

N° d'ordre : / Faculté / UMBB / 2016

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Filière : **Automatisation des procédés industriels**

Option : **Commande automatique**

Thème

Conception d'une commande programmable pour une presse hydraulique à ébavurer à base d'un API Siemens S7-300 et sa supervision à l'aide de WinCC flexible 2008

Présenté par :

MERRATI Nacim

BERHOUN Sofiane

Dirigé par :

Dr. CHAIB Ahmed

Remerciements

Avant tout nous remercions DIEU le tout puissant qui nous a donné la force et le courage et nous a mené à la concrétisation de ce modeste travail ;

Nous tenons à remercier notre promoteur Mr CHAIB Ahmed, pour sa disponibilité, son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de sa rigueur scientifique, son expérience et de nous avoir encouragé tout au long de ce travail;

Nous exprimons notre sincère gratitude au personnel de l'entreprise ENEL et plus spécialement le personnel de l'unité prestations techniques à leur tête Mr HARBIT Achour, Mr HADDOUCHE Mourad et Mr MASSOUT Kamel pour leur collaboration et leurs précieux conseils.

Nous exprimons également notre gratitude à tous nos enseignants du département Automatisation et électrification des procédés qui ont contribué à notre formation ;

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce modeste travail;

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

BERHOUN SOFIANE

MERRATI Nacim

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en témoignage de ma gratitude :

A mes très chers parents,

Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation, Que dieu vous garde très longtemps à mes côtés, je ne vous remercierais jamais assez...

A mes chers grands-parents Si Ahmed et Fatima, pour vos précieuses leçons de la vie et votre sagesse, longue vie à vous.

A la mémoire de mes grands-parents Tahar et Dahbia, Paix à vos âmes.

A mes très chers sœurs Mounia et Katia, ainsi qu'à leurs maris Ahmed et Yacine, pour tout votre soutien, vos conseils et vos encouragements.

Au petit prince Rayan qui nous apporte bonheur à chaque sourire.

A mon seul et unique frère Walid pour ton appui et ta présence à mes côtés quand j'en ai besoin.

A toute ma famille,

C'est un honneur pour moi de naître et de grandir parmi vous.

A mon binôme et ami Sofiane, pour sa contribution à la réussite de ce travail.

A Nassima paix à son âme.

A mes chers amis pour nos agréables moments partagés.

Ainsi qu'à tous ceux qui me sont chers.

Nacim.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en témoignage de ma gratitude :

*A celui et celle qui m'ont transmis la vie, qui m'ont donné l'amour, le bonheur et le courage, et qui ont toujours rêvé de voir leur fils arriver à ce chapitre de vie, à vous chers **MERE** et **PERE** que dieu vous gardera longtemps à mes côtés, je ne vous remercierais jamais assez ...*

*A toute ma famille **BERHOUN**, en particulier mes frères **HAMID**, **MOHAMMED**, **RAFIK** et mes deux sœurs **SAMIA** et **REZIKA**.*

*A mes chers amis **HAMID**, **SIDALI**, **MOUMOUH**, **OMAR**, **CHERIF**, **MASSI**, pour nos agréables moments partagés*

*Une spéciale dédicace pour mon binôme et ami **NACIM** ainsi toute sa famille*

*A **NASSIMA** paix à son âme*

*A tous ceux qui se reconnaîtront en ce mot « **AMI** »*

SOFIANE.



SOMMAIRE

Liste des figures

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

I.1 Introduction	3
I.2. Description de l'entreprise	3
I.3. Les grandes structures du complexe	3
I.3.1. Département moteurs, alternateurs et prestation technique	3
I.3.2. Département transformateur	4
I.4 Organigramme générale d'ELECTRO-INDUSTRIES.....	4
I.5. Emplacement géographique	5
I.6. Référence	6
I.7. Conclusion	6

CHAPITRE II : Description et étude de fonctionnement de la presse à ébavurer

II.1. Introduction	7
II.2. Description de la machine	8
II.2.1. La partie opérative	9
II.2.1.1 La structure mécanique	9
II.2.1.2 Les près-actionneurs.....	10
II.2.1.3 Les actionneurs	11
II.2.1.4. Les capteurs	13
II.2.2. Les différents circuits de commande de la machine	15
II.2.2.1. Le circuit hydraulique	15
II.2.2.2. Le circuit pneumatique	24
II.2.2.3. Circuit électrique	28
II.2.3. Partie commande	30
II.2.3.1. Pupitre de commande	30
II.2.3.2. Commande de la machine	30
II.3. Fonctionnement de la machine	31
II.4. Conclusion	33

CHAPITRE III : Modélisation de la presse à ébavurer par GRAFCET

III.1.	Introduction	34
III.2.	L'automatisme	34
III.3.	Conception d'un système automatisé	34
III.3.1.	Partie commande	35
III.3.2.	Partie opérative	35
III.3.3.	Partie dialogue	36
III.4.	Le GRAFCET	37
III.4.1.	Définition.....	37
III.4.2.	Les concepts de base du GRAFCET	37
III.4.3.	Règles d'évolution d'un GRAFCET	40
III.4.4.	Niveaux du GRAFCET	40
III.5.	Liste des actionneurs, pré-actionneurs et capteurs de la presse	41
III.6.	Réalisation du GRAFCET fonctionnel.....	43
III.6.2.	GRAFCET de l'arrêt d'urgence	44
III.7.	Conclusion	45

CHAPITRE IV : Commande de la presse à ébavurer par automate programmable

IV.1.	Introduction	46
IV.2.	Définition	46
IV.3.	Architecture des automates programmables industriels	47
IV.3.1.	L'alimentation	48
IV.3.2.	Le processeur	48
IV.3.3.	La mémoire	48
IV.3.4.	Les interfaces entrées/sorties	49
IV.4.	Choix d'un automate	49
IV.5.	L'automate programmable SIEMENS S7-300	49
IV.5.1.	Présentation générale de l'automate S7-300	49
IV.5.2.	Caractéristiques de l'automate S7-300	50
IV.5.3.	Constitution de l'automate S7-300	50
IV.5.4.	Fonctionnement de l'automate programmable S7-300	54
IV.5.5.	Programmation de l'automate S7-300	54
IV.6.	Programmation avec STEP 7.....	55
IV.6.1.	Les langages de programmation	56

IV.6.2. L'opération de temporisation	57
IV.6.3. Création d'un programme utilisateur	57
IV.7. Simulation du programme avec S7-PLCSIM	65
IV.7.1. Chargement des blocs dans le système cible	65
IV.7.2. Simulation du programme utilisateur	65
IV.8. Conclusion	66

CHAPITRE V : Supervision de la presse à ébavurer avec WinCC flexible

V.1. Introduction	67
V.2. Généralités sur la supervision	67
V.2.1. Définition et fonctions de la supervision	67
V.2.2. Architecture d'un système de supervision.....	68
V.2.3. Apport de la supervision	68
V.3. Supervision sous WinCC	69
V.3.1. Description du logiciel de supervision WinCC	69
V.3.2. Structure de WinCC	69
V.3.3. Applications disponibles sous WinCC	69
V.3.4. Création du projet sous WinCC	70
V.3.5. Plateforme de supervision de la presse à ébavurer	72
V.3.6. Description et aperçu des différentes vues	72
V.4. Conclusion	75
Conclusion générale	77

Bibliographie

Annexe

Liste des figures

CHAPITRE I : Présentation de l'entreprise

Figure I.1 : Organigramme de l'entreprise	4
Figure:1.2 : Situation géographique de l'ENEL	5
Figure I.1 : Vue aérienne de l'entreprise.....	5

CHAPITRE II : Description et étude de fonctionnement de la presse à ébavurer

Figure II.1 : Vue réelle de la presse hydraulique à ébavurer	7
Figure II.2 : Les différents éléments de la machine.	8
Figure II.3 : Gamme de distributeurs	10
Figure II.4 : Fonctionnement du distributeur	10
Figure II.5 : Symbole du distributeur.....	10
Figure II.6 : Electrovanne	11
Figure II.7 : Schéma d'une électrovanne	11
Figure II.8 : Vérin à simple effet.....	11
Figure II.9 : Commande d'un vérin simple effet.	12
Figure II.10 : Vérin double effet	12
Figure II.11 : Commande d'un vérin double effet	12
Figure II.12 : Interrupteurs de fin de course.	14
Figure II.13 : Capteurs de pression	15
Figure II.14 : Pompe hydraulique	16
Figure II.15 : Limiteur de pression.	16
Figure II.16 : Régulateur de pression	17
Figure II.17 : Clapet anti-retour	17
Figure II.18 : Clapet anti-retour avec étranglement	17
Figure II.19 : Manomètre	18
Figure II.20 : Schéma hydraulique	23
Figure II.21 : Soupape d'échappement rapide	24
Figure II.22 : Purgeurs	25
Figure II.23 : Schéma pneumatique	27
Figure II.24 : Les fusibles	28
Figure II.25 : Relais de protection thermique	29
Figure II.26 : Disjoncteur à relais thermique	29
Figure II.27 : Organigramme fonctionnel de la presse hydraulique à ébavurer	32

CHAPITRE III : Modélisation de la presse à ébavurer par GRAFCET

Figure III.1 : Structure d'un système automatisé de production	35
Figure III.2 : Les éléments d'un GRAFCET.	37
Figure III.3 : Les différentes étapes d'un GRAFCET	38
Figure III.4 : Les actions associées aux étapes	38
Figure III.5 : Illustration d'une transition	39
Figure III.6 : Illustration des laissons orientées.....	39

