 par un automate plus évolué S7-300. Il pour faciliter l'opération d'entretien et maintenance tout en respectant les exigences du cahier des charges délivré par l'entreprise.

Pour ce faire nous avons élaboré un plan de travail se composant de quatre chapitres.

- Généralités sur le P.E.T. plus La description et le fonctionnement de la machine DP630 à automatiser forment le premier chapitre.
- Les différents composants utilisés dans le système sont étudiés dans le second chapitre.
- Le troisième chapitre est réservé à l'étude générale des automates programmables industriels ainsi qu'à la description de l'API utilisé et son logiciel de programmation.
- La régulation et la supervision sont exposées au quatrième chapitre et nous terminons notre travail par une conclusion générale.

# ***Chapitre I : présentation de l'unité et description de la machine***

---

## ***Partie I : présentation de l'unité d'accueil :***

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

Dans ce chapitre, nous donnerons un aperçu des différents ateliers du groupe CEVITAL et de son unité de production l'eau minérale LALLA KHEDIDJA.

### ***I.2 Présentation de CEVITAL SPA :***

CEVITAL SPA, compte parmi premières entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998.

CEVITAL SPA, contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale.

Et vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produit de qualité.

### ***I.3 Présentation de l'unité eau minérale LALLA KHEDIDJA :***

L'unité d'eau minérale LALLA KHEDIDJA de CEVITAL située au pied du mont DJURDJURA, dans la commune d'AGOUNI GUEGHRANE, à environ 35Km au sud-ouest du chef lieu de la wilaya de TIZI OUZOU, puise son eau de la source « THINZER » située au flanc du mont kouriet.

L'eau de LALLA KHEDIDJA prend son origine au plus haut sommet du DJURDJURA. Pour parler de ses caractéristiques, il s'agit d'une eau oligominérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels à la vie, réputée pour sa légèreté et sa pureté. C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. Elle est ainsi directement embouteillée sans subir aucun traitement chimique. En juillet 2007 la célèbre eau minérale prend sa place sur le marché.

En plus de deux lignes de conditionnement destinées à l'eau minérale, l'unité dispose d'une troisième ligne destinée à la production de diverses boissons non alcoolisées.

### ***I.4 Les différents locaux :***

#### ***I.4.1 Le poste HT :***

Le poste haute tension est alimenté par une ligne triphasée de 63KV et de puissance de 10 MVA provenant directement de SONELGAZ qui alimente les trois transformateurs MT/BT 31.5KV/380V qui à leurs tours alimentent les trois TGBT (Tableau Général de Basse Tension).

## **Chapitre I :           présentation de l'unité et description de la machine**

Les départs d'alimentations des lignes et leurs accessoires sont assurés par les trois TGBT.

### ***1.4.2 Local de régulation d'eau (Water Technologie) :***

C'est une zone de tank qui joue le rôle de réservoir pour assurer la continuité de service au niveau de la ligne de production.

### ***1.4.3 Salle NEP (Nettoyage En Place) :***

L'atelier est doté d'un NEP automatique destiné à laver toutes les parties du système, en utilisant quatre types de recettes, qui seront utilisées en fonction des besoins et des arrêts de production.

### ***1.4.4 Unité de préforme :***

C'est un ensemble de stations, qui joue le rôle de transformer la matière première(PET) en préformes puis en bouteilles.

### ***1.4.5 Local d'embouteillage :***

C'est un ensemble de machine là ou on fait entrer les préformes et après un processus de la transformation à savoir l'échauffement, soufflage, remplissage, puis bouchonnage, on récupère des bouteilles pleines et bouchonnées.

### ***1.4.6 Ligne de conditionnement :***

La ligne de conditionnement est une interaction de nombreuses machines, elle est composée d'une étiqueteuse, d'une dateuse, d'une fardeleuse, d'une poseuse de poignés d'un palettiseur et d'une housseuse, ces interaction sont assurées par les tapis convoyeurs.

### ***1.4.7 Les utilités :***

Les utilités assurent le fonctionnement des machines précédentes, qui sont : les compresseurs d'air 40 bar, les compresseurs d'air sept bar, les refroidisseurs et la chaudière

### ***1.5 Conclusion :***

Après l'étude globale de l'unité de préforme, plusieurs problèmes sont à soulever au niveau de la station de traitement de matière (séchage).A cet effet il nous a été demandé de nous intéresser tout particulièrement à cette unité dans le but de :

# **Chapitre I : présentation de l'unité et description de la machine**

Ø Etude et Automatiser du système de traitement de matière.

Dans la prochaine partie nous présenterons la matière première de la préforme (P.E.T.) et la machine qui la traite.

## ***Partie II : Généralités sur le PET et description de la machine DP630 :***

### ***II.1 Définition de polyéthylène téréphtalate (PET) :***

C'est un plastique de type polyester, saturé Chimiquement, c'est le polymère obtenu par la polycondensation de l'acide téréphtalate et de l'éthylène glycol.

Autrement dit est un pétrole raffiné.

On distingue deux grandes catégories de réaction chimiques permettant la préparation des polymères, sont :

#### ***II.1.1 Polymérisation :***

C'est une transformation à partir de molécules de bases identiques, sous pression et température, par amorçage, radicalaire ou ionique par rayonnement, avec utilisation des catalyseurs appropriés, ou sous l'effet conjugué de plusieurs de ses facteurs.

#### ***II.1.2 Polycondensation :***

Le point de départ est une réaction qui à lieu sans amorçage, entre des molécules de bases différentes, elle est plus lente que la précédente (polymérisation), et donne un résidu qui est généralement de l'eau.

### ***II.2 Les propriétés des polymères :***

Lorsqu'on parle de propriétés d'un matériau, on se refaire à la façon dont il réagit à une sollicitation. On pourrait aussi la nommer une sensibilité à cette dernière, ou bien son inverse, la stabilité et la résistance.

#### ***II.2.1 Propriété mécanique :***

Les propriétés mécaniques décrivent leur comportement vis-à-vis des sollicitations mécaniques telles que pressions, étirements, torsions, frottements, chocs et effet de la pesanteur.

### ***II.2.2 Transition vitreuse :***

Les thermoplastiques et les thermodurcissables sont soumis au phénomène de vitrification. Au dessous de leur température de vitrification, ou transition vitreuse, ils deviennent durs et cassant comme du verre et au dessus, ils sont plus souples. A l'extrême ils deviennent élastiques.

### ***II.2.3 Propriétés optiques :***

Les propriétés optiques se présentent sous forme de transparences, translucidité, opacité et coloration.

### ***II.2.4 Propriétés électriques :***

Les polymères sont largement utilisés comme isolants électriques, en particulier dans les circuits électroniques et les gaines de câbles électriques. Il existe aussi des polymères conducteurs, soit à l'état intrinsèque soit par ce qu'ils sont chargés de particules de carbone conductrices.

### ***II.2.5 Propriété électro-optiques :***

Certaines molécules de polymère, rigides et allongées, sont susceptibles de s'orienter sous l'effet d'un champ électrique.

Cet effet est utilisé dans des dispositifs d'affichage comportant des polymères de structures cristal-liquide. Lorsque le champ n'est pas appliqué les molécules sont en désordre local, le matériau est opaque et d'apparence laiteuse. Lorsque le champ est appliqué, les molécules s'orientent dans la même direction que le champ il laisse passer la lumière ca veut dire que le matériau devient transparent.

### ***II.2.6 Propriété de protection physique et chimique :***

Ces propriétés englobent des caractéristiques diverses : imperméabilité aux liquides et aux gaz, résistance chimique aux solvants, résistance aux rayons ultraviolets.

## ***II.3 Utilisation des polymères :***

Ils ont une large gamme d'utilisation, dans tous les domaines ; dans l'industrie exemple : pièces de structure pour les véhicules, dans les habitations exemple les petits

## ***Chapitre I : présentation de l'unité et description de la machine***

---

objets usuels, les appareils électroménagers, dans les établissements comme les écoles exemple (Tableau blanc), les hôpitaux exemple (seringue). Aussi, les polymères envahissent le marché de l'emballage des produits alimentaires, d'hygiène, agricole ...

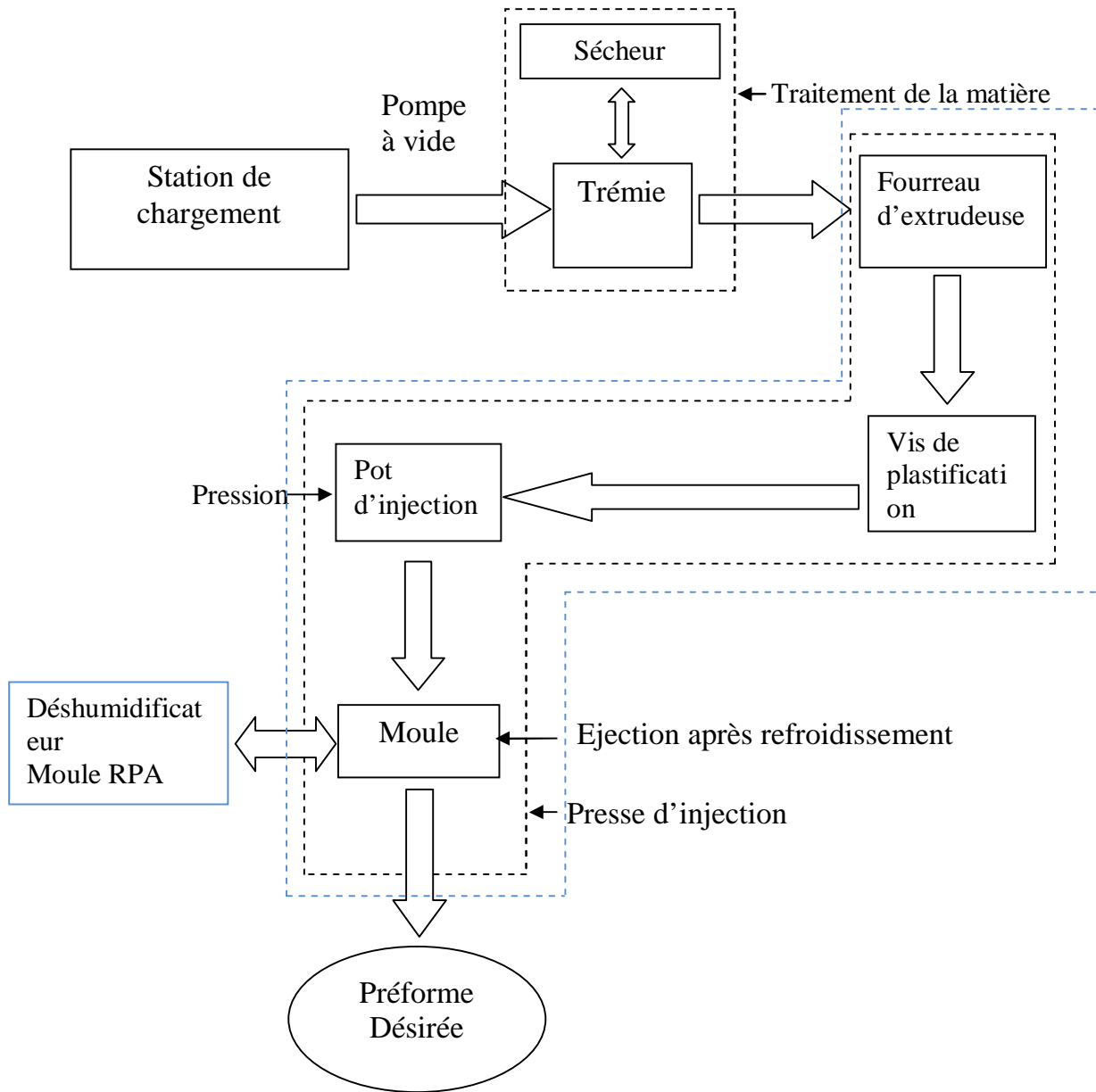
Les caractéristiques chimiques et les différentes propriétés (Physique, mécanique...) de chaque polymère sont les facteurs qui imposent son domaine d'utilisation.

Au niveau de l'unité eau minérale "**Lalla-Khedidja**" la fabrication des bouteilles est basée sur le PET. C'est un polymère possédant plusieurs qualités dont on peut citer : apparence de verre, solidité / résistance au choc, bonne propriétés barrière (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O), Conforme aux exigences alimentaires, - Economique, en plus de tous ça, tenant compte de la tendance actuelle par rapport au recyclage. Et la fabrication de bouchon est à base du polyéthylène haute densité.

### ***II.4 Description de la machine DP630 :***

#### ***II.4.1 Introduction :***

Pour aboutir aux préformes dont le P.E.T est la matière première, une transformation lui est nécessaire. Cette dernière est comme suite :



**Figure1 :** Processus de traitement et d'injection plastique

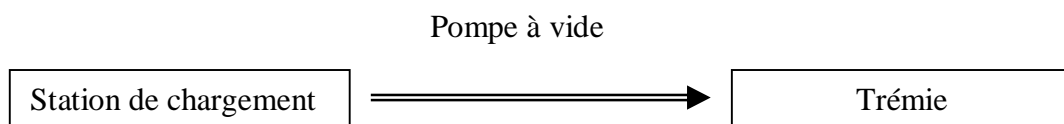
### ***II.4.2 Traitement du P.E.T :***

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est une matière organique déshydratante. La présence d'humidité est nuisible au cours de la transformation (fabrication) et pour cela un séchage lui est indispensable.

Cette opération qui en boucle fermée est assurée par un déshumidificateur ou sécheur qui est un générateur d'air sec.

### ***II.4.3 Description du processus :***

#### ***II.4.3.1 Traitement de la matière :***



Une fois que le remplissage de la trémie est fait au 2/3 de son volume à l'aide d'une pompe à vide qui aspire la matière première (PET) de la station de chargement vers la trémie qui a une forme cylindrique pour un chauffage homogène via le sécheur pendant un temps bien déterminé à différente température.

<b>Pour une matière fraîche</b>	<b>Pour une matière déjà séchée</b>
60 mn à 100°C	60 mn à 100°C
240 mn à 140°C	120 mn à 140°C
240 mn à 180°C	120 mn à 180°C

Les temps doivent être respectés pour sauvegarder les caractéristiques intrinsèques de la matière.

#### ***II.4.3.2 Le séchage :***

Dans le sécheur de PET l'air est d'abord déshumidifié par une matière déshydratante (silica-gel) ensuite l'air séché et chauffé est envoyé dans la trémie. L'air est ensuite reconditionné (via le dé-sécheur) pour un cycle en boucle fermée. Quand elle est trop chaude, la matière desséchante dégage de l'humidité, quand elle est froide elle absorbe

l'humidité.

C'est pourquoi, il est nécessaire de disposer au minimum de deux trajets d'air séparés, et de deux cartouches de matière desséchante. Dans ce système en boucle fermée, le sécheur doit être raccordé à la trémie de l'extrudeuse avec le plus petit tuyau possible (bien isolé).

La trémie idéale est cylindrique avec un rapport hauteur / diamètre d'environ de 2-1, et est isolée pour conservé l'énergie. L'air chaud déshumidifié circule dans la trémie ou une chambre et un diffuseur de chaleur empêche la circulation de grains et du courant d'air ensemble.