CHAPITRE IV : Commande de la presse à ébavurer par automate programmable

Figure IV.1 : Automate modulaire SIEMENS.....	47
Figure IV.2 : Structure d'un automate programmable.....	47
Figure IV.3 : Présentation de l'automate S7-300.....	51
Figure IV.4 : La CPU 314.....	53
Figure IV.5 : Vue d'ensemble de l'automatisme	55
Figure IV.6 : Démarche de programmation sur STEP 7.....	56
Figure IV.7 : Exemple de programme CONT	56
Figure IV.8 : Représentation des opérations ET et OU par LOG.....	57
Figure IV.9 : Représentation des opérations ET, OU par LIST.....	57
Figure IV.10 : Fenêtre d'introduction.....	58
Figure IV.11 : Choix de la CPU.....	58
Figure IV.12 : Choix du bloc et du langage de programmation	59
Figure IV.13 : Nommer le projet	59
Figure IV.14 : Configuration de l'automate S7-300.....	60
Figure IV.15 : Adressage des entrées/sorties (TOR)	65
Figure IV.16 : Fenêtre S7-PLCSIM	65
Figure IV.17 : Simulation de l'étape de descente du coulisseau.....	66

CHAPITRE V : Supervision de la presse à ébavurer avec WinCC flexible

Figure V.1 : Fenêtre d'introduction WinCC flexible advanced.....	70
Figure V.2 : Sélection du pupitre	71
Figure V.3 : Intégration dans le projet STEP 7	71
Figure V.4 : Vue d'accueil	72
Figure V.5 : Vue du pupitre de commande	73
Figure V.6 : Vue « écran protecteur ».....	74
Figure V.7 : Vue « partie usinage	74

L'évolution prévisible de toute société industrielle dans les années à venir nous permet d'affirmer que la production à moindre coût ne sera plus un rêve. On peut prédire un développement toujours plus intense des systèmes automatiques qui sont réalisés en vue d'apporter les solutions à des problèmes de nature technique, économique ou humaine.

De nos jours, les constructeurs de commande et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables, ce point d'intersection à partir duquel ces systèmes de commande relativement récents sont d'un prix comparable ou même inférieur à celui de commande traditionnelle à logique câblée recule cependant constamment.

Les automates se distinguent tout particulièrement par leur capacité d'adaptation et d'extension modulaire, la simplicité accrue de leur langages de programmation, leur aptitude à la communication au sein d'un réseau et leur multiples possibilités de diagnostics.

Toutes ces propriétés conjuguées permettent d'apporter une réponse optimale aux problèmes d'automatisation les plus divers, de la commande des machines à faible nombre d'entrées/sorties à la commande des processus complexes, au sein de l'industrie, tant pour les entreprises que pour les grandes usines de fabrication.

En effet, pour ce qui nous concerne, dans le cadre de notre mémoire qui censure la fin du 2^e cycle d'études universitaires et en l'occurrence pour l'obtention du diplôme de master en commande automatique, nous avons vu une occasion qui nous est donné afin d'approfondir notre connaissance en automatisme. C'est ainsi que nous avons intitulé notre travail de fin d'étude:

« Conception d'une commande programmable pour une presse hydraulique à ébavurer à base d'un API Siemens S7-300 et sa supervision à l'aide de WinCC flexible 2008 ».

Problématique

Pour accroître la production, l'entreprise ENEL doit avoir un équipement de qualité répondant à ces besoins ; la commande par logique câblée a déjà montré ses limites de fiabilité technique du point de vue panne, vitesse de traitement ; défaut. Substituer cette commande de la logique câblée à celui de l'automate programmable est-elle une alternative?

Hypothèse

Pour de nombreux problèmes de commande, il convient donc de déterminer le mode de commande le mieux approprié et à cet égard, le choix actuellement se porte de plus en plus sur les automates programmables industriels. Il s'agit d'ailleurs non seulement d'une question de prix, mais bien d'avantage de gain de temps, de souplesse accrue dans la manipulation, de haute fiabilité, de la localisation et de l'élimination rapide des erreurs. Simultanément le produit final, c'est-à-dire la machine ou l'installation équipée d'un tel automate atteint un niveau technique plus élevé.

Le but des pages qui suivent est de confirmer notre hypothèse que l'utilisation d'un automate industriel est la solution à notre problème.

Délimitation du sujet

Dans le cadre de notre travail, nous avons le plaisir de présenter à l'intention des dirigeants, ingénieurs et techniciens de l'entreprise ENEL, un outil permettant d'alléger la tâche et d'améliorer le rendement des installations et la qualité de production

L'étude consiste à améliorer les processus d'exploitation en remplaçant un nombre de composants, de contacts des circuits électriques par un automate programmable industriel, offrant une grande facilité.

Tout travail doit être circonscrit dans le temps et dans l'espace, c'est ainsi que nous avons délimité notre travail à l'automatisation par automate programmable de deux presses hydrauliques à ébavurer.

Subdivision du travail

Notre travail est composé de cinq chapitres sans compter l'introduction et la conclusion, nous citons :

- ✓ Chapitre I : présentation de l'entreprise.
- ✓ Chapitre II : description et étude de fonctionnement de la presse à ébavurer.
- ✓ Chapitre III : modélisation de la presse à ébavurer par GRAFCET.
- ✓ Chapitre IV : commande de la presse à ébavurer par automate programmable.
- ✓ Chapitre V : supervision de la presse à ébavurer avec WinCC flexible 2008.

I.1 Introduction

L'entreprise nationale des industries électrotechniques E.N.E.L est issue de la restructuration de S.O.N.E.L.E.C ; après la réorganisation du secteur industriel opérée en Algérie en 1980 ; cela a conduit à la restriction de l'ancienne ENEL un certain nombre d'EPE/SPA, parmi lesquelles figure ELECTRO-INDUSTRIES.

ELECTRO-INDUSTRIES est le seul fabricant et commerçant de transformateurs et de moteurs électriques en Algérie. Ses fabrications sont conformes à la recommandation Européenne.

Sa mission consiste en : la recherche, le développement et la fabrication des équipements, produits et composants électrotechniques.

I.2. Description de l'entreprise

ELECTRO-INDUSTRIES est située à Azazga (wilaya de Tizi Ouzou) et a été créée sous sa forme actuelle en Janvier 1999 après la session de l'entreprise mère ENEL, cette entreprise a été réalisée dans le cadre d'un contrat produit en main avec des partenaires Allemands, en l'occurrence, SIEMENS pour le produit et FRITZ WERNER pour l'engineering et la construction, l'infrastructure est réalisée par les entreprises algériennes ECOTEC , COSIDER et BATIMETAL.

ELECTRO-INDUSTRIES est composée de deux (2) unités ; toutes situées sur le même site :

- Unité de fabrication de transformateurs MT/BT.
- Unité de fabrication de Moteurs Electriques, alternateurs et prestation Techniques.

I.3. Les grandes structures du complexe**I.3.1 Département moteurs, alternateurs et prestation technique**

Celui-ci est composé de deux bâtiments (2 et 2A), et est chargé des activités suivantes :

- L'usinage ;
- La fonderie aluminium sous pression ;
- Le bobinage ;
- L'imprégnation ;
- Le montage des moteurs et alternateurs ;
- Maintenance de l'ensemble des équipements de l'entreprise.

Il est constitué des cinq services suivants :

- production ;
- Service commercial ;
- Service étude et fabrication ;
- Service maintenance et utilité ;
- Service manutention et entretien général.

I.3.2. Département transformateur

Il est composé de deux bâtiments (3 et 3A), l'un pour la construction métallique des cuves et des vases d'expansions et l'autre pour le bobinage, le découpage des tôles magnétiques utilisées dans les noyaux et le montage des transformateurs.

Il est constitué des trois services suivants :

- Services technique,
- Services production,
- Services commercial.

I.4 Organigramme générale d'ELECTRO-INDUSTRIES

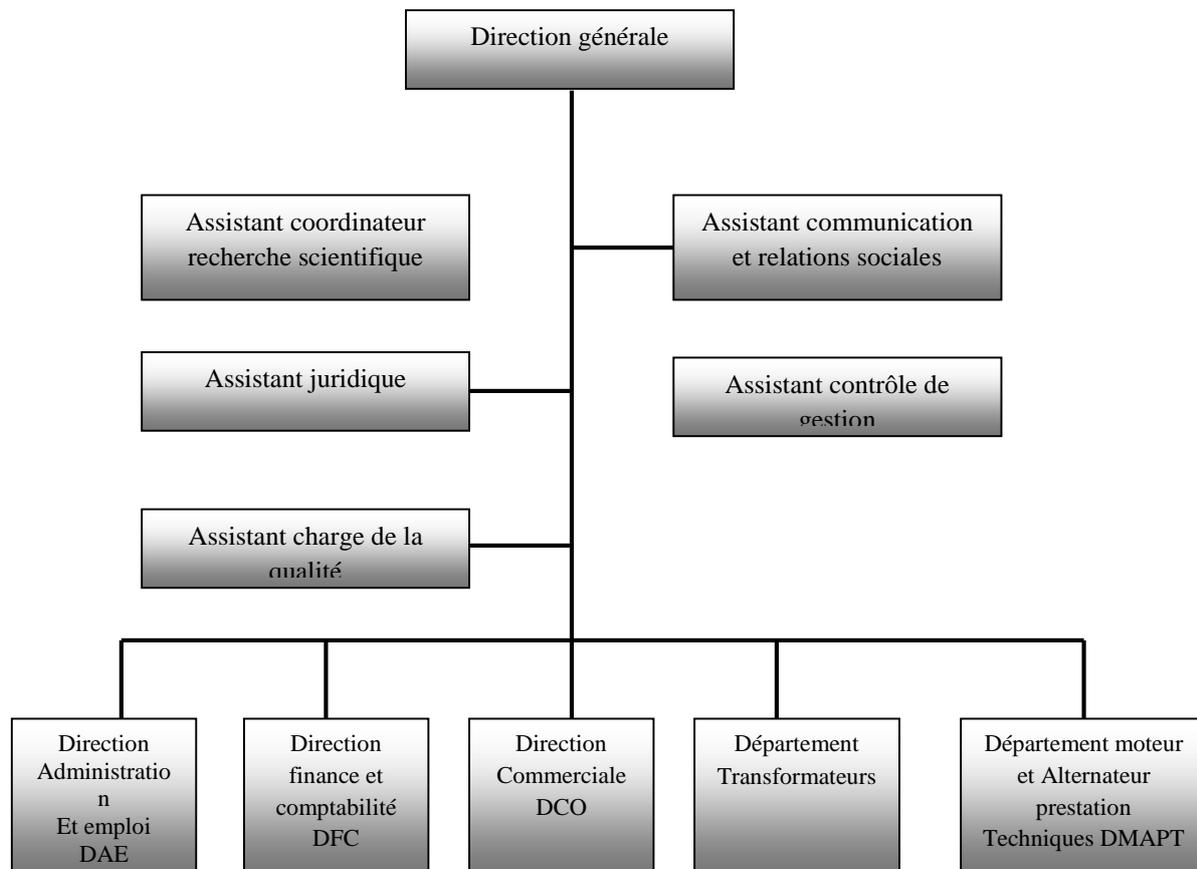
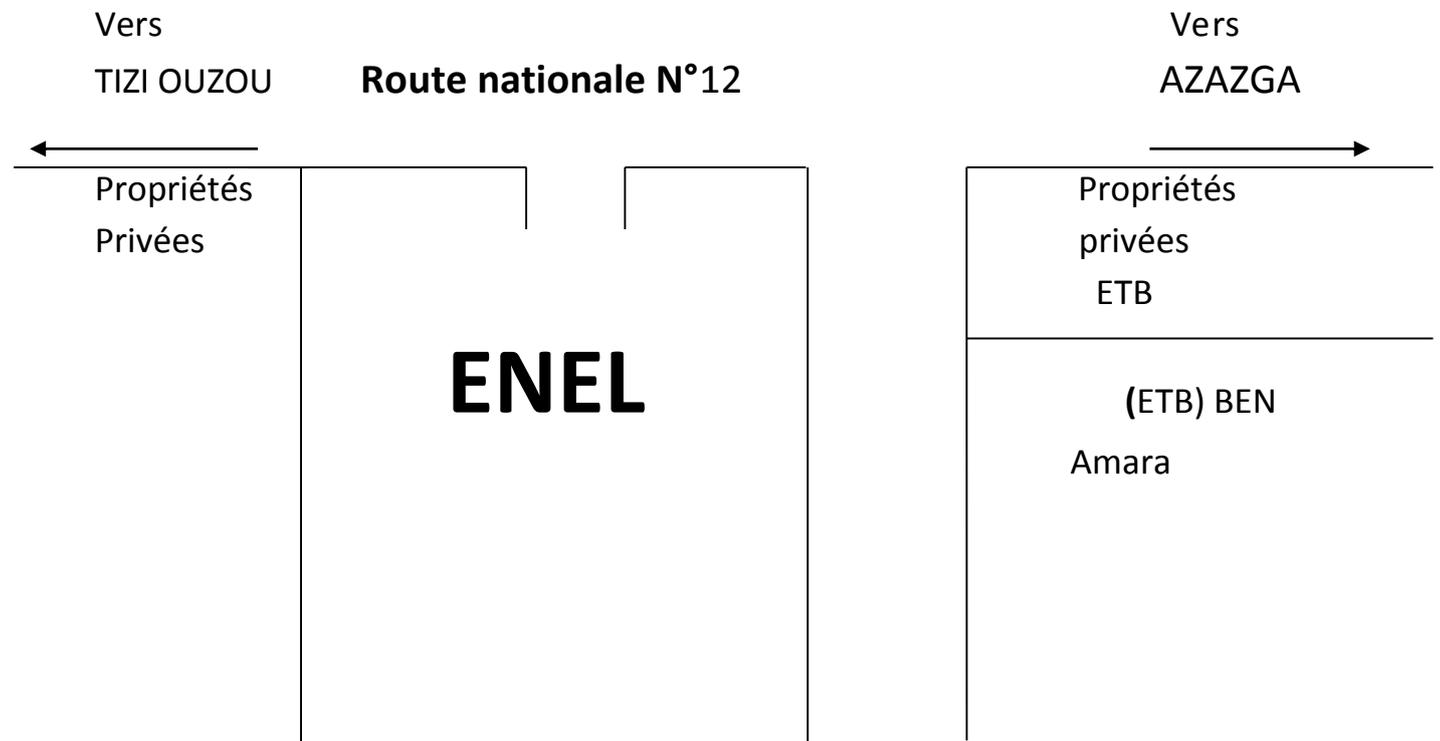


Figure I.1 : Organigramme de l'entreprise.

I.5. Emplacement géographique

ELECTRO-INDUSTRIES se situe sur la route nationale N°12 Azazga, à 35km de chef-lieu de wilaya de Tizi-Ouzou, et à 135Km à l'est de la Capitale.

➤ **Situation géographique de l'ENEL**



Oued Sebaou

Figure:1.2 : Situation géographique de l'ENEL.



Figure I.3 : Vue aérienne de l'entreprise.

I.6. Référence

Vu le niveau élevé des qualités de ses produits, ELECTRO-INDUSTRIES a réussi à se faire une place à l'échelle nationale et continentale.

Les produits ELECTRO-INDUSTRIES sont approuvés auprès de la clientèle locale et étrangère.

La clientèle locale

SONELGAZ

POVAL

KAHRIF

ENIEM

La clientèle étrangère :

EX URSS

FRANCE

SUISSE

MAROC

I.7. Conclusion

La production actuelle d'ELECTRO-INDUSTRIES est écoulee sur le marché Algérien et génère un chiffre d'affaire de 1.8 Milliards de Dinars, ce qui ambitionne l'entreprise à poursuivre son programme de développement déjà entamé ; les progrès enregistrés sur les projets en phase de gestation, d'une part et les niches de produits identifiées et non offertes d'autre part, présentent des perspectives prometteuses.

II.1. Introduction

Le système étudié est une machine semi-automatique qui sert à ébavurer les pièces coulées sous pression de différentes formes, selon le moule choisi. La presse est conçue pour fonctionner avec deux forces de coupe 100 KN ou 200 KN.

Dans le présent chapitre, nous allons présenter la machine étudiée dans le cadre de notre stage. En particulier, les différentes parties et le fonctionnement de la machine.

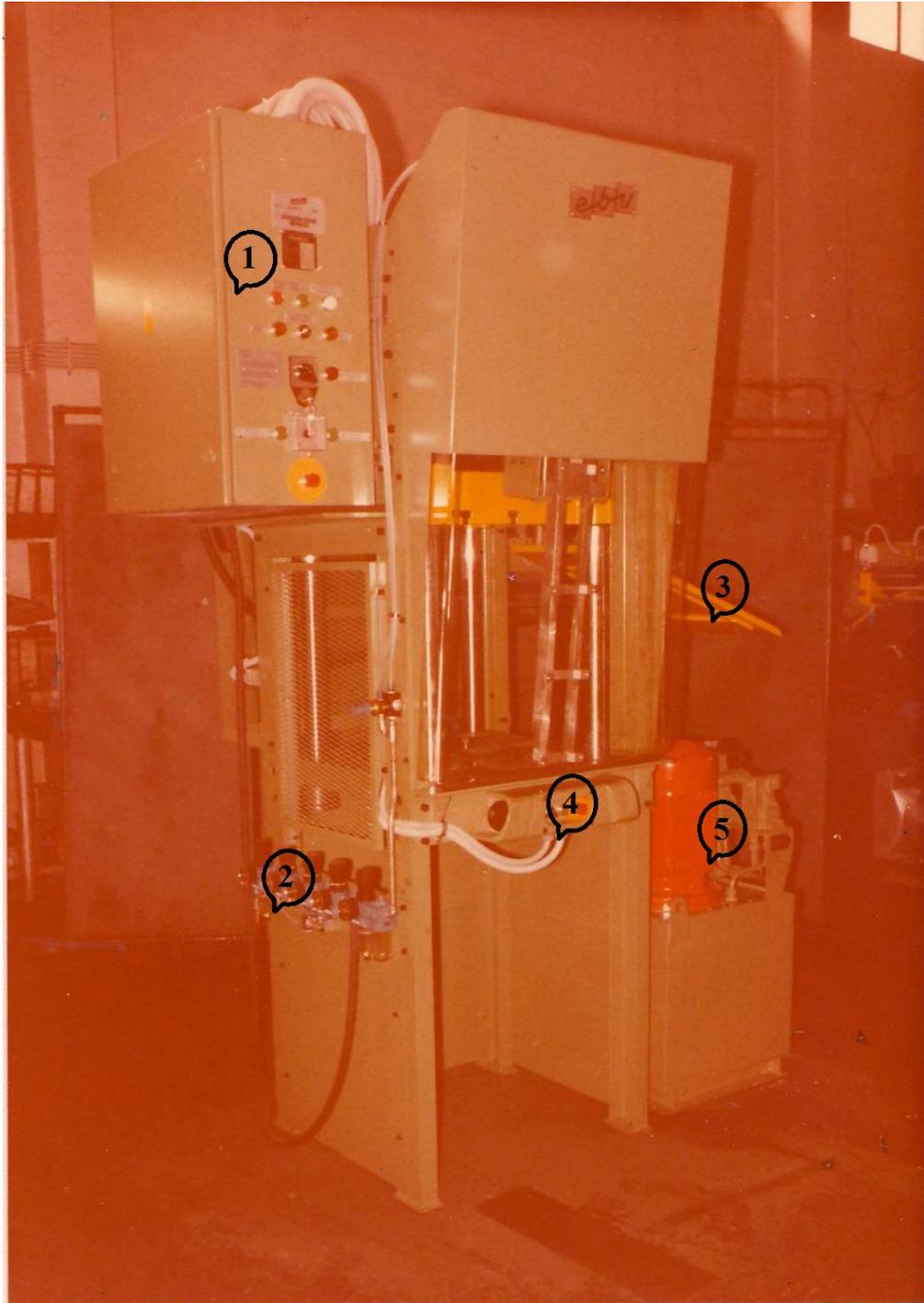


Figure II.1 : Vue réelle de la presse hydraulique à ébavurer.