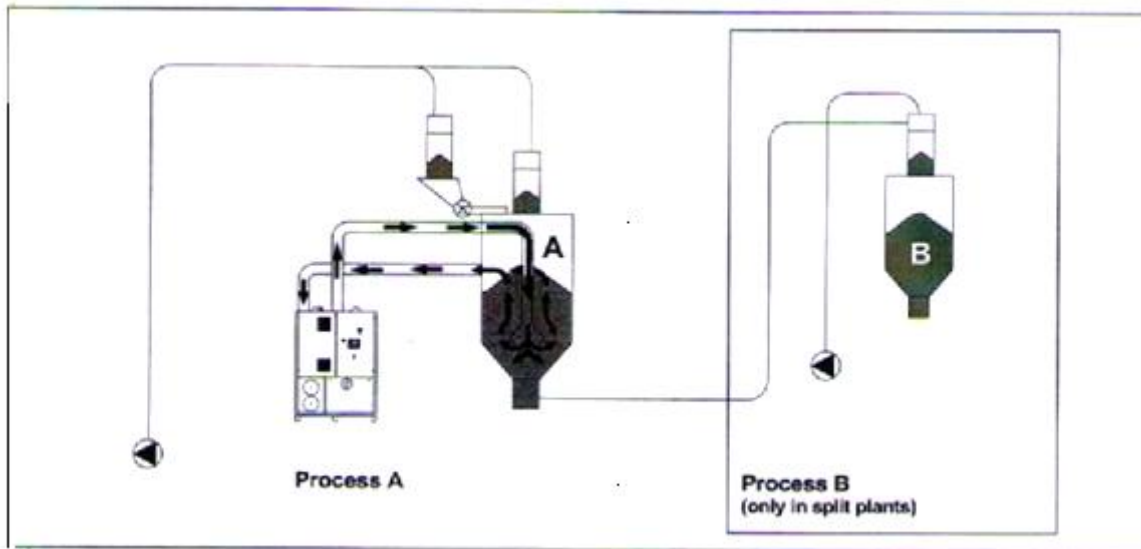
La trémie est fermée, elle a un trajet de retour vers le sécheur. Un filtre sur la boucle de retour protège les couches desséchantes de la contamination. Le ventilateur pulse l'air dans des couche desséchante, puis dans la chambre chauffante et finalement à l'entrée de la trémie.

Simultanément, un souffleur séparé et un chauffage à haute température, réactivent l'autre cartouche desséchante, quand le dé-sécheur réactivé et refroidi, il est ramené dans le système de séchage pour sécher l'air du traitement. La couche desséchante enlevée du trajet et ensuite réactivée et le cycle continu.

### ***II.4.3.3 Le déshumidificateur (sécheur):***

#### ***A) Description :***

Le déshumidificateur est un générateur d'air sec pour la déshumidification de granule plastique.



**Figur2 :** station de séchage.

**B) Fonctionnement :**

- Dans la machine se trouve deux tours, (L tour gauche, R tour droite) qui contiennent à leur intérieur des tamis moléculaire élément étant à même d'absorber de grande quantité d'humidité.

- Les deux tours effectuent alternativement un cycle de processus (Ou cycle de déshumidification) et un cycle de régénération (Pendant qu'une tour exécute le cycle de processus, l'autre tour effectue le cycle de régénération).

- Au cours du cycle de processus les soufflantes de déshumidificateurs envoient l'air provenant de la trémie à la tour en processus. Ici l'air est privé de l'humidité par les tamis moléculaire et donc de nouveau envoyé dans la trémie ou elle pourra éliminer d'autre humidité du granule plastique avant d'être de nouveau dans le cycle.

- Le cycle de régénération est nécessaire pour éliminer l'humidité accumulée par la tour qui vient de terminer un cycle de processus (de façon à la préparer au cycle suivant) ce cycle est divisé en deux phases :

- Phase de réchauffement :

Pendant cette phase la tour de régénération est traversée par un écoulement d'air ambiant réchauffé qui lui permet de dégager l'humidité accumulée et apporte les tamis moléculaires à pouvoir reprendre a un cycle de processus nouveau.

- Phase de refroidissement :

Pendant cette phase, la tour de régénération est traversée par un écoulement d'air froid qui porte les tamis moléculaire à la température optimal pour un cycle de processus nouveau.

\_ A la fin de cycle de régénération, quand la tour en régénération est prête pour un cycle de processus nouveau, l'échange des tours a lieu, la tour qui été entrain d'exécuter le cycle du processus effectue maintenant le cycle de régénération et vis versa.

### ***C) Température du processus :***

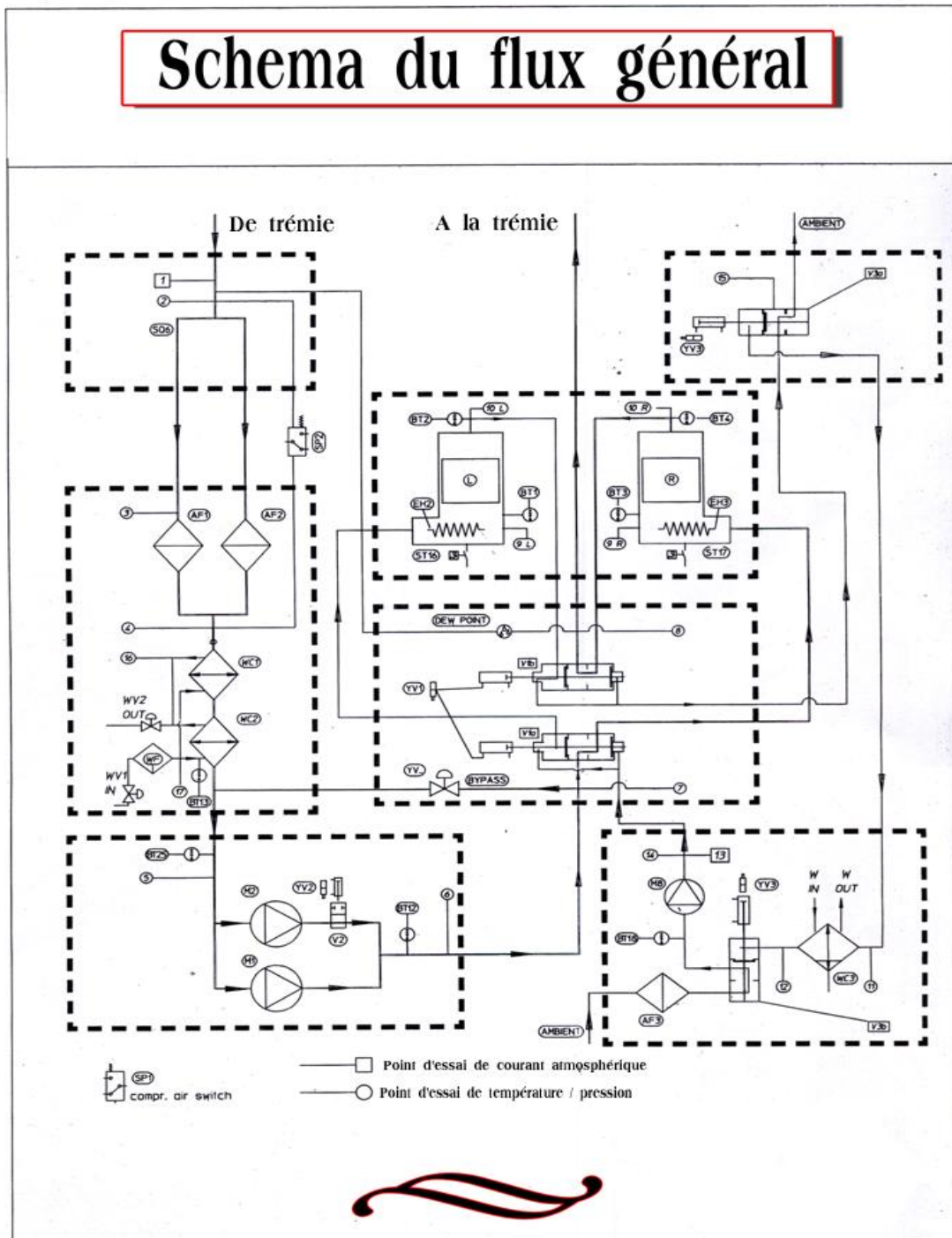
Il s'agit de la température à laquelle l'air est envoyé dans la trémie.

### ***D) Température de sécurité processus :***

Il s'agit de la température maximale à laquelle l'air peut être envoyé dans la trémie pour que

les matériaux ne subissent pas une dégradation ; cette température est à établir selon le type de granule plastique utilisé. Et si elle dépasse la température de sécurité processus, elle s'arrête et une alarme est signalée.

**E) Le système de séchage du PET :**



**Figure 3 :** schéma électrique de la station.

***Légende : Sécheur matière (Déshumidificateur) :***

**SQ6** : Fin de course porte filtre.  
**SP2** : Pressostat différentiel.  
**AF1, AF2, AF3** : Filtre en papier.  
**WC1, WC2, WC3** : Echangeur air/eau.  
**WF** : Filtre complet.  
**BT1, BT2, BT3, BT4** : Sondes TR PT1000.  
**BT6, BT12, BT13, BT18, BT25** : Sondes PT 1000.  
**YV, YV1, YV2, YV3** : Solénoïdes 24VDC.  
**V2**: Soupape.  
**V1a, V1b, V3a, V3b**: Tiroirs.  
**ST16; ST17**: Thermostat.  
**EH2, EH3** : Résistance.  
**R L** : Tours.

***Légende : De la commande hydraulique(Ci-dessous) :***

**WC 1-2-3** : échangeur de chaleur.  
**Wfc, wf** : collecteur de condensat.  
**Wm** : manomètre.  
**Wv1-2** : vanne.  
**Bt** : sonde.

### ***II.1 Introduction :***

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents composants qui composeront notre station.

### ***II.2 Les différentes sources d'énergies et leurs systèmes de production :***

#### ***II.2.1 Sources d'énergie :***

Les automatismes industriels utilisent différentes sources d'énergie qui se complètent et donner naissance à des technologies diverses.

- ***Pneumatique :***

La partie commande est pneumatique (Logique câblée).

La partie puissance est pneumatique.

- ***Electrique :***

La partie commande est électrique (Logique programmée/câblée).

La partie puissance est électrique.

- ***Electro-pneumatique :***

La partie commande est électrique (Logique programmée/câblée).

La partie puissance est pneumatique.

Les prés-actionneurs sont du type Electro-pneumatique.

Chacune des technologies met en œuvre une grandeur physique que l'on peut commuter et mesurer. Dans le cas des technologies pneumatique et hydraulique, la grandeur physique sera une pression d'air ou d'huile. La technologie électrique qui comporte l'électronique et l'électromécanique utilise le courant électrique.

Pour assurer la production d'énergie on aura besoin d'un système pour chaque technologie.

∅ Système de production d'énergie pneumatique.

- Ø Système de production d'énergie hydraulique.
- Ø Système de production d'énergie électrique.

### ***II.3 Production d'énergie :***

#### ***II.3.1 Pneumatique :***

Elle est assurée par un compresseur animé par un moteur électrique. Ce compresseur intégré est constitué d'un filtre, du système de compression de l'air, d'un refroidisseur-assécheur et d'un dernier filtre. Un réservoir permet de réguler la consommation.

#### ***II.3.2 Production d'énergie électrique :***

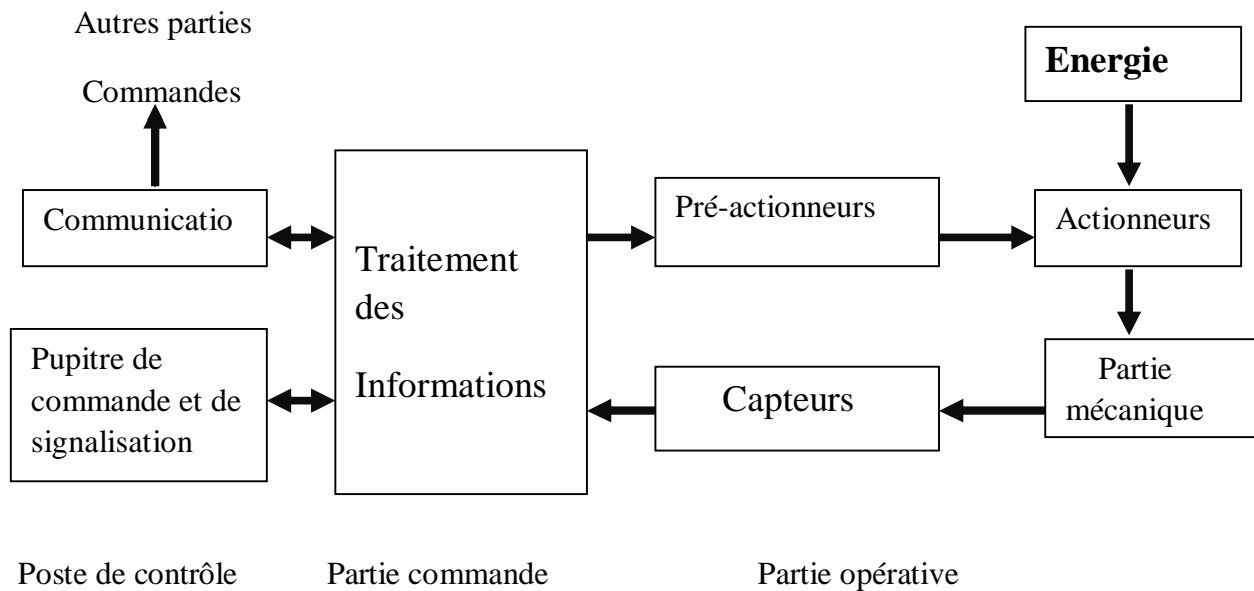
Les TGBT fournissent l'énergie pour tout le réseau triphasé de l'usine.

En effet l'énergie électrique est une forme secondaire d'énergie qui ne présente que fort peu d'utilisation directe. En revanche, elle est une forme intermédiaire très intéressante par sa facilité de transport, sa souplesse et ses possibilités de conversion. Parmi toutes les possibilités de transformation, la forme électromécanique joue un rôle particulièrement important puisque les actionneurs utilisés dans ce travail vont assurer la transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique.

### ***II.4 Définition du système automatisé de production :***

Un système automatisé de production est un ensemble d'éléments en interaction organisées dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Le système automatisé est soumis à des contraintes : énergétiques, de configuration de réglage et d'exploitation qui interviennent dans tous les modes de marche et d'arrêt du système (figure II.).



**Figure II.1 :** Structure d'un système automatisé de production.

#### **II.4.1 La partie opérative(P.O) :**

La partie opérative d'un système automatisé peut être décrite en une ou plusieurs chaînes fonctionnelles, ces dernières comportent une chaîne d'action et une chaîne d'acquisition

La chaîne d'action est un ensemble organisé de composants dont le rôle est de convertir un ordre émis par la partie commande, en effet, sur la matière d'œuvre. Elle est constituée de :

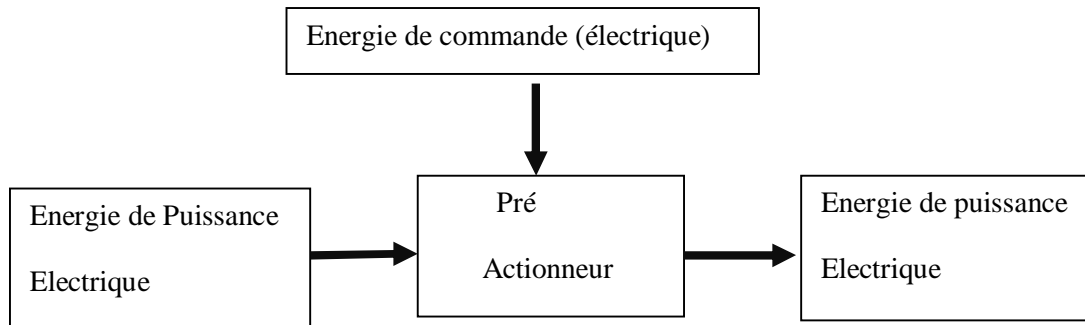
- Pré actionneurs (électrovannes, distributeurs, ...)
- Actionneurs (vérins, moteurs,...)