1 : pupitre de commande

4 : dispositif à deux mains

2 : purgeurs pneumatiques

5 : compresseur hydraulique

3 : glissoir

II.2. Description de la machine

La presse à 4 colonnes est composée de différents modules comme illustrée dans la (Figure II.2)

- La partie opérative : qui est constituée d'une structure mécanique (près-actionneurs, actionneurs et capteurs ainsi que le circuit hydraulique et pneumatique) ;
- La partie commande;
- Les interfaces d'entrée/sortie;
- Le circuit électrique d'alimentation.

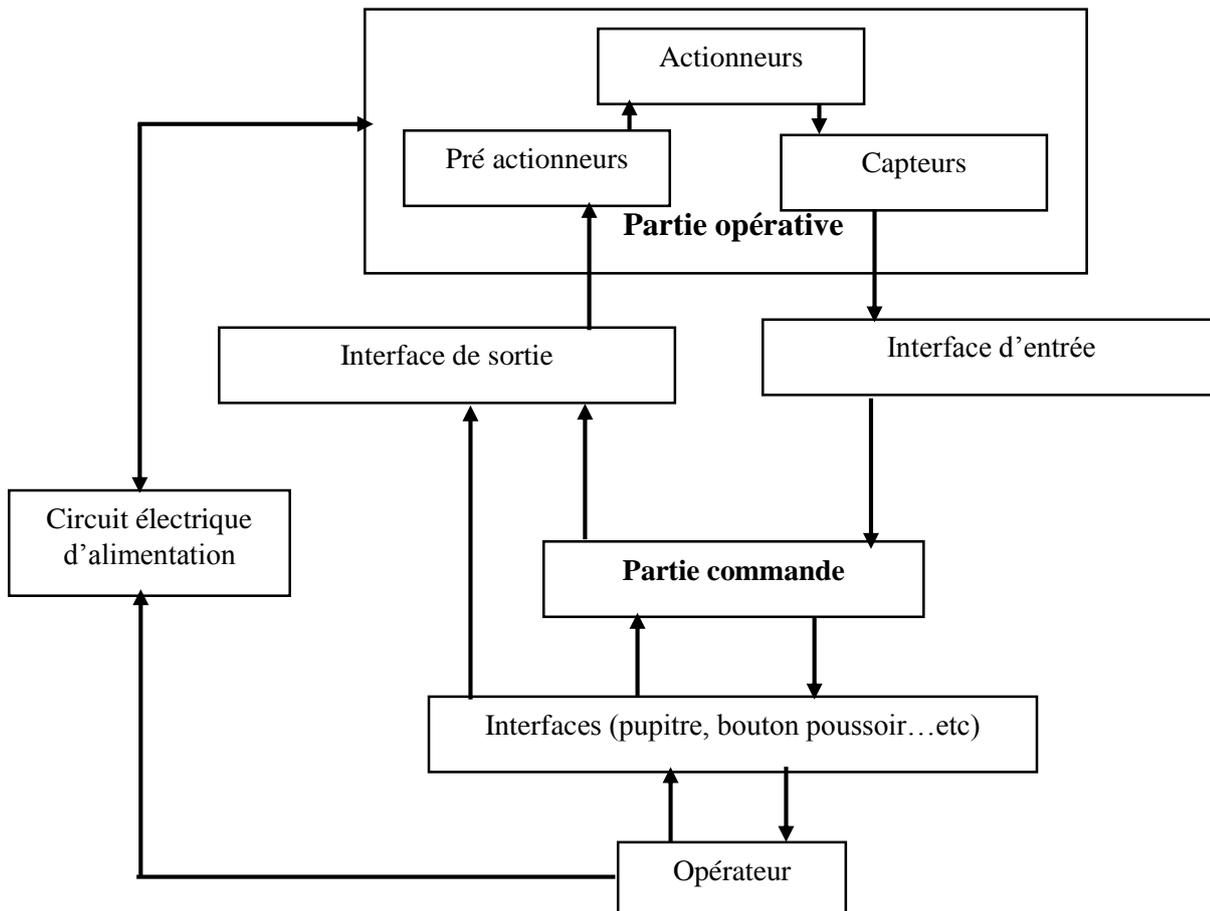


Figure II.2 : Les différents éléments de la machine.

II.2.1. La partie opérative

II.2.1.1 La structure mécanique

La structure mécanique est composée d'une partie basse et d'une partie haute ;
La partie basse est constituée d'un châssis sur lequel est monté la partie fixe de l'outil d'ébavurage « matrice d'ébavurage » ce dernier est modifiable selon le type de la pièce à usiner.

La partie haute comporte l'éjecteur et la partie mobile de l'outil qui est fixé au niveau bas du coulisseau

➤ **Le coulisseau** : est l'organe principal de la machine, c'est lui qui donne la force à l'outil pour ébavurer la pièce. toute la pression de coupe est portée par le coulisseau, qui se déplace librement à l'intérieur d'un cylindre. Les mouvements d'avance et de recule du coulisseau sont assurés par un vérin hydraulique double effet actionné par 3 distributeurs pour assurer l'avance rapide du vérin du coulisseau.

➤ **L'éjecteur** : il permet l'éjection de la pièce à la fin de l'usinage, les mouvements d'avance et de recule sont assurés par des vérins hydrauliques double effet actionnés par un distributeur 4/2.

➤ **Le glissoir** : c'est un dispositif de soutien, il porte la pièce après l'éjection. Il se déplace avec ou sans mouvement basculant. Les mouvements linéaires sont assurés à l'aide d'un vérin hydraulique double effet actionné par un distributeur 4/2.

➤ **L'écran protecteur** : le dispositif d'usinage est équipé d'une porte vitrée coulissante qui protège l'opérateur des fragments éjectés lors de l'usinage. Dans le cas de mode avec écran et le mode marche automatique, la machine ne peut fonctionner que si cette porte est bien fermée, la fermeture de la porte actionne un fin de course qui autorise la mise en marche de la machine. Les mouvements linéaires sont assurés à l'aide d'un vérin pneumatique double effet actionné par un distributeur 3/2.

➤ **Le soufflage** : ce sont des tuyaux de petit diamètre, placés dans chaque angle du cadre de la presse afin d'effectuer le nettoyage de la matrice à la fin de chaque opération d'usinage.

➤ **Le dispositif à deux mains** : il est constitué de deux boutons poussoirs, pour faire le départ du cycle de la presse, on doit appliquer deux impulsions égales et opposées pour assurer la protection de l'opérateur.

II.2.1.2 : Les près-actionneurs

Un pré-actionneur est un composant de gestion de l'énergie de commande d'un actionneur. A tout actionneur est associé un pré-actionneur indispensable pour son fonctionnement

➤ **Les distributeurs** : ce sont des organes dont le rôle est d'établir ou d'interrompre la communication entre le réservoir de gaz ou de fluide comprimé et les vérins, ainsi il est inséré entre la source et les organes d'un actionneur, il est associé à un vérin, sa taille et son type sont fonctions du vérin.



Figure II.3 : Gamme de distributeurs.

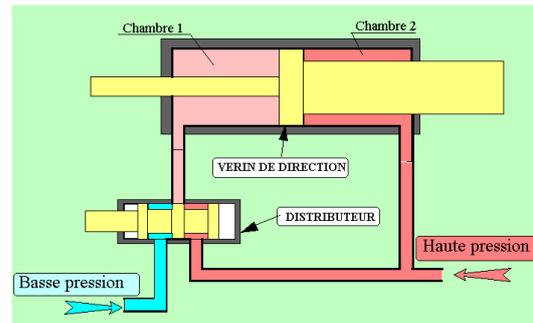


Figure II.4 : Fonctionnement du distributeur.

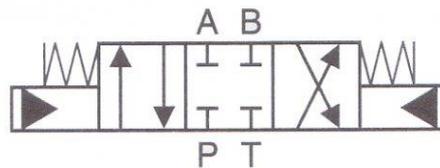


Figure II.5 : Symbole du distributeur.

- Si le vérin est à double effet, on utilise les distributeurs suivant :
 - ✓ Distributeur 4/2 à quatre orifices (pression, utilisateur 1, utilisateurs 2 ; échappement) et deux position
 - ✓ Distributeurs 5/2 cinq orifices (pression, utilisateur 1, utilisateurs 2, échappement 1, échappement 2) et deux position, le distributeur à 5 orifices permet des réglages indépendants
- Si le vérin est à simple effet, on utilise un distributeur 3/2 (3 orifices, 2positions)

Notre machine dispose des distributeurs suivants:

- ✓ Distributeurs 4/2 quatre orifice et deux position;
- ✓ Distributeurs 4/3 quatre orifice et trois positions;
- ✓ Distributeurs 3/2 trois orifices et deux positions.

➤ **Les électrovannes** : c'est un pré-actionneur électropneumatique tout ou rien (TOR), permettant le passage de l'air véhiculé dans le circuit pneumatique.

L'électrovanne est principalement constituée d'un corps de vanne où circule l'air, elle est munie d'une bobine alimentée électriquement engendrant une force magnétique qui déplace le noyau mobile qui agit sur l'orifice de passage, en se déplaçant, le noyau peut permettre ou ne pas permettre le passage de l'air, le champ de pression dépend directement de la force d'attraction de la bobine, le bobinage doit être alimenté de façon continue pour maintenir le noyau attiré.



Figure II.6 : Electrovanne.

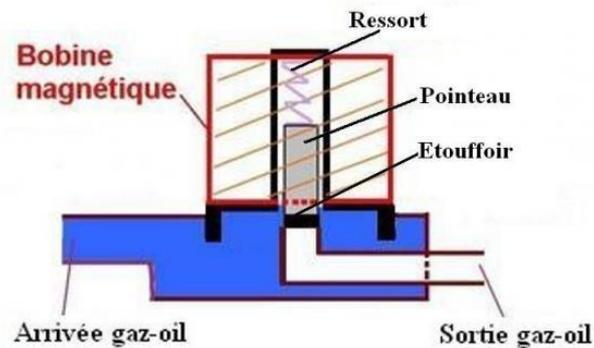


Figure II.7 : Schéma d'une électrovanne.

II.2.1.3 Les actionneurs

Un actionneur est un composant qui transforme une énergie prélevée sur une source extérieure, en une action physique sur la matière d'œuvre. Les actionneurs utilisés dans notre machine sont des vérins double effet et des moteurs.

➤ **Vérin simple effet** : est un vérin qui ne comporte qu'une seule prise de pression, il ne peut effectuer un travail que dans le sens de la sortie, le mouvement d'entrée de la tige du piston est obtenue par la force d'un ressort intégré ou par l'effet d'une force extérieure.

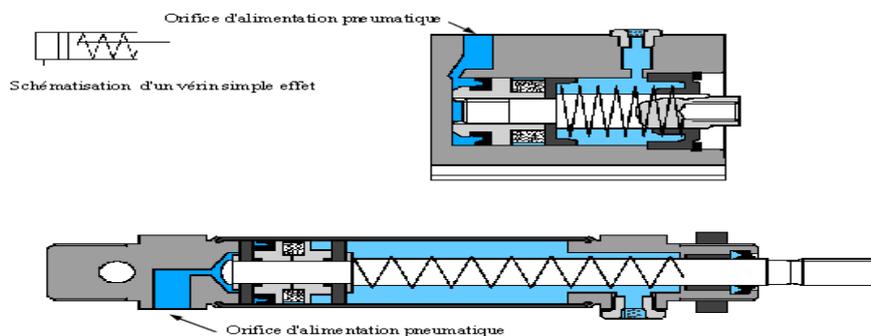


Figure II.8 : Vérin à simple effet.

Exemple d'un vérin simple effet :

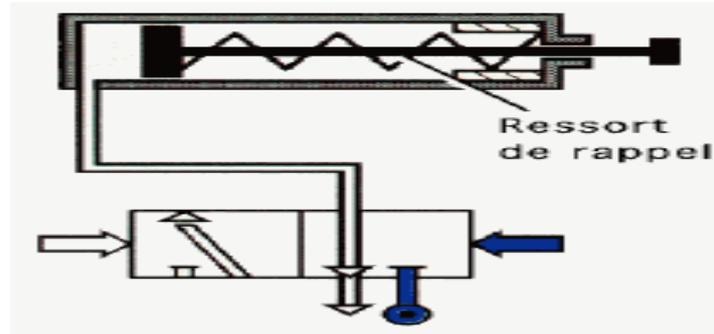


Figure II.9 : Commande d'un vérin simple effet.

Lorsque la force est appliquée au vérin, le piston se déplacera vers la droite (il sera alors en extension) lorsque la pression est coupée, le piston reviendra à la position de repos, soit par le poids du mécanisme, soit par un ressort, ces vérins sont généralement commandés par des distributeurs 3/2.

➤ **Vérin double effet** : est un vérin qui comporte deux prises de pression, il peut effectuer un travail en se déplaçant dans les deux sens, la force transmise à la tige du piston, en course avant, est supérieure à celle transmise en course de retour.

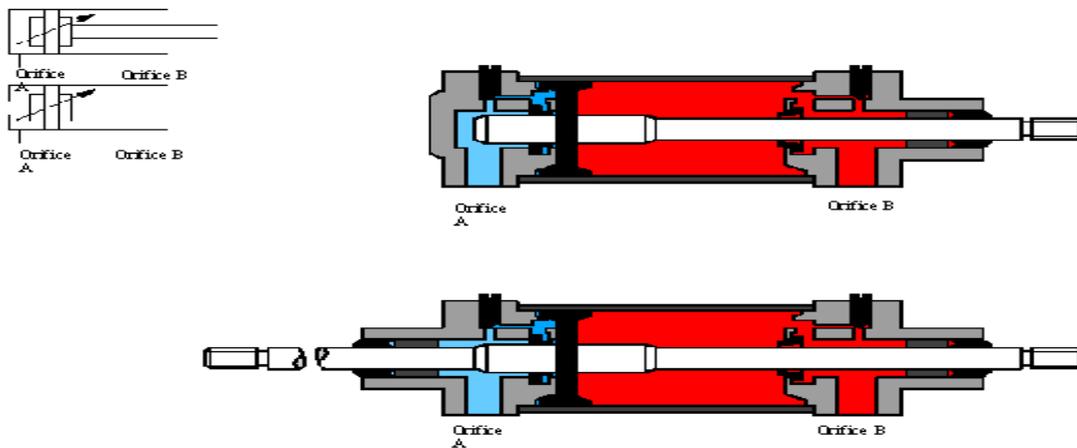


Figure II.10 : Vérin double effet.

Exemple d'un vérin double effet :

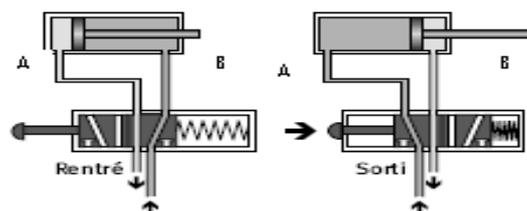
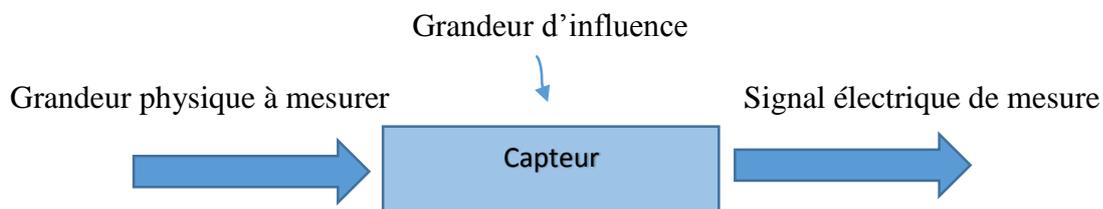


Figure II.11 : Commande d'un vérin double effet.

Lorsque la pression est appliquée à l'orifice A du vérin (orifice B connecté à l'air libre), le piston se déplacera vers la droite (il sera alors en extension), lorsque la pression est appliquée à l'orifice B du vérin (orifice A connecté à l'air libre), le piston reviendra à la position de repos (il sera en contraction), ces vérins sont généralement commandés par des distributeurs 4/2.

II.2.1.4. Les capteurs

Ce sont des dispositifs de prélèvement d'information sur un processus, réalisant la conversion d'une grandeur physique mesurée (grandeur d'entrée) en une autre grandeur physique accessible aux sens où elle est exploitable par un constituant de traitement (grandeur de sortie).



➤ **Principe de fonctionnement** : un capteur délivre un signal proportionnel à la grandeur qu'il mesure (analogique ou numérique), les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

L'information délivrée par un capteur pourra être logique (deux états 1 ou 0) numérique (valeurs discret) ou 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 la grandeur mesurée ; on parle alors de capteur de position, de température, de pression...etc.
- ✓ En fonction du caractère de l'information délivrée, on parle alors de capteurs logiques appelés aussi capteurs tout ou rien (TOR), analogiques ou numériques.

Les différents types de capteurs qui existent dans notre machine sont :

➤ **Capteurs de position** : nommés aussi « interrupteurs de fin de course » sont des capteurs qui détectent la présence d'un objet par contact.

Lorsqu'ils sont actionnés, ils ferment ou ouvrent un ou plusieurs circuits électriques ou pneumatiques ou hydrauliques .ce sont des détecteurs tout ou rien(TOR).