La chaîne d'acquisition est un ensemble organisé de composants dont le rôle est de prélever des grandeurs physiques sur la partie opérative ou sur l'environnement et de les convertir en signaux interprétable par la partie commande. Elle est constituée de capteurs (niveau, inductif...).

### II.4.1.1 Les prés-actionneurs :

Ce sont des composants qui traduisent les signaux de commande en signaux de puissance.

A toute action est associé un pré-actionneur indispensable pour son fonctionnement. Comme le montre ce schéma :



*Figure II.2* : modèle fonctionnel d'un pré-actionneur.

### II.4.1.2 Les électrovannes :

Ce sont des prés-actionneurs électropneumatiques tout ou rien, permettant le passage ou non de fluide véhiculé dans un circuit.

Une électrovanne est composée de deux parties :

- Ø Une tête magnétique : constituée principalement d'une bobine, tube, culasse, bague de déphasage, ressort(s).
- Ø Un corps : comprenant des orifices de raccordement, obturés par clapet, membrane, piston, etc.

Selon le type de technologie employée.

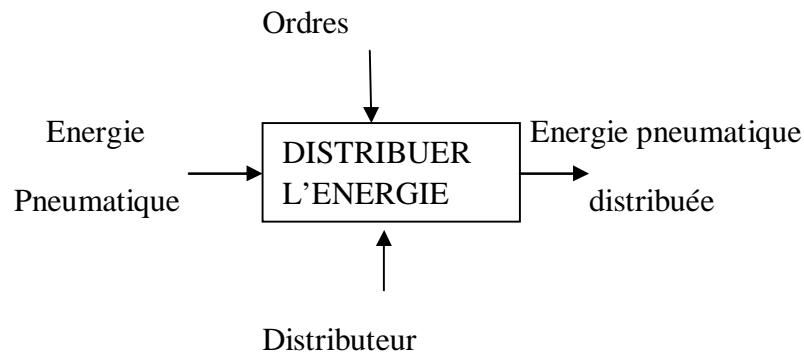
L'ouverture et la fermeture de l'électrovanne est liée à la position du noyau mobile qui est déplacé sous l'effet du champ magnétique engendré par la mise sous tension de la bobine.

### II.4.1.3 Les distributeurs :

Les distributeurs font partie de la famille des prés-actionneurs. Ils sont les constituants de la chaîne d'action qui permettent, à partir d'un ordre de la partie commande, de distribuer l'énergie de puissance aux actionneurs. Les distributeurs distribueront de l'énergie pneumatique aux vérins associés.

Ils ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins.

*Description fonctionnelle d'un distributeur:*

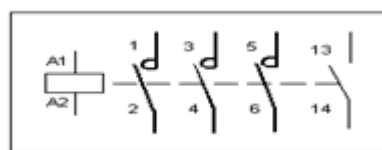


**II.4.1.4 Les contacteurs :**

Un contacteur est un relais de haute puissance modulaire comportant des contacts à double rupture pour s'assurer le pouvoir de couper des tensions et des courants élevés.

Les contacteurs sont utilisés pour commuter de moyennes ou grosses charges électriques. Dès que l'on envisage de commander un moteur, quelle que soit sa puissance, on devrait utiliser un contacteur.

Il se compose d'une bobine qui est l'organe commande, de contacts principaux et de contacts auxiliaires.



*Figure II.3 :* Symbole électrique d'un contacteur tripolaire.

**II.4.1.5 Les actionneurs :**

Ceux sont des composants qui transforment une énergie prélevée sur une source extérieure en une action physique sur la matière d'œuvre.

Selon la nature de l'action sur l'effecteur ou la matière d'œuvre elle-même, il existe plusieurs types d'actionneurs qui se basent sur les principes de transfert d'énergie, comme les vannes, les moteurs,.....

***Les différents types d'actionneurs :***

- Un vérin pneumatique est un actionneur. L'énergie est fournie par un fluide comprimé par compresseur (pneumatique), via un distributeur.
- Un moteur électrique ou une résistance chauffante fonctionnant grâce à une alimentation électrique par un relais ou un interrupteur.

***Actionneurs utilisant l'énergie pneumatique :***

Tous les appareils qui transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique sont des actionneurs. La plupart des usines utilisent l'énergie pneumatique pour accomplir un travail, soit, avec des outils portatifs ou avec des actionneurs.

***Ø Les vérins :***

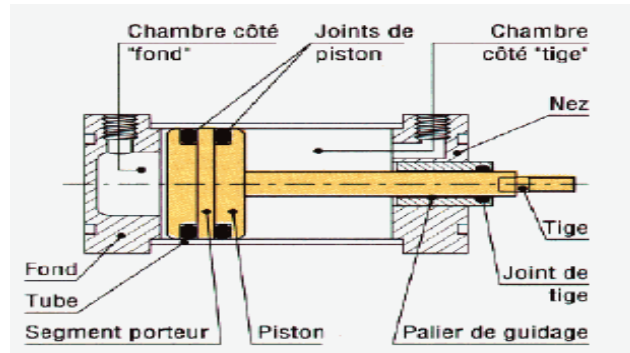
Un vérin pneumatique est un actionneur linéaire dans lequel l'énergie de l'air comprimé est transformée en travail mécanique.

Cet actionneur de conception robuste et de simplicité de mise en œuvre est utilisé dans toutes les industries manufacturières. Il permet de reproduire les actions manuelles d'un opérateur telles que pousser, tirer, plier, serrer, soulever, poinçonner, positionner, ....

Les croquis ci-dessous évoquent les principaux emplois des vérins pneumatiques en automatisation de production.

***Constitution d'un vérin :***

Un piston muni d'une tige se déplace librement à l'intérieur d'un tube. Pour faire sortir la tige, on applique une pression sur la face avant du piston, et sur la face arrière pour faire rentrer la tige.

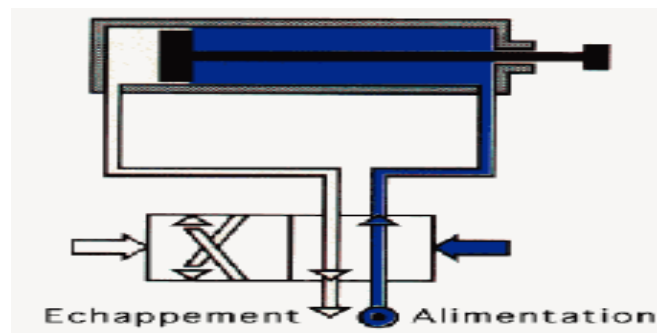


**Figure II.4:** Vue en coupe d'un vérin pneumatique.

*Les différents types de vérins pneumatiques :*

**Vérin double effet :**

Un vérin double effet a deux directions de travail. Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

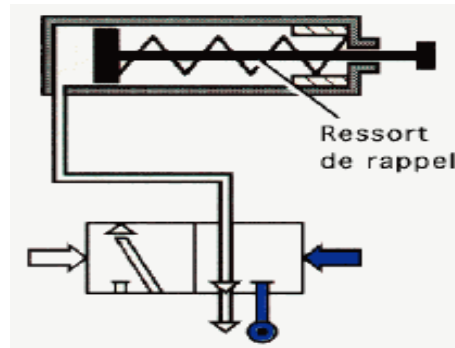


**Figure II.5 :** Vérin double effet.

L'air comprimé est distribué par un distributeur à deux sorties.

**Vérin simple effet :**

Un vérin simple effet ne travaille que dans un sens.



**Figure II.6 :** Vérin simple effet.

L'arrivée de la pression ne se fait que sur un seul orifice d'alimentation ce qui entraîne le piston dans un seul sens, son retour s'effectuant sous l'action d'un ressort.

**Caractéristique d'un vérin :**

Un vérin est déterminé par sa **course** et par son **diamètre** :

- De sa course dépend la longueur du déplacement à assurer.
- De son diamètre et de la pression de l'air dépend l'effort à développer.

**Actionneurs utilisant l'énergie électrique :**

On trouve plusieurs types d'actionneurs électriques, dans notre système étudié, il s'agit des moteurs asynchrones triphasés à cage.

Il se caractérise par :

- Absence de contacts glissants.
- C'est le moteur le plus employé : 80 % des applications.
- Simple à construire.
- Moteur robuste par construction.
- Moteur de puissance.

**Ø Moteurs asynchrones :**

Les machines sont généralement entraînées par des moteurs asynchrones, alimentés en courant alternatif triphasé, monophasé, diphasé. Ils sont d'une grande robustesse et d'un prix de revient faible avec très peu d'entretien.

Le moteur asynchrone est un organe transformant l'énergie électrique apportée par le courant alternatif monophasé ou triphasé en énergie mécanique. Ils sont constitués de deux parties bien distinctes, le stator et le rotor.

**Constitution d'un moteur asynchrone :**

Le moteur asynchrone triphasé à cage est composé de :

- ü **Un stator** : il ne tourne pas (partie immobile) et il contient les bobinages triphasés.
- ü **Un rotor** : partie tournante (partie mobile) contenant des bobinages en court-circuit.
- ü **Un entrefer** : espace entre stator et rotor.

**Principe de fonctionnement :**

Il fonctionne avec une tension alternative triphasée, il peut avoir deux sens de rotations, il peut être branché étoile ou en triangle. Son circuit de commande comporte une protection contre les courts-circuits par fusible et un relais thermique contre la surchauffe, ainsi, un contacteur pour la commande.

Le fonctionnement du moteur asynchrone repose sur le synchronisme entre la vitesse du rotor (induit)

Et celle du champ du stator (inducteur) .le démarrage nécessitant l'établissement préalable de ce synchronisme. Le couple de démarrage des moteurs asynchrones est faible.

**II.4.1.6 Les sectionneurs :**

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer un circuit électrique et son alimentation. De façon mécanique, afin d'isoler une partie de l'installation raccordée en aval du sectionneur. L'objectif est d'assurer la sécurité.

On les trouve généralement dans les armoires de distribution électriques, ils sont utilisés comme porte fusibles. Ils sont généralement triphasé ou tétraphasé mais ils existent aussi en bipolaire. Ils possèdent un contact de pré coupure qu'il faut insérer dans le circuit de télécommande afin de couper le circuit via le contacteur, dans l'éventualité où il serait manœuvré par erreur.

#### ***II.4.1.7 Les fusibles :***

Un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir par fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps suffisant, une valeur précisée.

#### ***Caractéristiques des fusibles :***

Les fusibles sont caractérisés par :

*Tension nominale* : 250, 400, 500, 660V.

*Courant nominal ( $I_n$ )* : c'est le calibre du fusible ou de la cartouche de remplacement.

*Courant de non fusion ( $I_{nf}$ )* : c'est la valeur du courant qui peut être supporté par l'élément fusible pendant un temps conventionnel sans fondre.

*Courant de fusion ( $I_f$ )* : c'est la valeur du courant qui provoque la fusion du fusible avant la fin du temps conventionnel.

*Durée de coupure* : c'est le temps qui s'écoule entre le moment où commence à circuler un courant suffisant pour provoquer la fusion et la fin de fusion.

*Courbe de fonctionnement d'un fusible* : on exprime le temps de fusion en fonction de l'intensité.

#### ***II.4.1.8 Les relais :***

Un relais est un appareil dans lequel un phénomène électrique (courant ou tension) contrôle la commutation On / Off d'un élément mécanique (on se trouve alors en présence

d'un relais électromécanique) ou d'un élément électronique (on a alors affaire à un relais statique). C'est en quelque sorte un interrupteur que l'on peut actionner à distance, et où la fonction de coupure est dissociée de la fonction de commande. La tension et le courant de commande (partie "Commande"), ainsi que le pouvoir de commutation (partie "Puissance") dépendent du relais, il faut choisir ces paramètres en fonction de l'application désirée. Ainsi, il faut choisir des relais différents selon qu'il faut commuter des signaux audio ou des tensions ou courants importants. Comme la Commande peut être réalisée sous faible puissance (faible tension, faible courant), et que la partie Coupure peut commuter des puissances importantes, on peut dire que ce composant est un amplificateur de courant.

***Relais statiques (ou relais à état solide) :***

Un relais statique, contrairement au relais électromécanique, ne possède pas de pièce en mouvement. La partie "Commande" est généralement constituée d'une source lumineuse (LED), et la partie "Puissance" est élaborée autour d'un ou de plusieurs éléments photosensibles, tel que photo-triac, photo-transistor ou photo-diode associée à un circuit de contrôle. Un relais statique peut être tout petit et tenir dans un petit boîtier DIL à 6 pattes (comme un optocoupleur TIL111 par exemple), ou être gros et prévu pour être monté sur un dissipateur thermique.

***Relais thermique :***

Le relais thermique permet de protéger un récepteur contre les surcharges faibles et prolongées. Il permet de protéger efficacement contre les incidents d'origine électrique, tels que la chute de tension, le déséquilibre des phases et le manque d'une phase.

Le relais thermique est utilisable en courant continu et alternatif. Il est généralement tripolaire, insensible à la variation de la température ambiante.

***Principe de fonctionnement :***

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

### II.4.1.9 Les capteurs :

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle.

Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement parmi un ensemble d'événements possibles.

Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors du signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.



Dans les systèmes automatisés séquentiels la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique).

On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

- § En fonction de grandeur mesurée : on parle alors de capteur de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc.
- § En fonction du caractère de l'information délivrée : on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), de capteurs analogiques ou numériques.

#### ✓ Principales caractéristiques des capteurs :

- § L'étendue de la mesure : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- § La sensibilité : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.

- § La rapidité : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information est prise en compte par la partie commande.
- § La précision : c'est la capacité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse...

### *Les différents types de capteurs :*

#### *Détecteurs de proximités inductives TOR :*

Les capteurs de proximité inductive détectent tous les métaux à une distance définie basée sur la variation d'un champ magnétique à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique.

Si un métal se trouve dans le champ de la zone de couverture active, la sortie du capteur est activée.

Ce type de capteur est réservé à la détection sans contact d'objet métallique.

L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.

#### *Avantage :*

- Pas de contact physique avec l'objet détecté.
- Pas d'usure ; possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints...
- Durée de vie indépendante du nombre de manœuvre.
- Produit entièrement encapsulé dans la résine donc étanche.
- Très bonne tenue à l'environnement industriel : atmosphère polluante.

#### *Capteur de niveau magnétostrictif :*

Le transmetteur de niveau magnétostrictif fournit des informations sur les niveaux de remplissage des récipients de stockage ou de transfert.

Sa mesure continue est idéale pour une surveillance précise du niveau et assure une sécurité accrue.

Le capteur est approprié à tous les fluides liquides exigeant une mesure de niveau avec précision élevée.

### *Caractéristiques électriques :*

- Raccordement : technique 2 fils.
- Alimentation : 10...30V DC.
- Signal d'erreur : réglable à 3.6 ou 21.5mA.
- Signal électrique : 4...20mA.