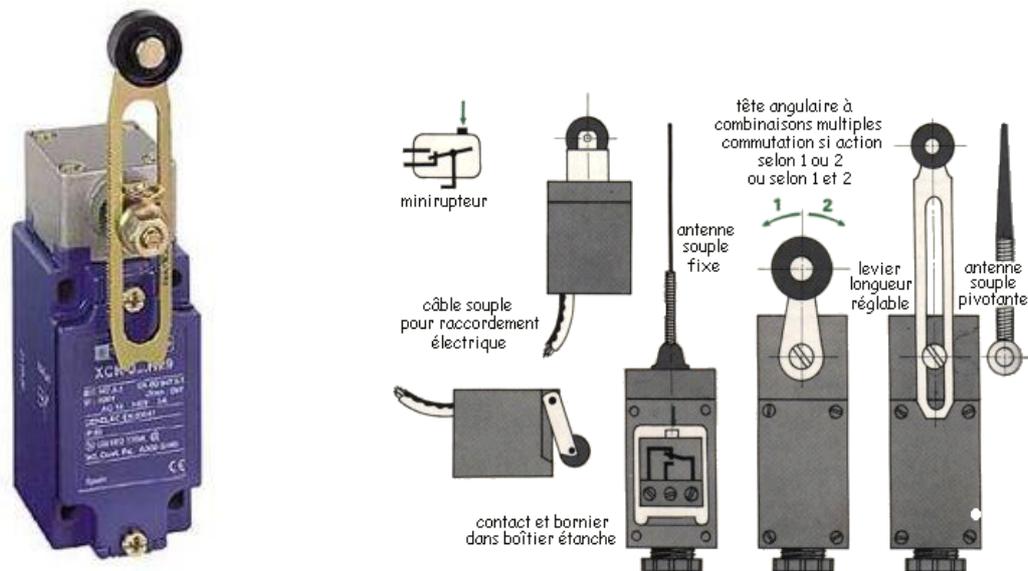


Figure II.12 : Interrupteurs de fin de course.

On distingue sur la machine les fins de courses suivants :

- Fin de course coulisseau en bas ;
- Fin de course coulisseau en haut ;
- Fin de course coulisseau au milieu ;
- Fin de course glissoir en avant ;
- Fin de course glissoir en arrière ;
- Fin de course éjecteur en avant ;
- Fin de course éjecteur en arrière ;
- Fin de course écran en haut ;
- Fin de course écran en bas.

➤ **Capteurs de pression :** (ou pressostat) utilisent un organe pour provoquer la commutation si la pression est suffisante.

L'entrée de la pression pousse la lame du contact pour faire commuter le contact du détecteur lorsque la pression dépasse un certain seuil, la machine possède un capteur de pression qui surveille la pression de coupe.

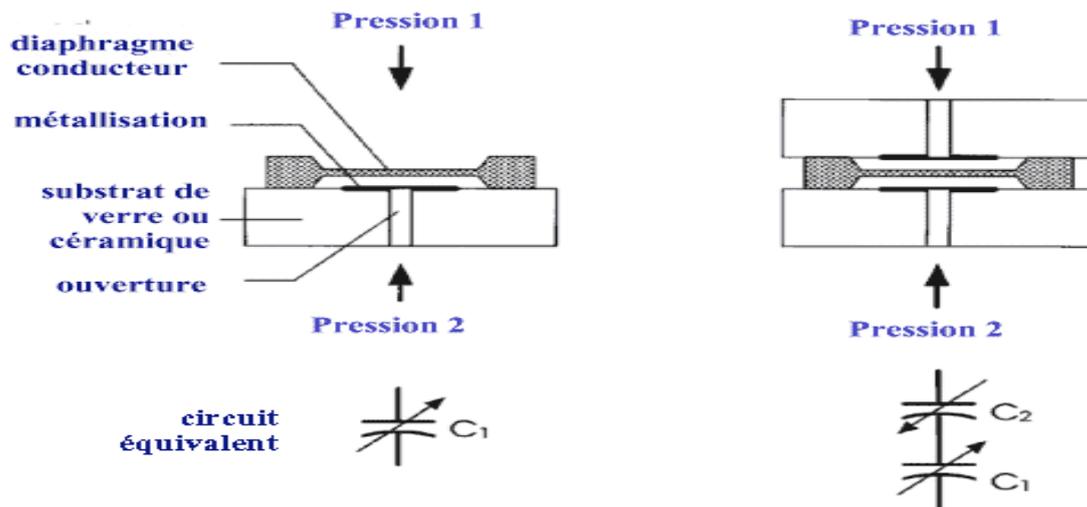


Figure II.13 : Capteurs de pression.

➤ **capteurs de température** : les capteurs de température (ou thermostat) sont aussi des capteurs tout ou rien (TOR), ils transforment un changement de température en un signal électrique, ils sont destinés à contrôler une température dans une cuve, réservoir de fluide.

La machine possède un capteur de température qui s'enclenche à chaque fois que la température d'huile dépasse la température normale.

➤ **capteurs magnétiques sans contact** : un capteur magnétique sans contact est conçu pour la fin de course, ou le passage du piston par un point donné, ils sont alors fixés directement sur le corps d'un vérin spécial à piston avec élément magnétique.

On distingue sur la machine deux fins de courses magnétiques sur le vérin du coulisseau, afin d'assurer que le coulisseau atteint la position haute.

II.2.2. Les différents circuits de commande de la machine

II.2.2.1. Le circuit hydraulique

Toute installation hydraulique possède un groupe générateur de débit comprenant le réservoir d'huile, la pompe et le moteur d'entraînement de la pompe, le choix de celle-ci, organe principal du circuit hydraulique est fait en fonction du service qu'elle doit effectuer. La pression et le débit nécessaire sont les deux facteurs qui vont conditionner le choix de cette pompe.

Pour protéger l'installation hydraulique et éviter, en particulier la destruction de la pompe en cas de surcharge accidentelle, il faut placer sur les tuyauteries de refoulement en dérivation, un organe de sécurité limitant la pression à une valeur tout au plus égale à la pression maximale d'utilisation de la pompe. Ce rôle est joué par les limiteurs de pression qui règlent la pression à une valeur légèrement supérieure à celle de régulateur de pression de la pompe, ce qui permettra d'écarter les pointes de pression.

La partie hydraulique est constituée de plusieurs organes qui sont :

➤ **La pompe** : dans tout système hydraulique, la pompe transforme la puissance fournie par le moteur d'entraînement en puissance hydraulique. Elle crée pour cela un débit, et la montée en pression est engendrée par la résistance du circuit à ce débit, les pompes utilisées dans la plupart des systèmes hydrauliques sont de type volumétrique, elles ont leur aspiration totalement isolée de leur refoulement et fournissent un volume d'huile constant par tour. Ce volume est défini par les dimensions géométriques des pompes.

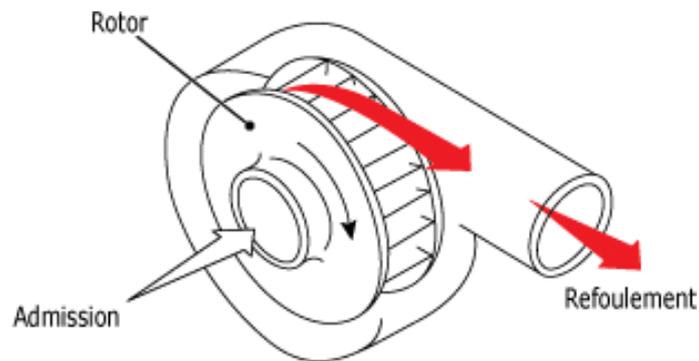


Figure II.14 : Pompe hydraulique.

➤ **Limiteur de pression** : les limiteurs de pression mettent un système de commande hydraulique à l'abri d'une élévation de pression dangereuse en acheminant le fluide vers le réservoir chaque fois que la pression de consigne est dépassée.

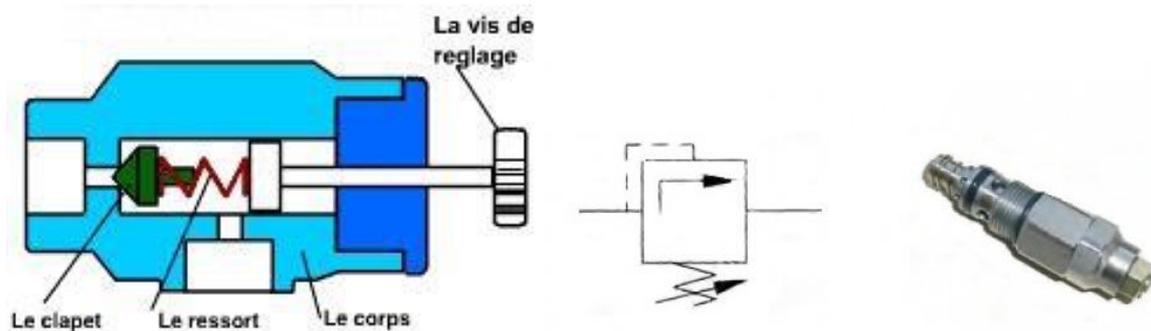


Figure II.15 : Limiteur de pression.

➤ **Régulateur de pression** : les régulateurs de pression sont des appareils normalement ouverts qui ont pour fonction de régler le niveau de pression du système, ils vont donc limiter la pression dans des circuits secondaires à une valeur inférieure à celle du circuit primaire ou principal quelque soient les variations de ce dernier.

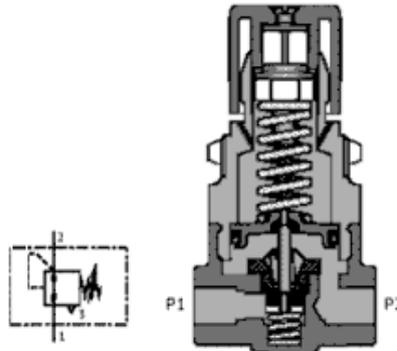


Figure II.16 : Régulateur de pression.