### *Plage de température :*

- Fluide : -40 °C...+125 °C en standard.
- -200 °C...+250 °C (exécution HT)
- Tête du capteur : -40 °C...+85 °C.

### *Avantages :*

- Précision de mesure  $< \pm 0.25$  mm
- Interprétation de la mesure commandée par microcontrôleur
- Transmetteur 4-20 mA -Technique 2 fils
- Longévité due à une structure robuste
- Insensibilité aux secousses et aux vibrations
- Plage de mesure réglable par 2 touches sur toute la longueur du capteur
- Installation et mise en service très faciles

### *Capteur de température :*

Les **sondes de température** (ou capteurs de température) sont des dispositifs permettant de transformer l'effet du réchauffement ou du refroidissement sur leurs composants en signal électrique.

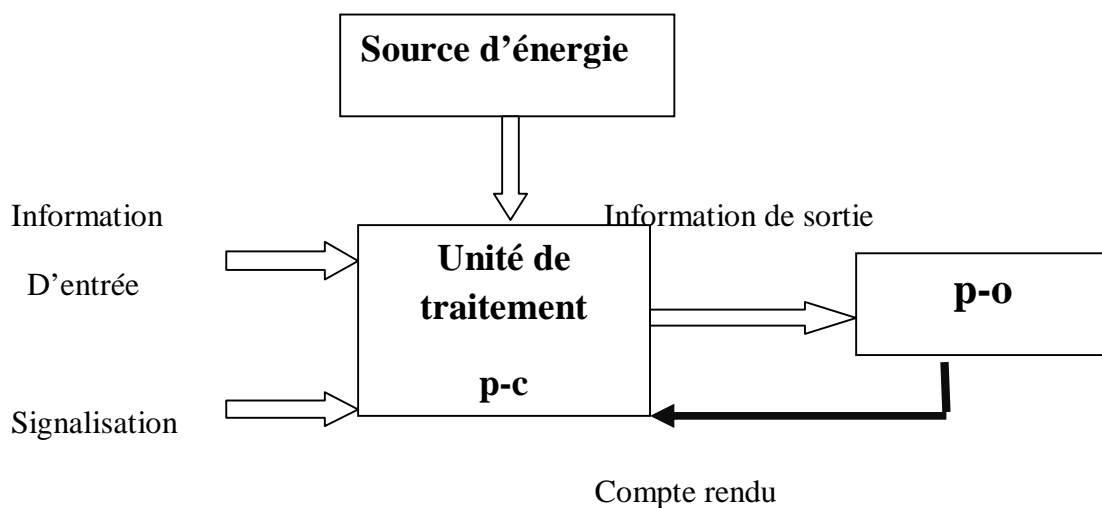
Les sondes les plus couramment utilisées sont de type Pt 100 (100  $\Omega$  à 0 °C).

### II.4.2 Partie commande (PC) :

La partie commande d'un système isolé est un ensemble de composants et de constituants de traitement de l'information, destiné à :

- ü Coordonner la succession des actions sur la partie opérative.
- ü Surveiller son bon fonctionnement.
- ü Gérer les dialogues avec les intervenants.
- ü Gérer les communications avec d'autres systèmes.
- ü Assurer le traitement des données et des résultats relatifs au procédé, aux matières d'œuvres, aux temps de production et à la consommation énergétique (la gestion technique).

La figure suivante illustre la partie commande dans un système automatisé :



**FigureII.7** : la partie commande (PC) dans un système automatisé.

### II.5 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié et présenté les différents composants constituant la station.

Ce qui nous a permis de revoir toutes nos connaissances théoriques acquises pendant notre formation et de voir leurs applications réelles sur le terrain.

Vu le nombre de composants utilisées et la complexité du fonctionnement du procédé, une modélisation s'avère nécessaire.

### ***Introduction :***

Après avoir décrit tous les composants de notre système, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300. et avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter l'automate utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

### ***Bref historique :***

Les automates programmables industriels sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, ils étaient destinés à l'origine à automatiser les chaînes de montages automobiles, c'est en 1971 qu'ils firent leur apparition en France. Du fait de l'évolution des microprocesseurs, des mémoires et des périphériques, les automates sont de plus en plus employés dans toutes les industries dont ils assurent des fonctions plus complexes. Exemple : la régulation des systèmes.

### ***III.1. Les critères de choix de l'automate S7-300 :***

D'après le cahier des charges établi, l'automate choisi doit répondre à certains critères qui sont :

- la capacité de traitement du processeur.
- La durée de garantie.
- La fiabilité.
- La qualité du service après vente.
- Le nombre entrées/sorties.
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, booléennes).

### ***III.2. Présentation générale de l'automate S7-300 :***

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gamme fabriqué par la firme SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

SIMATIC S7 désigne un produit de la société sont des appareils fabriqués en série, conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteur .....,nécessaire à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés à l'automate .ils se distinguent principalement par le nombre des :

- La vitesse de travail.
- Compteurs.
- Mémentos.
- Entrées/sorties.
- Temporisation.

### ***III.3. Caractéristiques de l'automate S7-300 :***

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- Gamme complète du module.
- Gamme diversifiée de la CPU.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration décentralisée.
- Liberté de montage au différent emplacement.

Plusieurs automates programmables S7-300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée

### ***III.4. Constitution de l'automate S7-300 :***

L'automate programmable S7-300, est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme du module suivant :

- Module de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogique.
- Unité centrale CPU 315 travaillant avec une mémoire de 48Ko, sa vitesse d'exécution est de 0.3ms/1Ko instruction.
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.
- Module de fonction (FM) pour fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone).
- Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- Module d'extension(IM) pour configuration multi rangée du S7-300.



*Figure11* : Constituant d'un automate.

### **III.4.1. Module d'alimentation (PS) :**

Tout réseau 24 volts industriel peut être utilisé pour alimenter la CPU du S7-300. Les modules d'alimentation suivants de la gamme S7 sont prévus pour être utilisés :

Désignation	CS	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS307	2A	DC24V	AC120V/230V
PS307	5A	DC24V	AC120V/230V
PS307	10A	DC24V	AC120V/230V

*Tableau : modules d'alimentation*



Alimentation d'un API

### **III.4.2. Description de la CPU :**

La CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate, elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties (action). Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et Interfaces vers les modules de signaux.

La CPU constituée de :

- ***Interface MPI :***

Chaque CPU est équipée d'une interface MPI pour la connexion de la console de programmation (PG) ou un autre appareil (par exemple adaptateur PC).

Commutateur de mode fonctionnement :

Le commutateur de mode fonctionnement permet de changer le mode de fonctionnement .chaque position de commutateur de mode autoriser certains fonctions à la console de programmation. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :

- RUN-P : exécution de programme, accès en écriture et en lecture avec la PG.
- RUN : exécution de programme, accès en lecture seulement avec la PG.
- STOP : le programme n'est pas exécuté, toutes les fonctions avec la PG sont autorisées.
- MRES : position dans la quelle un effacement général de la CPU peut être effectué.

- ***Signalisation des états :***

Certaines états de l'automate sont signalés par des LEDS sur la face avant de la CPU tel que :

-SF : signalisation groupée des défauts, défauts internes de la CPU ou d'un module avec fonction diagnostique.

-BATF : défaut de pile, pile à plat ou absente.

-DC5v : signalisation de tension d'alimentation 5v, allumé : les 5v sont présentes, clignote : surcharge courant.

-FCRE : forçage signalisation qu'au moins une entrée ou une sortie est forcée de manière permanente.

-RUN : clignotement de la mise en route de la CPU, allumage continu en mode RUN.

-STOP : allumage continu au mode STOP, clignotement rapide lorsqu'un effacement générale est en cours.

- ***La carte mémoire :***

Une carte mémoire peut être montée à la CPU, elle conserve le contenu de programme en cas de coupure de courant, même à l'absence de la pile.

- ***La pile :***

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

- ***Borne pour l'alimentation et la terre fonctionnelle :***

Ce bloc est commun à la majorité des CPU des S7-300, on trouve les différentes bornes d'alimentation tel que :

- Cavalier amovible pour montage sans liaison à la terre.
- La terre.

***Remarque :***

Pour l'alimentation en CC de 24 V, il est recommandé d'utiliser le module d'alimentation PS 307.

### ***III.4 .3. Modules de coupleur(IM) :***

Les coupleurs peuvent être utilisés pour un couplage sur de courtes distances. Pour un couplage sur de longues distances, il est recommandé d'émettre les signaux via le bus profibus.

Les coupleurs IM 306/IM 361 ou IM365 permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis.

### ***III.4 .4. Modules de signaux :***

Il compte plusieurs types tels que : STOR, ETOR, SANA, EANA ou E/SANA et E/STOR, ils ont comme fonction l'adaptation des niveaux de signaux entre le processus et le S7-300.

#### ***III.4.5. Module de fonction (FM) :***

Les modules de fonctions offrent les fonctions suivantes : comptage, régulation, positionnement.

#### ***III.4.6. Module de simulation :***

Le module de simulation nous permet de :

- Simuler les grandeurs d'entrée avec des interrupteurs.
- Afficher les grandeurs de sortie TOR.

#### ***III.4.7. Module de communication (CP) :***

Ils permettent d'établir des liaisons hommes-machines qui sont à l'aide des interfaces de communication 32 :

- Profibus.
- Point à point.
- Industriel Ethernet.

#### ***III.4.8. Châssis d'extension(UR) :***

Il constitue d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecter. Il permet le montage et raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'entrées / sorties et d'alimentation .il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrées/ sorties.

#### ***III.4.9. Console de programmation (PG) ou PC avec logiciel STEP 7 :***

Elle a pour fonction la programmation, paramétrage programmation et test du S7-300.

#### ***III.5. Fonctionnement de l'automate programmable :***

L'automate lors de son fonctionnement exécute le programme cyclique, qui commence par l'acquisition des issues de capteur sur l'état de processus et finit par l'envoi des sorties aux actionneurs.

### ***III.5.1. Réception des informations sur les états du système :***

Le S7-300 reçoit des informations sur l'état du processus via les capteurs de signaux reliés aux entrées, et il va mettre à jour la mémoire image des entrées au début de chaque cycle de programme, en transférant le nouvel état des signaux d'entrées des modules vers la mémoire image des entrées ce qui permet à la CPU de connaître l'état du processus.

### ***III.5.2. Système d'exploitation :***

Le système d'exploitation contenu dans la CPU organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique le système gère :

- La gestion des zones mémoire.
- La détection et le traitement d'erreurs.
- L'appel du programme utilisateur.
- L'enregistrement des larmes et l'appel des OB d'alarmes.
- La communication avec des consoles de programmation d'autres partenaires de communication.
- Le déroulement du démarrage et du redémarrage.
- L'actualisation de la mémoire image des entrées et l'émission de la mémoire image des sorties.

### ***III.5.3. Exécution du programme utilisateur :***

Après avoir acquis les informations des entrées, exécuter le système d'exploitation, la CPU passe à l'exécution de programme utilisateur, qui contient la liste d'instruction à exécuter pour faire fonctionner le processus, il est composé essentiellement de bloc de données de code et de blocs d'organisation.

### ***III.5.4. Commande de processus :***

Pour commander le processus, on doit agir sur les actionneurs. Ces derniers reçoivent l'ordre via le module de sortie sur S7-300. l'état de sortie est donc connu après l'exécution du programme utilisateur par la CPU, puis mettre à jour la mémoire image des sorties pour communiquer au processus le nouvel état.

### ***III.6. Nature des informations traitées par l'automate :***

Les informations peuvent être du type :

- Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par capteur (pression, température)
  - Numérique : l'information est continue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent
  - Tout ou rien (T.O.R) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1...).
- C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir.

### ***III.6. Programmation de l'API S7-300 :***

Un API est programmé à l'aide de langage spécialisées, fournis par son constructeur (ex : step 7 pour SIEMENS et PL7 pour SCHNEIDER), utilisable au travers d'une interface (un logiciel sur PC, un pupitre...). Un standard définit cinq langages correspondant aux familles de langages les plus utilisées pour la programmation des API :

- Langage LOG.
- Le GRAFCET (S7-GRAPH).
- Langage LIST (IL : Instruction Liste).
- Langage CONT (LD : Ladder Diagram).
- Le langage de programmation STEP7.

#### ***III.6.1. Les blocs du programme utilisateur :***

Il faut avoir l'habitude de subdiviser le procédé à automatiser en différentes tâches. Les parties d'un programme utilisateur structuré correspondant à ces différentes tâches, sont les blocs de programmes.

Le STEP 7 offre la possibilité de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire le subdiviser en différentes parties autonomes qui donnent les avantages suivants :

- Faciliter la mise en service.
- Simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section.

- Ecrire des programmes importants et clairs.
- Standardiser certaine partie du programme
- Simplification de l'organisation du programme.
- Modification facile du programme.

Le logiciel de base STEP7 dans ses différents langages de programmation possède un nombre important de blocs d'utilisateur, destiné à structurer le programme utilisateur.

#### **III.6.1.1. Bloc d'organisation(OB) :**

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

#### **III.6.1.2. Bloc fonctionnel(FB) :**

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe comme la commande de moteur (accélérateur,....)

#### **III.6.1.3. Fonction(FC) :**

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur programme. Elles ne possèdent pas de mémoires.les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données locales. Ces données sont perdues après exécution de la fonction .les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données. Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

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

#### **III.6.1.4. Bloc de données (DB) :**

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données, on a deux types de bloc.

Tous les FB, FC, OB peuvent lire les données contenues dans un DB global ou écrire des données dans un DB global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte le DB.

### III.7. Création d'un projet dans S7-300

Pour créer un projet STEP 7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

- 1- Commencer par la configuration matérielle.
- 2- Commencer par écrire le programme.

Dans notre cas les procédures suivies pour la création du projet sous le logiciel STEP7, sont comme suit :

- 1- Lancer SIMATIC manager par un double clique sur son icône.
- 2- La fenêtre suivante permet la création d'un projet.

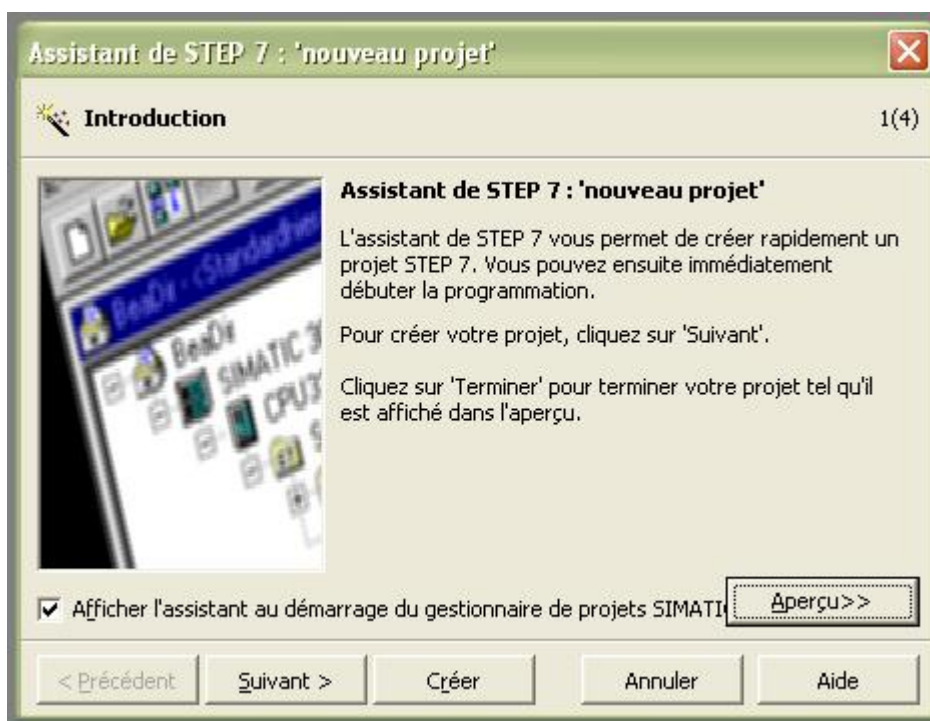
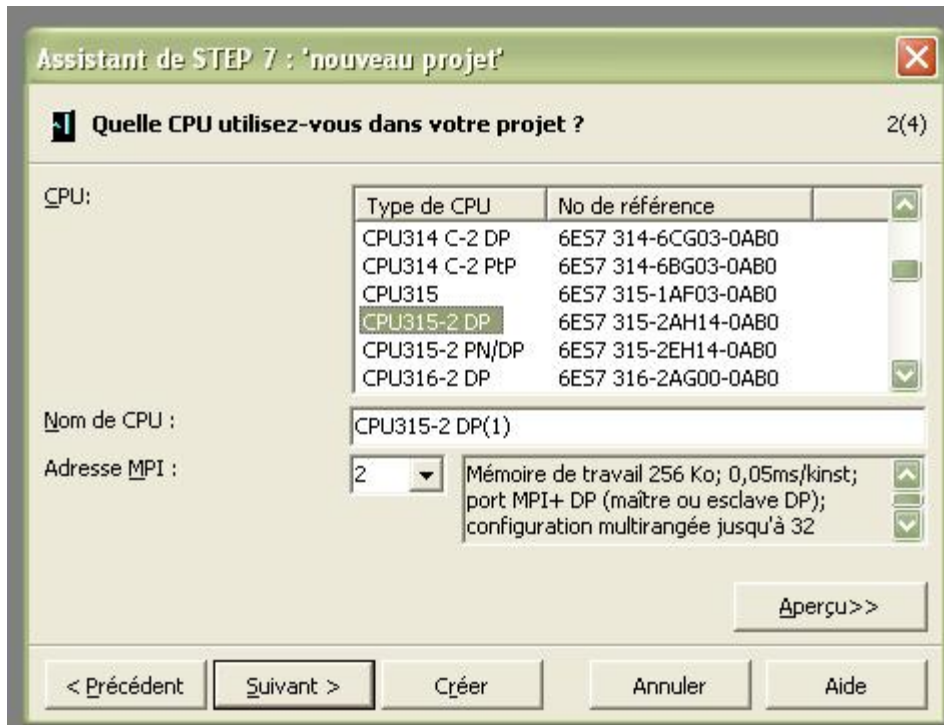


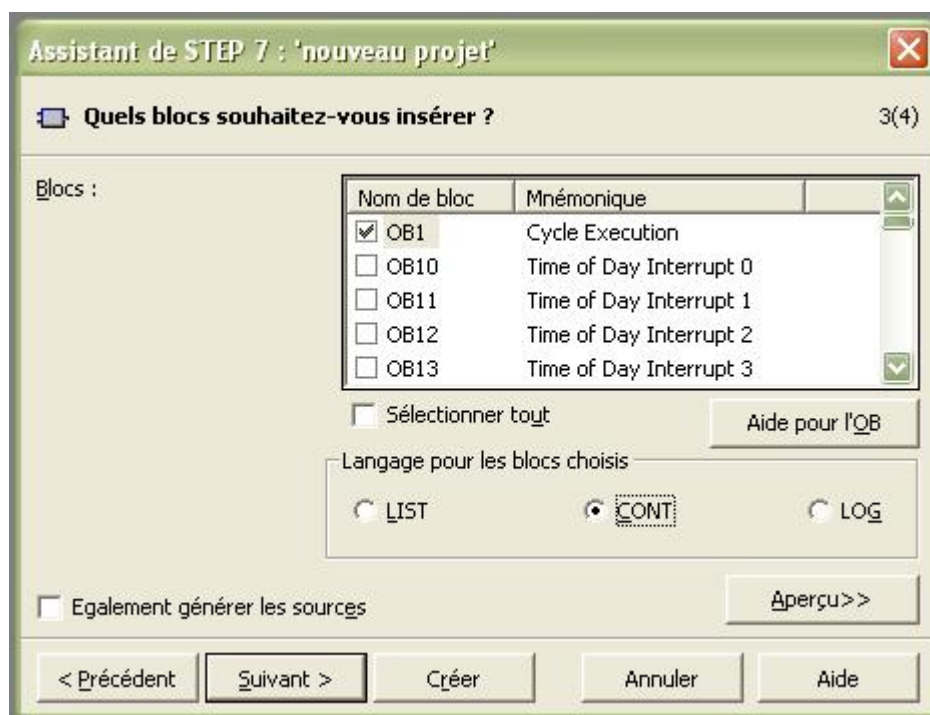
Figure12 : Fenêtre de création d'un projet.

3-on clique sur suivant, la fenetre suivante nous permet de choisir la CPU comme le montre la (figure13).



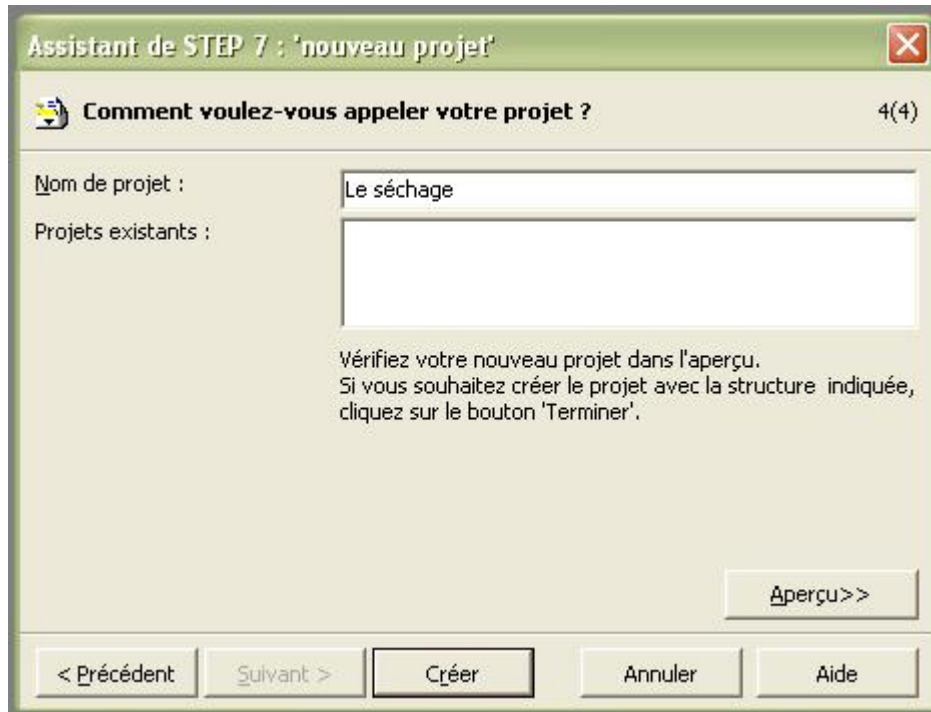
**Figure13** : CPU 315-2DP sélectionnée.

4- Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs et le langage de programmation à insérer.



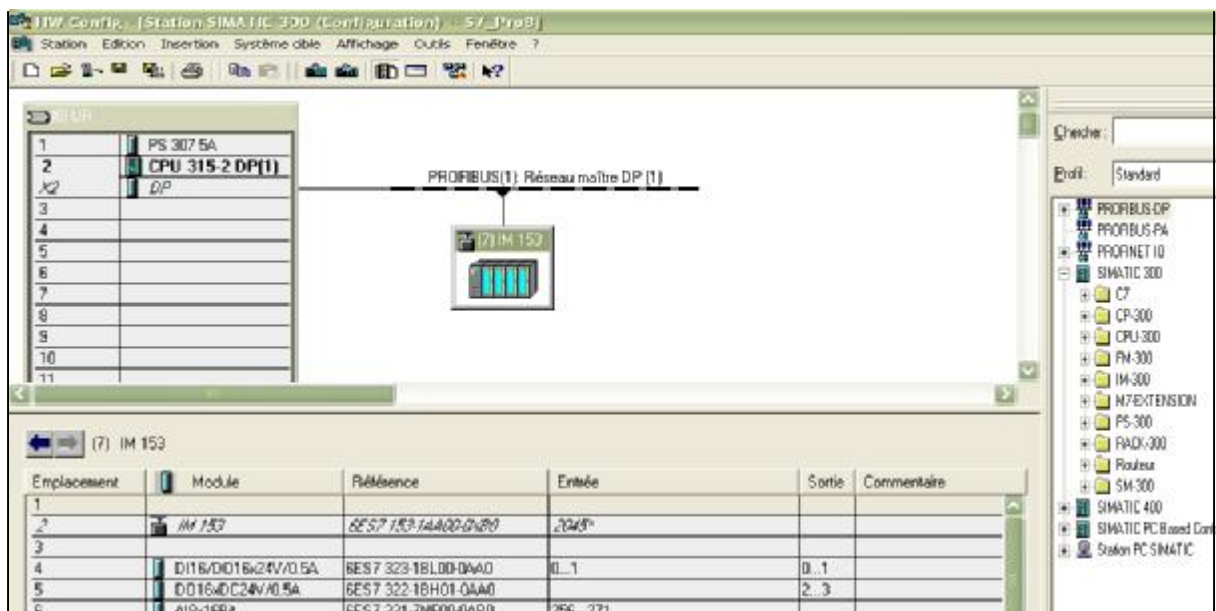
**Figure14** : Sélection des blocs et le langage de programmation(CONT).

5-En cliquant sur suivant, une dernière fenetre pour la création du projet apparaît pour le nommer.



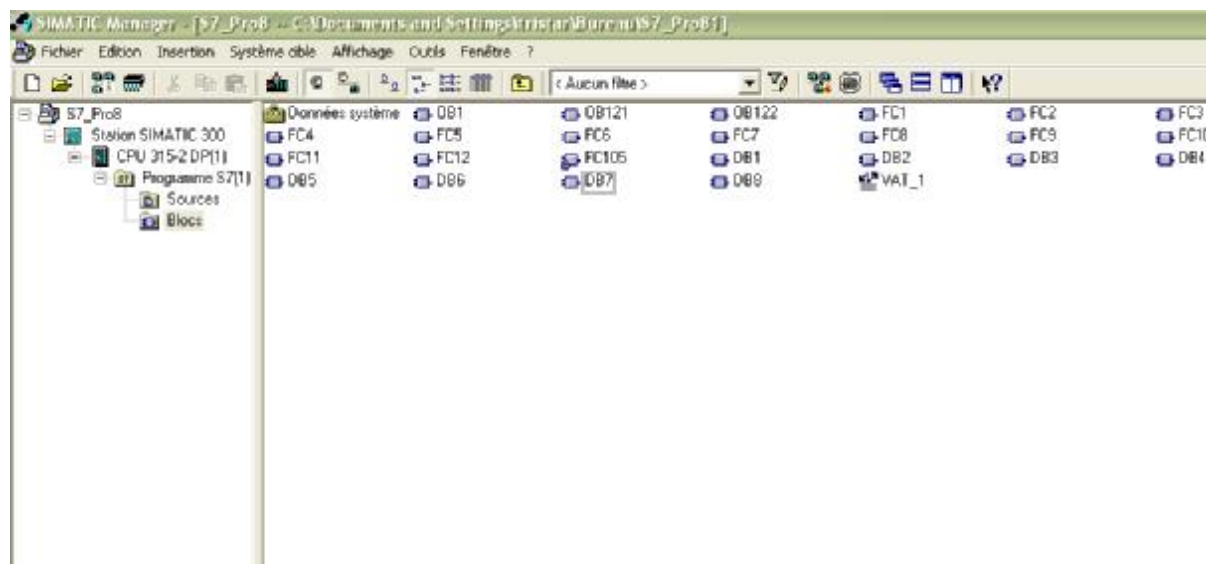
**Figure15 :** Nomination du programme.

6-Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la (figure16).



**Figure16 :** Configuration matérielle.

7-Ensuite on passe au programme utilisateur que nous avons écrit pour commander la machine, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de STEP7 (voir figure17).



**Figure17** : Vue des composants d'un projet S7.

### **Conclusion :**

Nous avons présenté l'automate programmable industriel S7-300 qui a été choisi comme solution adéquat et extensible, facile à adapter aux diverses conditions non seulement industrielles mais aussi dans des différents secteurs.

Vu le degré de difficulté du fonctionnement de notre processus, l'utilisation de la programmation structurée est indispensable.

L'utilisation des bascules SR nous a permis d'activer chaque action et nous permettrons de figer l'automate en cas de défaillance puis continuer l'exécution du programme après maintenance.

Une fois tous les FC programmés, nous avons inséré ces derniers dans le bloc d'organisation OB1 pour la phase de simulation et supervision.

### Partie I : La régulation.

#### Introduction :

Les appareils de mesure donnent la possibilité d'agir sur le procédé de manière à obtenir la qualité et quantité de produit fini conformément à certaines spécifications dans les meilleures conditions de sécurité de fiabilité et de rendement. Dans le présent chapitre, nous étudierons les appareils de contrôle, de transmission et de mesure des quatre paramètres physiques industriels les plus importants utilisés au niveau de l'unité à savoir la pression, le débit, le niveau et la température.

#### IV.1. Définition de la régulation :

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

- 1- Maintenir une grandeur physique à régler (débit, pression) à une valeur désirée (consigne), Malgré : perturbations ou changements de consigne. Donc Elle provoque une action correctrice sur la grandeur physique du procédé appelée grandeur réglante.
- 2- Fournir à l'opérateur des informations (fonctionnement, alarmes (visuelles ou sonores)).

Nous avons traité une application qui est la commande en boucle fermée d'un déshumidificateur pour la régulation de la température.

Le schéma de principe d'une commande numérique via automate est le suivant :

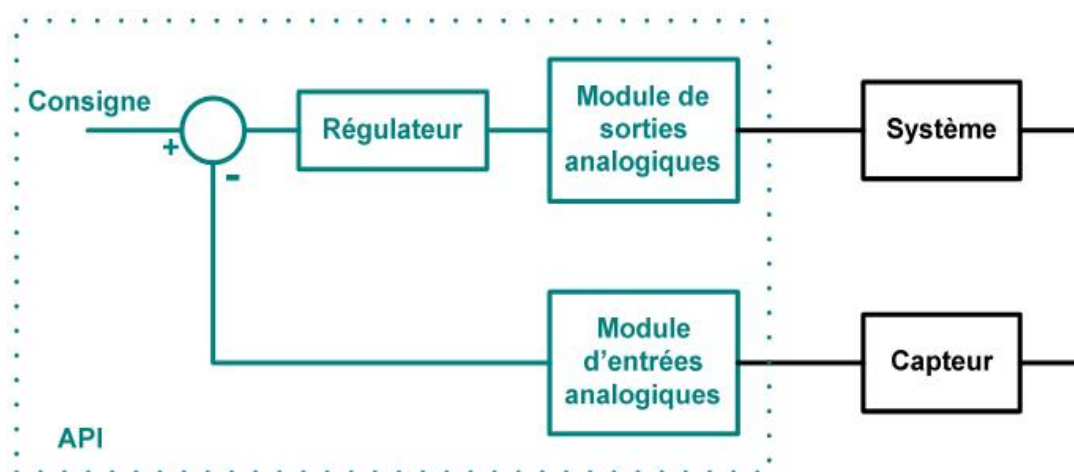


Figure IV.1 : Schéma de principe de la commande via automate.