➤ **Clapet anti-retour** : ce sont des appareils qui permettent le passage de l'huile dans un sens et l'empêchent dans le sens opposé.

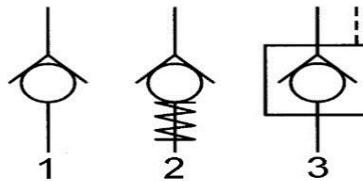


Figure II.17 : Clapet anti-retour.

➤ **Clapet anti-retour avec étranglement** : l'organe de retour bloque l'huile dans un sens afin qu'il circule dans ce sens via un étranglement réglable. L'huile peut ainsi circuler presque librement dans ce sens.

La soupape doit être installée le plus près possible du vérin.

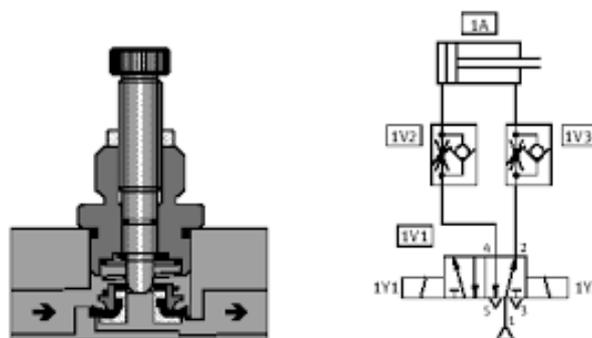


Figure II.18 : Clapet anti-retour avec étranglement.

➤ **Manomètre** : il indique la pression de l'air de service dans les différents organes pneumatiques, dès que le moteur est mis en marche le manomètre doit donner une indication prédéfinie, la pression de l'air est mesurée par rapport à une pression de référence qui doit être réglée.



Figure II.19 : Manomètre.

➤ **Le refroidissement** : dans un but qu'un fluide hydraulique garde toutes ses propriétés, il est indispensable que la température de fonctionnement du système hydraulique ne dépasse pas une certaine valeur maximale que l'on fixe généralement dans une plage comprise entre 45⁰ et 50⁰ C.

Si la température finale du fluide en fonctionnement dépasse 50⁰C environ, le refroidissement est nécessaire.

➤ **La filtration** : les pannes des circuits hydrauliques sont dues à un mauvais état du fluide. Une filtration efficace réduit les temps d'arrêt de production, évite le remplacement prématuré des composants, réduit les rejets de fabrication, allonge la durée de vie du fluide et donc accroît la productivité.

➤ **Fonctionnement hydraulique :**

1. Mettre le moteur (6) en Marche. Le compresseur (3) refoule le flux d'huile jusqu'au raccordement P de l'électrovanne à 4/3 voies (20). L'électrovanne (20) est alors réglée en position 2 et les deux électrovannes (26) et (27) sont mises en circuit. Les soupapes à siège (21) et (22) sont alors ouvertes et le distributeur (24) est fermé.

Le cylindre hydraulique commandant le coulisseau (23) avance en vitesse accélérée. Si le coulisseau rencontre une résistance (ébavurage) supérieure à la pression réglée sur la soupape de détente (28), l'huile de retour coule du cylindre commandant le coulisseau (23) et passe par la soupape (28) avant de retomber sans pression dans le réservoir. Le cylindre(23) peut ainsi développer sa force d'ébavurage intégrale (10/20T)

2. Quand elle arrive au point mort inférieure, l'électrovanne (20) est amenée en position 1 par un interrupteur de fin de course, et les électrovannes (26) et (27) sont mises hors circuit. L'huile sous pression passe par les distributeurs (21) et (22) avant d'arriver jusqu'au côté de la

tige du cylindre (23) alors que, du côté du piston, l'huile retombe dans le réservoir après être passé par le distributeur (24). Le cylindre commandant le coulisseau (23) retourne alors en position initiale.

3. Un interrupteur de fin de course commandé par une came réglable, se trouvant sur le coulisseau met l'électrovanne (34) en circuit. Le flux d'huile est dirigé vers le côté de la tige du piston du cylindre commandant le glissoir (36). La tige du piston plonge et introduit le plateau de glissoire dans la presse.

4. L'interrupteur de fin de course actionné quand le coulisseau arrive dans sa position supérieure met l'électrovanne (31) en circuit. L'huile sous pression passe par l'électrovanne (31) et par le régulateur (32) jusqu'au côté piston de cylindre qui commande les éjecteurs (33). L'éjecteur avance et repousse la pièce ébavurée. L'actionnement de l'interrupteur de fin de course inférieur à la fin de course d'avance met l'électrovanne (31) hors circuit et commande la rétraction des cylindres commandant les éjecteurs.

L'interrupteur de fin de course se trouvant à la fin de la course de retour de l'éjecteur met alors l'électrovanne (34) hors circuit. Le flux d'huile est dirigé par le régulateur (35) jusqu'au côté piston de cylindre commandant le glissoir (36). La tige de piston sort et prélève la pièce coulée se trouvant sur le plateau pour l'enlever de la presse. A la fin de la course, le plateau peut exécuter un mouvement de basculement et faire tomber la pièce coulée dans un bac prévu à cet effet.

➤ Description du principe de fonctionnement

Le système hydraulique de la machine est composé de deux parties :

✓ L'unité de commande hydraulique

- Le compresseur tandem à engrenages (3) assure la circulation du liquide moteur (2*25 l/min.). La soupape trop-plein (7/8) décharge l'un des compresseurs tandems à 160 bars de pression de service (force de compression : 2T). L'installation fonctionne alors seulement avec 25 l/min.
- Pour pouvoir noter la pression de service sur le manomètre (12), il faut actionner à la main le commutateur sélecteur (13) qui protège le manomètre de pointes de pression pendant la marche
- Le mono-contacteur (11) protège l'installation de toute surpression, la pression de service étant de 80bars (force de compression : 10T). en cas de pression excessive il arrête pour cela le moteur de compresseur (6).
- Le limiteur de pression (9/10) avec distributeur pilote sert à équilibrer le compresseur (pour la connexion étoile-triangle du moteur) et à régler la pression de service soit sur 80 bars soit sur 160 bars tout en conservant l'effet de protection contre tout excès de pression

✓ La commande de la machine

- L'électrovanne(20) définit le sens de déplacement du cylindre commandant le coulisseau(23) ainsi que la position de repos de celui-ci
- Le clapet anti-retour(19) assure la commande par différentiel du cylindre (23) et fait retomber l'huile de retour du côté tige du piston jusqu'au branchement pour l'air comprimé.
- Les distributeurs à 2 voies avec contrôle de travail électrique (21) et (22) et le distributeur à 2 voies (24) constituent avec les électrovannes pilote(26) et (27) correspondantes la commande de sécurité contre toute retombée involontaire du coulisseau. Le clapet anti-retour (29) et les volets d'étranglement de 1,2 mm en font également partie
- La soupape d'étranglement (25) assure le réglage de la vitesse d'avance du cylindre commandant le coulisseau.
- La soupape de décharge(28) commande, quand la pression de consigne est atteinte, le cylindre(23) qui passe alors de la vitesse accélérée à la vitesse de service ; l'huile coulant du côté tige du piston retombe sans pression dans le réservoir.
- Le détendeur (30) garantit que la pression de service pour le cylindre commandant l'éjecteur(33) et pour le cylindre commandant le glissoir (36) ne dépasse pas 80 bars, même quand la presse fonctionne avec une pression de 160 bars (force de compression de 20T).
- L'électrovanne (31) commande le sens du déplacement du cylindre commandant l'éjecteur (33) alors que la vitesse d'avance de celui-ci est réglé par le régulateur (33).
- L'électrovanne(34) commande le sens de déplacement du cylindre commandant le glissoir (36) alors que la vitesse de retour de celui-ci (le plateau du glissoir étant sorti de la machine) est commandée par le régulateur (35).

➤ Descriptif des composants du circuit hydraulique :

No d'ordre	Nombre	Désignation	Référence	Fabricant
1	1	Réservoir à huile (120 L)	Dessin 4349200	Hausherr
2	1	Filtre d'entrée et filtre d'aérateur	UC AB 11636-40	UCC
3	1	Compresseur tandem à engrenages	TF 217-217-DF	Plessey
4	1	Accouplement (D1=103838000) (D2=103817700)	M 38	Bowex
5	1	Support du compresseur	P 300	KT
6	1	Moteur électrique ; N=7, 5kw, N=1450 min ⁻¹ ; 380/660v, 50Hz	132M, V1, IP 44	Siemens
7	1	Soupape trop-plein	DA10-2-30/80	hydronorma
8	1	Plaque d'assemblage	G 467/01	hydronorma
9	1	Limiteur de pression	DB3U1OH2-20/315 UG24NZ4	Hydronorma
10	1	Plaque d'assemblage	G 546/01	hydronorma
11	1	Mano contacteur	DS 102/ 250	Hydropa
12	1	Manomètre à la glycérine 63, 0 à 250 bars	1100	Wika
13	1	Commutateur sélecteur pour manomètre	VDK 1.1	Lutz
14	1	Clapet anti-retour	RHD22-L-3 bar, W5001	Ermeto
15	1	Radiateur à huile et à air	2.7111.2.01-0080	Langerer u reich