**IV.2. Identification du système :**

Le modèle mathématique du système étant inconnu, nous avons effectué des identifications de la réponse indicielle en boucle ouverte pour différents points de fonctionnement, car le système est fortement non linéaire (les modèles ne seront valables qu'autour des points de fonctionnement).

Le modèle choisi est celui de Broïda, qui est de la forme :  $\mathbf{F}(p) = \frac{k}{1+\tau p} e^{-\tau p}$ .

Il s'agit d'identifier la réponse indicielle, on envoie au système une consigne de tension comprise entre 0 et 10V, et on relève la réponse du système. A partir du graphe obtenu on identifie les paramètres du modèle via les équations suivantes :

$$\begin{cases} k = \frac{\Delta y_{\infty}}{\Delta x_{\infty}} \\ T = 5.5(t_2 - t_1) \end{cases}$$

$$\tau = 2.8t_2 - 1.8t_1$$

$t_1$  et  $t_2$  sont les instants au bout desquels la sortie atteint respectivement 0.28 et 0.4 de sa valeur finale.

**IV.3. Description du programme :**

On a utilisé la régulation ON-OFF, l'organigramme général du calcul de la commande, est représenté sur la figure suivante :

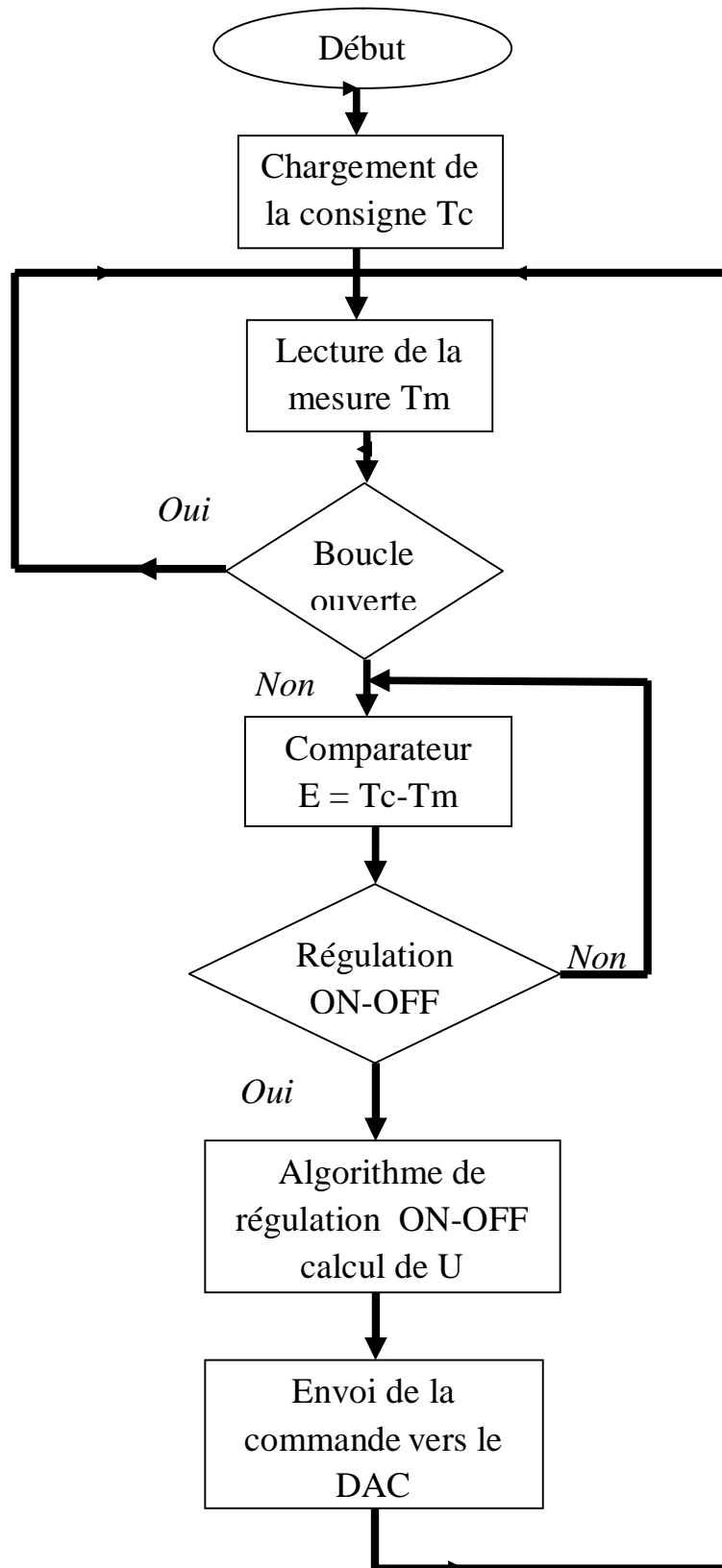
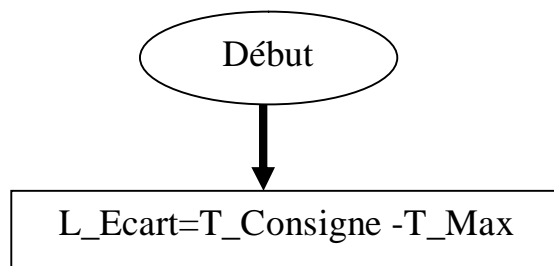


Figure IV.2 : organigramme général du calcul de la commande.

**IV.4. Lecture de la mesure :**

La sortie du capteur de température après conversion en tension est connectée à l'entrée analogique ADC channel1. Pour chaque tension comprise entre 0 et 10V, on peut lire dans l'ADC une valeur entière entre 0 et 27648. Il suffit donc de diviser la valeur lue par 276 pour avoir la température correspondante.

**IV.5. Le comparateur :**



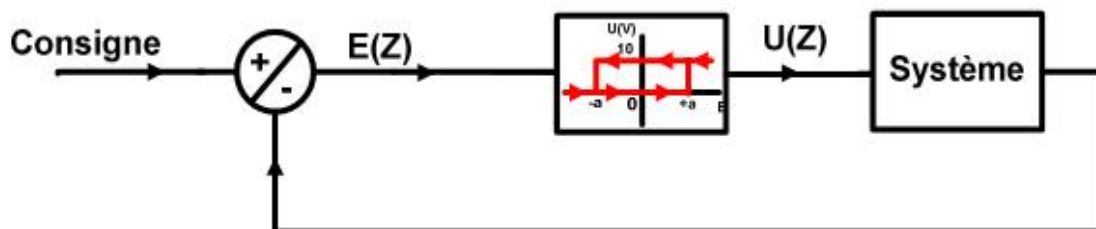
**Figure IV.3 :** Le comparateur.

Ce bloc compare la température consigne à la mesure de température max.

Il est représenté dans le programme par la fonction FC7, il est appelé et exécuté par l'alarme cyclique (OB1).

**IV.6. Régulation à Hystérésis ON-OFF :**

L'algorithme de réglage ON-OFF, consiste à délivrer une commande max ou min pour borner l'erreur entre la consigne et la mesure dans un intervalle  $[-\alpha, +\alpha]$ . Le schéma de commande est le suivant :

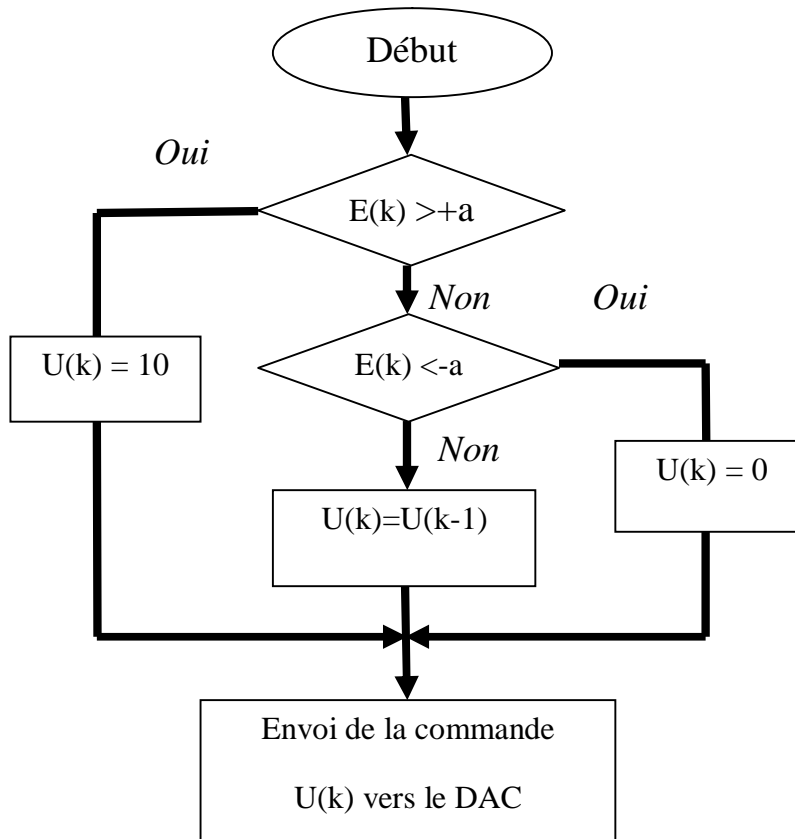


**Figure IV.4. :** Régulation ON-OFF.

La commande U est donnée par :

$$U_k = \begin{cases} 10 & \text{si } e_k \geq 10. \\ U_{k-1} & \text{si } -\alpha < e_k < +\alpha. \\ 0 & \text{si } e_k \leq -\alpha. \end{cases}$$

L'algorithme de calcul de la commande ON-OFF est donné dans la figure ci-dessous :



**Figure IV.5.** Algorithme de réglage ON-OFF.

**IV.7. Application de la commande :**

Nous avons appliqué la commande ON-OFF pour réguler la température du système autour de 180°C.

L'intervalle de variation de l'erreur choisit est [-5, +5] °C.

### ***Conclusion :***

Dans cette partie on a opté pour la commande TOR pour reguler notre système et cela pour ces avantages suivants

- Le correcteur ON-OFF donne une réponse plus rapide.
- Les oscillations sont plus importantes avec le correcteur ON-OFF.
- La commande présente des variations importantes avec le ON-OFF.

### ***Partie II : La supervision.***

#### ***Introduction :***

La supervision industrielle consiste à surveiller le fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal, le but est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre des décisions appropriés à ces objectifs, telle que la cadence de production , qualité de produit et sécurité des biens et des personnes.

#### ***IV.8. Généralités sur la supervision :***

##### ***IV.8.1. Définition :***

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine. Elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au –delà de celles des fonctions d conduite et surveillance réalisées avec les interfaces. Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques unes :

- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Assure la communication entre les équipements d'automatisme et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordre commun (marche-arrêt) et des taches telles que la synchronisation.

#### ***IV.9. Avantages de la supervision :***

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

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

**IV.10. Architecture d'un réseau de supervision :**

Dans le but de réaliser une communication entre un API et un pupitre, SIEMENS a développé des mécanismes qui permettent d'assurer l'échange des données entre le pupitre de supervision et de commande de l'automate programmable.

Le pupitre n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'A.P.I qui gère l'ensemble du processus.

**IV.11. Le rôle de la supervision :****IV.11.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :**

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattache des données provenant des équipements (automates,...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Les modules fonctionnel principaux d'un système de supervision sont :

- Editeur graphique.
- Historique des données.
- Archivage et restitution des données pour les analyser et pour des raisons de maintenance.
- Gestion des alarmes et des événements.
- Acquisition des données provenant du procédé par l'intermédiaire d'un automate programmable.
- Rapport de suivi de la production.

**IV.11.2. Traitement de données :****IV.11.2.1. Représentation graphique des données :**

Sous forme de courbes et conduites ou d'historique présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre.....).

**IV.11.2.2. Traitement des alarmes et des défauts :**

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

**IV.11.2.3. Zone de communication :**

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate afin d'assurer un échange de données avec le pupitre de commande.

**IV.11.2.4. Zone d'affichage :**

C'est la représentation graphique du processus ou on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (marche et arrêt des pompes...).

**IV.11.3. La commande par supervision :**

Elle consiste en l'envoi de consignes vers le procédé dans le but de provoquer son évolution et l'acquisition de mesures ou de compte rendus permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets voulus.

De plus, elle permet le paramétrage des dispositifs de commande.

**IV.12. Pupitre de commande :**

Le pupitre utilisé dans l'atelier est un pupitre de type MP2708 TOUCH, il nous permet d'une part de présenter les états d'exploitation, les valeurs actuelles de processus de production et les alarmes de l'automate. Et d'autre part, décommander de manière aisée l'installation de production.

Les graphiques et les textes affichés sur le pupitre tactile ainsi que les caractéristiques et fonctionnalités des éléments tactiles doivent être préalablement créés sur un ordinateur (PC ou PG) doté de logiciel de configuration PROTOOL. Pour transmettre les données de configuration, il faut raccorder au pupitre l'ordinateur de configuration.

Après transmission de la configuration, le pupitre est lié avec une liaison ETHERNET à l'automate. Il communique alors avec l'automate et réagit à l'exécution des programmes de l'automate en fonction de la configuration.

**IV.13. Présentation du logiciel de supervision :**

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.) avec un ou plusieurs équipements électroniques, automate programmable industriel ou ordinateur de commande direct (commande numérique). Parmi les logiciels pour la supervision dans l'industrie moderne nous pouvons citer :

- Ø PROTOOL.
- Ø WinCC (Windows Control Ccenter).
- Ø INDU soft web studio.
- Ø VIJEO look.
- Ø In Touch...etc.

Pour l'élaboration de la plateforme de supervision de la station de traitement de matière, nous avons utilisés le PROTOOL. C'est le logiciel IHM (interface homme machine) pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, des concepts d'automatisation évolutifs au niveau machine.

PROTOOL réunit les avantages suivants :

- Ø Simplicité.
- Ø Flexibilité.
- Ø Robustesse.

**IV.13.1. Présentation du logiciel de supervision PROTOOL :**

Le SIMATIC PROTOOL est un outil flexible pour la configuration d'un système de supervision, grâce au logiciel de visualisation ProTool/ProRuntime.

PROTOOL saisit, affiche et archive des données du procédé et les représente à l'opérateur d'une manière facilement exploitable.

SIMATIC PROTOOL/PRO se compose:

- Du logiciel exécutif SIMATIC PROTOOL/PRO RT pour système sur PC.

- Du logiciel de configuration SIMATIC/PRO Configuration (cs) pour la configuration de système sur PC et du pupitre operateur SIMATIC.

SIMATIC PROTOOL/PRO assure donc une supervision du processus à l'aide d'une interface operateur compatible avec Windows et comportant des objets graphiques prédéfinis tels que :

Affichage numérique, bibliothèque, complète de symbole IHM, affichage de texte et courbe avec fonction de défilement et de zoom, ligne de lecture, champs d'édition de valeurs de processus (signaux)...etc.

### ***IV.13.2. ProTool/Pro et Simatic Step7:***

#### ***IV.13.2.1. Integration de protool dans STEP7:***

PROTOOL peut être intégrer au logiciel de configuration SIMATIC STEP7. Cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans PROTOOL. On économise ainsi non seulement temps et argent mais on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

#### ***IV.13.2.2. Avantages de l'intégration à STEP7 :***

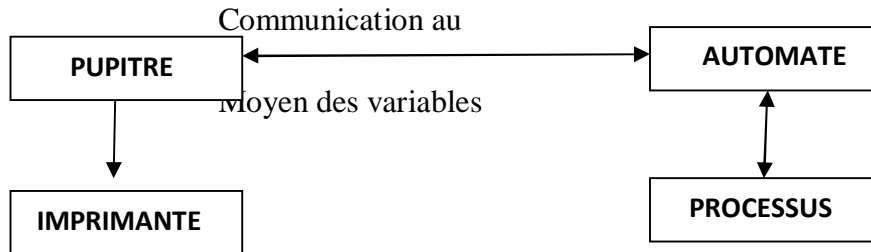
Quand on configure avec PROTOOL, intégré à STEP7, on peut accéder à la base de données crée lors de la configuration de l'automate avec SIMATIC STEP7. Cela présente les avantages suivants :

- Possibilité d'utiliser SIMATIC Manager comme poste de commande centrale pour la création, la modification et la gestion des projets PROTOOL.
- Les paramètres de communication de l'automate sont définis lors de la création du projet PROTOOL et actualisés en cas de modifications dans SIMATIC STEP7.
- Les messages ALARMS configurés dans SIMATIC STEP7 sont pris en compte dans PROTOOL et peuvent être affichés sur le pupitre.
- Les modifications de la table mnémonique dans SIMATIC STEP7 sont actualisées dans PROTOOL.

#### ***IV.13.3. Communication entre le pupitre de supervision et l'automate :***

La communication entre le pupitre et la machine ou le processus est réalisée par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « **variable** ».la valeur d'une variable est écrite

dans une case mémoire (adresse) de l'automate ou elle est lue par le PC de supervision. La structure générale est illustrée dans la figure suivante :



**Figure IV.6** : Structure générale de communication entre le pupitre et l'automate.

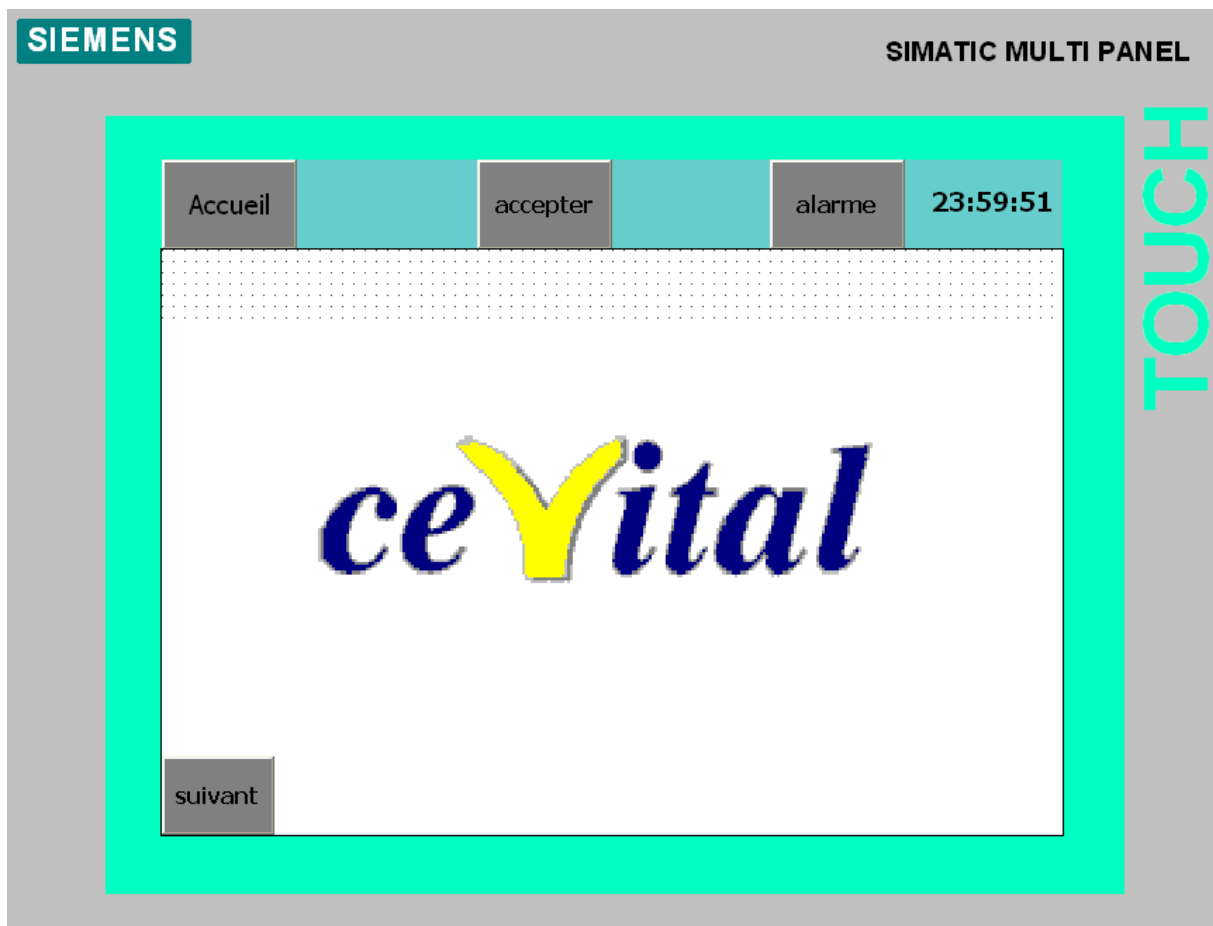
#### **IV.13.4. Plateforme de supervision de la station de séchage :**

Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le contrôle commande de notre station, nous avons créé sept vues données comme suit :

- ✓ La vue d'accueil.
- ✓ La vue de station de séchage.
- ✓ La vue de pompe d'aspiration.
- ✓ La vue de déshumidificateur.
- ✓ La vue de Processus et régénération.
- ✓ La vue de Niveau et température du TK.
- ✓ La Vue des alarmes.

**IV.13.4.1. vue d'accueil :**

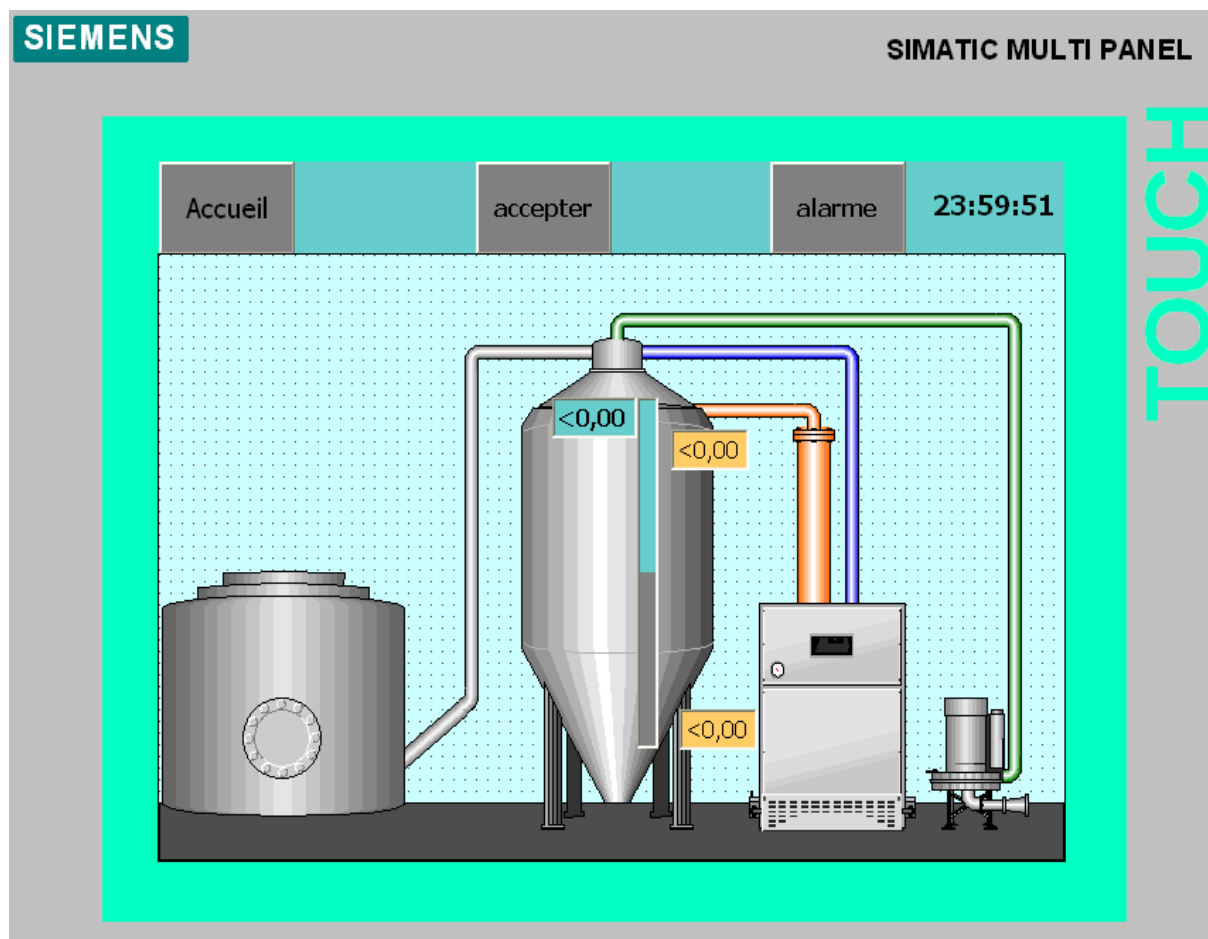
La vue d'accueil est la vue d'entrée qui sera tout le temps visible sur le pupitre qui sera placé sur notre station. Elle présente essentiellement le groupe (CEVITAL). Cette vue contient un bouton poussoir qui permet d'aller à la vue de station de séchage pour choisir d'aller à l'une des vues.



**Figure IV.7 :** vue d'accueil.

**IV.13.4.2. La vue de station de séchage :**

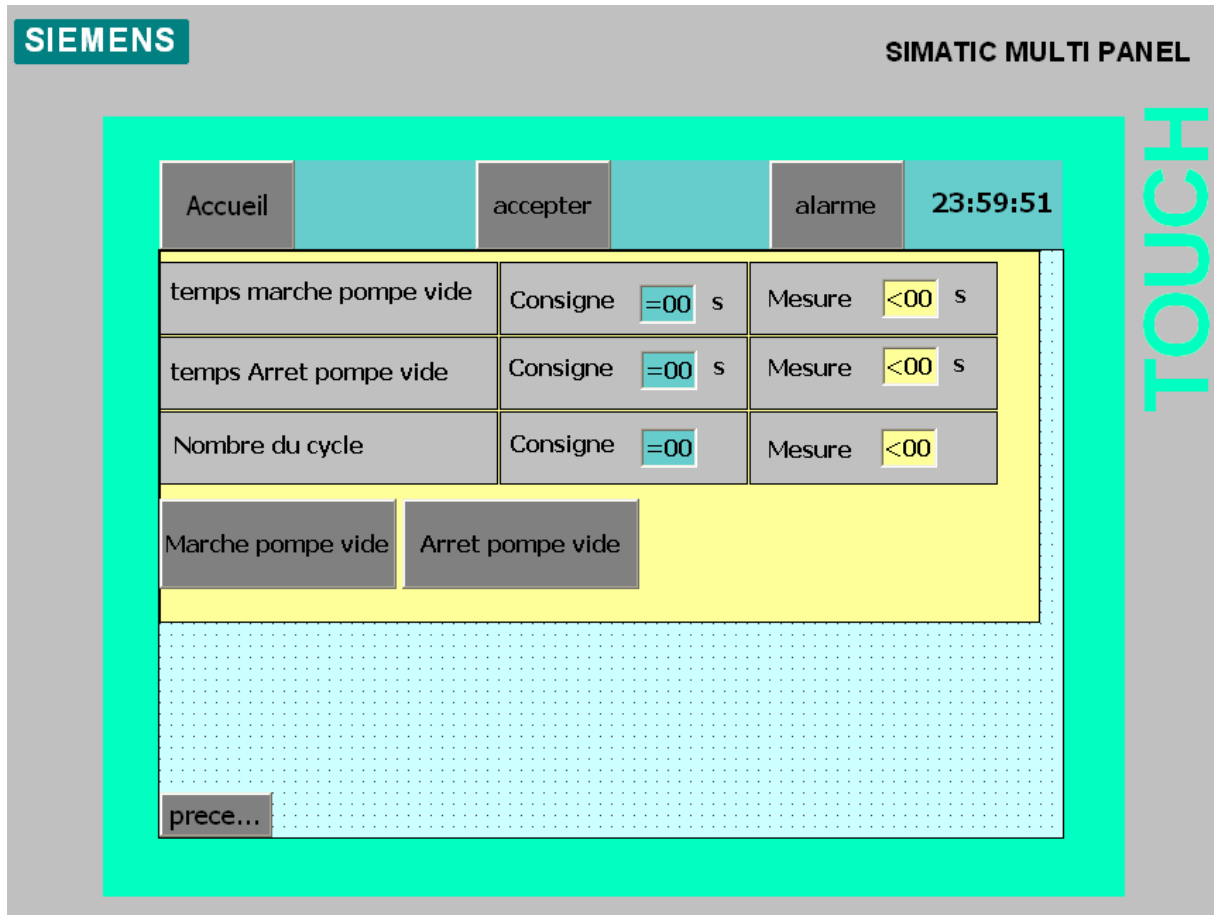
A partir de cette vue, nous pouvons accéder à toutes les vues qui poursuivent comme la pompe à vide, le tank,...et cela par un simple clic sur le bloc voulu.



**Figure IV.8:** vue de station de séchage.

**IV.13.4.3. La vue de pompe d'aspiration :**

Cette vue est obtenue par un clic sur la pompe, cela nous permet de démarrer ou arrêter la pompe et régler ses paramètres.



**Figure IV.9 :** vue de pompe d'aspiration.

IV.13.4.4. La vue de déshumidificateur :

Cette vue est obtenue par un clic sur le déshumidificateur, elle nous permet de voir le schéma interne de sécheur.

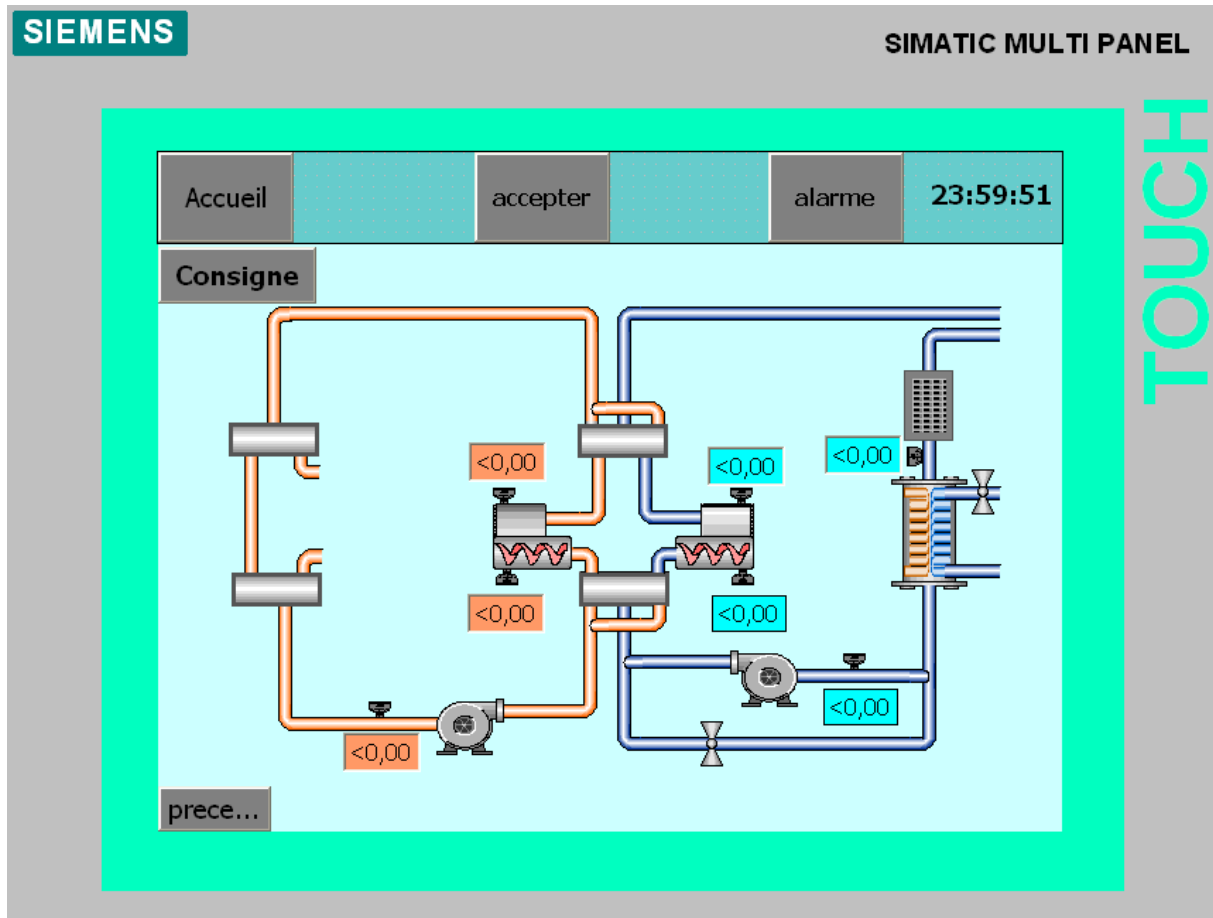
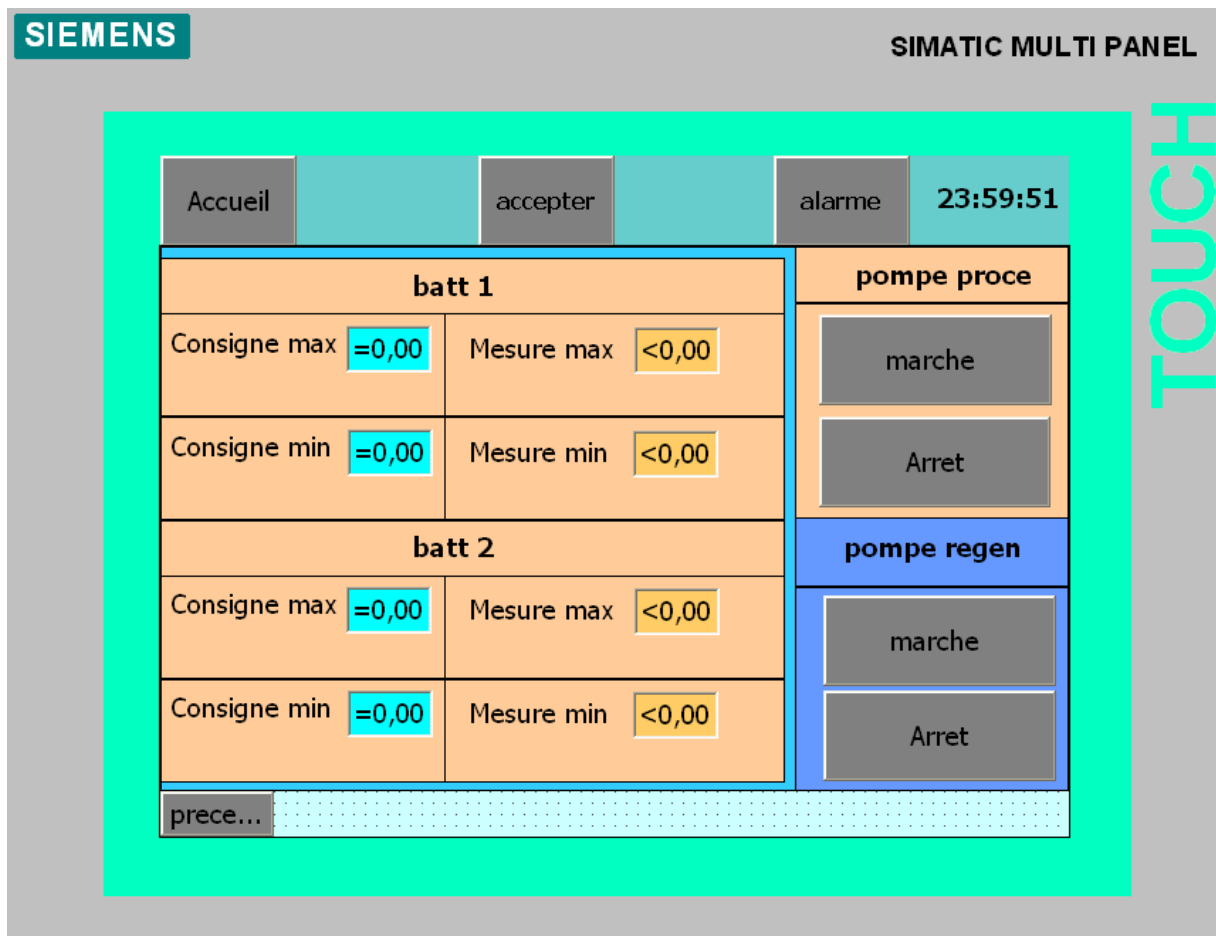


Figure IV.10: Vue de déshumidificateur.

**IV.13.4.5. La vue de Processus et régénération :**

Cette vue est obtenue par un clic sur le schéma interne de déshumidificateur.

Elle nous affiche les consignes de basculement.



*Figure IV.11 : Process et régénération.*

IV.13.4.6. la vue du tank :

Cette image est affichée en cliquant sur le tank, il permet de visualiser le niveau du P.E.T et la température à l'intérieur.

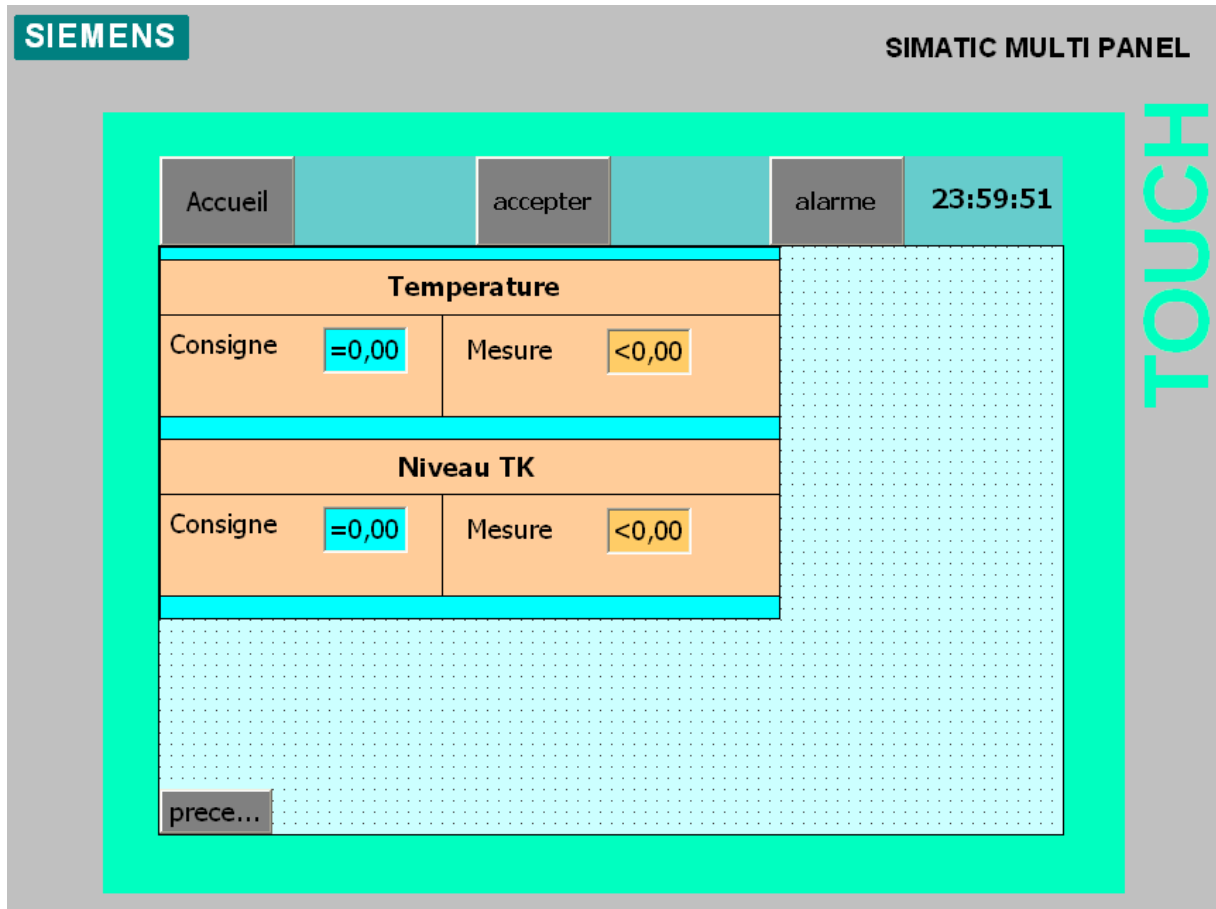
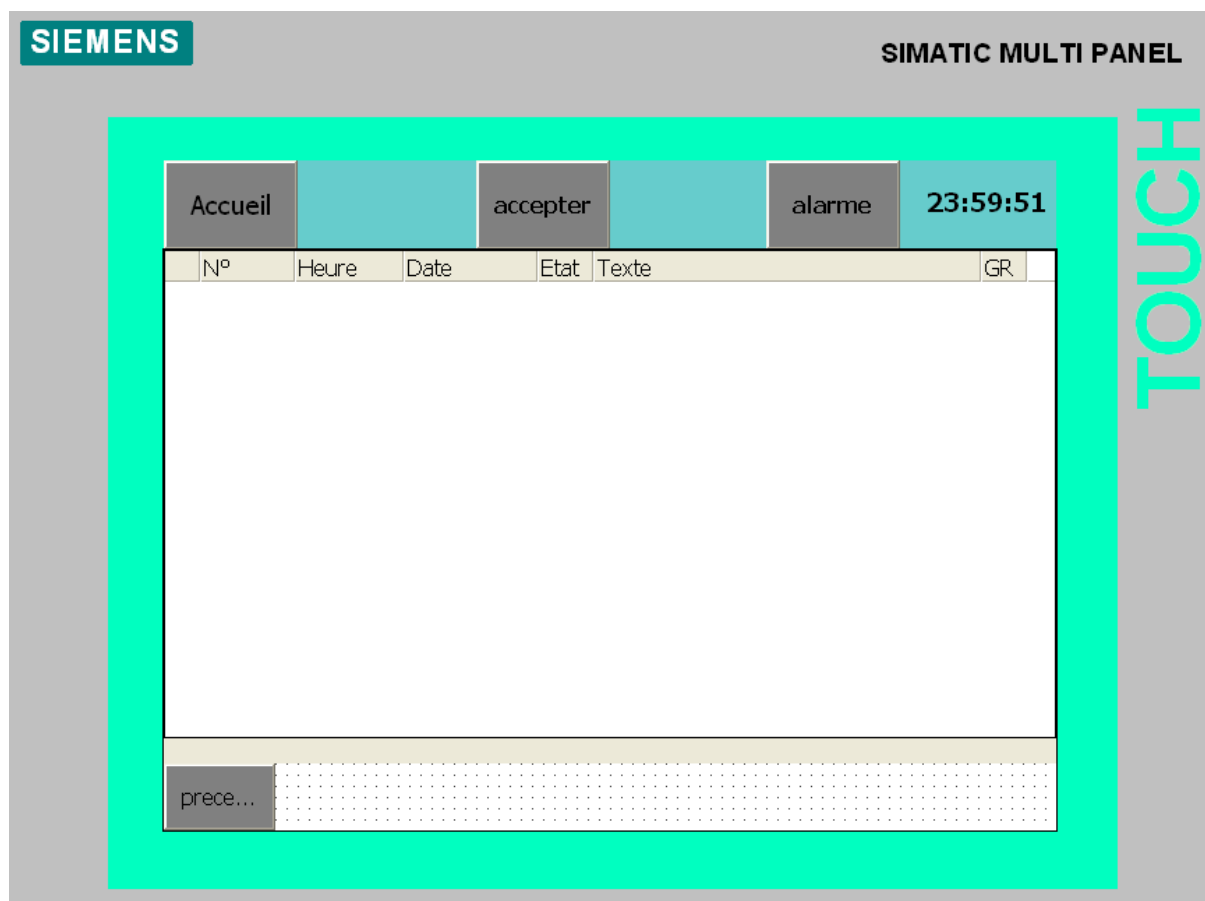


Figure IV.12: Niveau et température du TK.

**IV.13.4.7. La Vue des alarmes :**

Cette vue est affichée en cas de danger ou arrêt d'urgence du processus et demander une réaction de l'opérateur sous forme d'une intervention.



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

**Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons établi une liaison entre le logiciel STEP7 et son progiciel PROTOOL, ce dernier nous a permis de bien superviser notre solution.

PROTOOL facilite la détection de la source de pannes si elles ont lieu et il offre un milieu de travail facile et compréhensible pour l'opérateur.

# ***CONCLUSION GENERALE***

Notre projet de fin d'étude est effectué en grande partie au sein de L'unité de l'eau minérale «LALLA KHEDIDJA» dans le but de concevoir une solution programmable à base d'un automate programmable de type API S7-300.

Ce stage nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre ainsi en pratique les connaissances théoriques et de nous familiariser avec les automates programmables industriels.

Le langage de programmation que nous avons utilisé, le STEP7, permet de Communiquer simplement avec le procédé, en utilisant ses ressources d'une manière Efficace.

Notre conviction est d'avoir répondu dans la mesure de nos possibilités aux exigences Du cahier de charge imposé.

Toutefois, Nous souhaitons comme perspective que notre travail verra naître sa Concrétisation, et qu'il serve de support supplémentaire à d'autres étudiants pour les promotions à venir.