16	1	Thermorégulateur (thermostat)	51111.321.321. TFW162	IKL
17	1	Filtre dans circuit de retour	TEf115/25/S/M/E	Internormen
18	1	Clapet anti-retour	S-RVS 20 SR-WD	walterscheid
20	1	Electrovanne à 4/3 voies	D1D12-33-203- 03	Abex- denison
21	1	Distributeur à 2 voies, incorporé, avec contrôle de travail électrique, NG 25	Référence813 514	Vickers
22	1			
28	1	Cylindre hydraulique (coulisseau)	127J- 2HGLS29M300	Abex- denison
29	1	Clapet anti-retour	RVP 6	flutec
30	1	Détendeur plaque d'assemblage	R1R12-531-1-00 SS-B-12-04 ;R3/4	Abex- denison
31	1 1	Electrovanne à 4/2 voies plaque d'assemblage	D2D04-33-111- 01-01-SSB-04- G109,R1/4	Abex- denison
32	1	Clapet anti-retour avec étranglement	B/DRV7-08-312- 00	Abex- denison
33	2	Cylindres hydrauliques (éjecteur)	50,8J-2HGS2930 Coté W=70 mm	Parker hannifin
34	1 1	Electrovanne à 4/2 voies Plaques d'assemblages	D2D02-35-111- 01-01 SSB-04-GL09, R1/4	Abex- denison
35	1	Clapet anti-retour avec étranglement	B/DRV-08-312- 00	Abex- Denision
36	1	Cylindre hydraulique (glissoir)	25,4CJ3LS29C50 0	Pareker Hannifih

Tableau II.1 : Descriptif des composants du circuit hydraulique.

➤ Schéma hydraulique

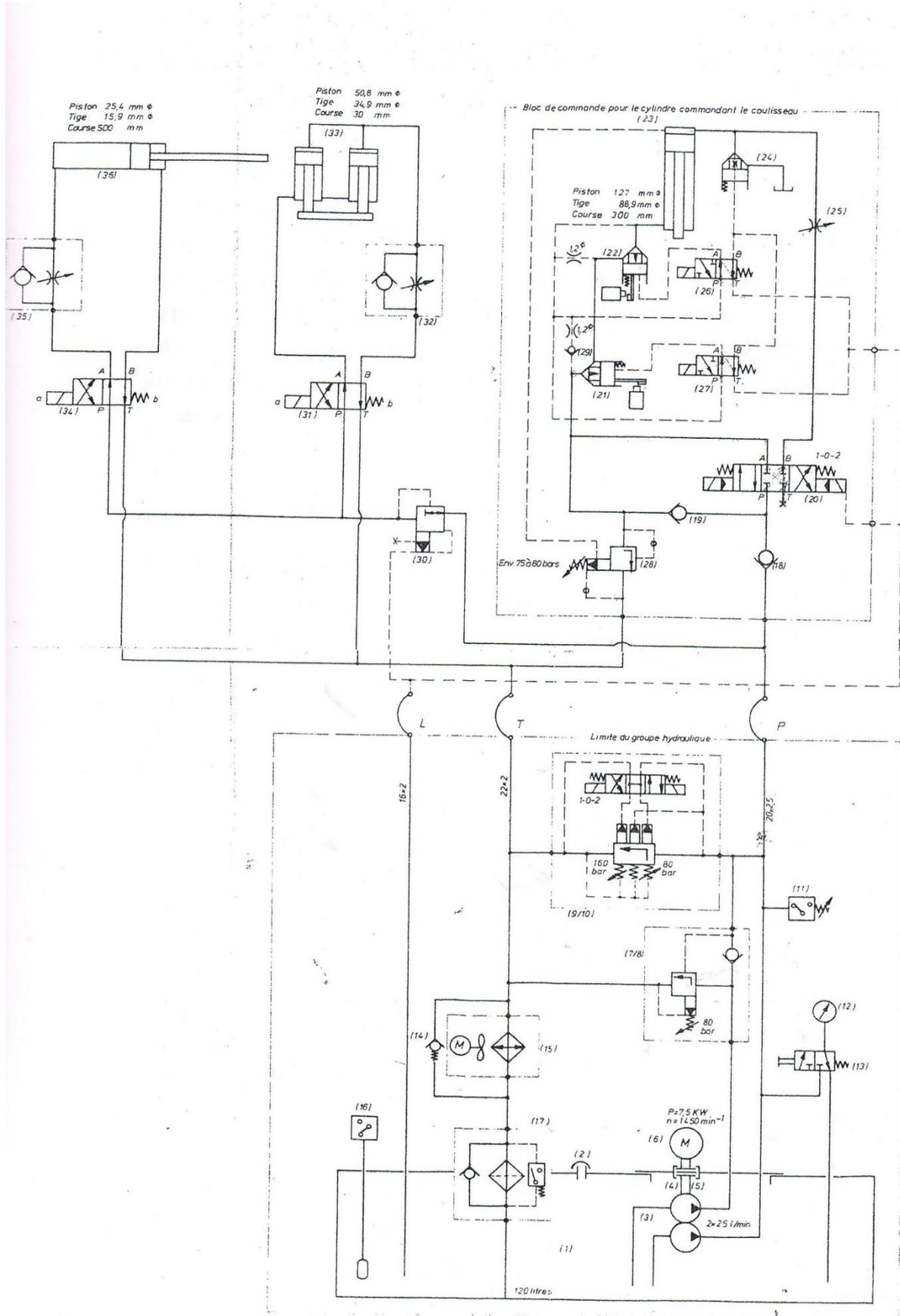


Figure II.20 : Schéma hydraulique.

II.2.2.2. Le circuit pneumatique

L'air comprimé est de plus en plus utilisé par l'industrie ou les services grâce à sa souplesse de mise en œuvre ; les impératifs économiques incitent les utilisateurs à mieux anticiper les coûts de production afin de maîtriser les dépenses en énergie et en maintenance.

Au fur et à mesure que les utilisateurs de l'air comprimé se développent, les industriels installent dans leur usine ou sur leurs chantiers des centrales d'air comprimé et des réseaux de distribution

La partie est constituée de plusieurs organes qui sont :

➤ **Epurateur d'air** : lors du passage de l'air du compresseur à son lieu d'utilisation, l'air s'enrichit en eau due à la condensation de l'eau dans la cuve du compresseur, et en poussière, rouille les tuyaux des canalisations. Il est donc nécessaire de filtrer pour retirer ces éléments nuisibles au bon fonctionnement des composants, de le lubrifier pour faciliter le déplacement des organes mobiles des composants pneumatiques et d'en contrôler la pression, on utilisera à cet effet une succession de composants, un filtre, un détendeur de pression et un garnisseur à goutte

➤ **Soupape d'échappement rapide** : les soupapes d'échappement rapides sont utilisées pour atteindre les vitesses d'entrée ou de sortie maximales des vérins pneumatiques afin d'augmenter l'efficacité de la soupape, celles-ci doit être montée directement sur le vérin ou à proximité des orifices d'alimentations ou d'échappement du vérin.

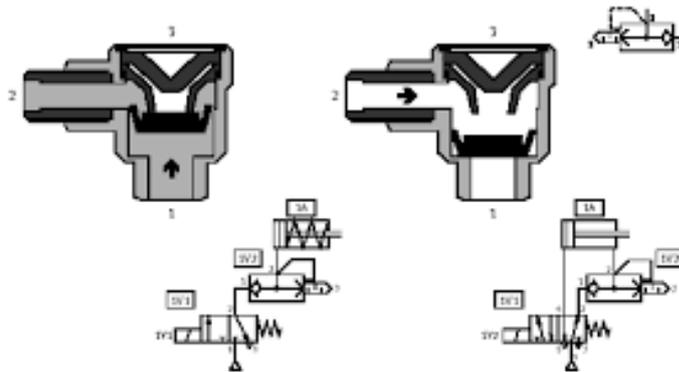


Figure II.21 : Soupape d'échappement rapide.

➤ **Les purgeurs** : ces accessoires sont utilisés soit pour accélérer la vitesse du vérin, soit pour éjecter des pièces par un jet violent d'air comprimé. Lorsque la capacité est sous pression. Un clapet anti-retour obstrue le passage de l'air comprimé vers l'extérieur. Lorsqu'il y'a coupure d'alimentation, l'air contenu dans la capacité repousse la bille de la purge et permet à l'air de la capacité ainsi libéré de sortir violemment et rapidement.

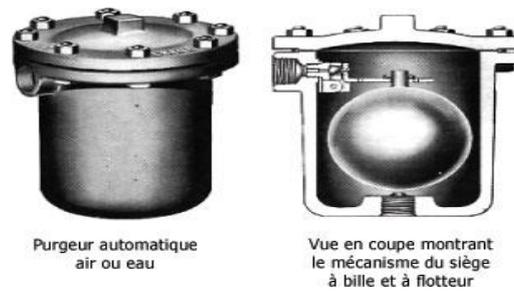


Figure II.22 : Purgeurs.

Dans notre machine il y a deux parties qui fonctionnent en pneumatique :

- L'écran protecteur
- Les purgeurs

➤ **Fonctionnement pneumatique**

1. Si le distributeur à douille coulisseau coulissante (1) est ouvert, l'air comprimé passe par l'épurateur d'air (2) au distributeur à galet (3) ainsi qu'aux soupapes (8.1), (8.2), (8.3) par des détenteurs (6.1), (6.2) et (6.3) et directement à la soupape (8.4). Si la soupape (3) n'est pas actionnée, les soupapes (8.1)-(8.4) sont actionnées pneumatiquement et laissent passer l'air comprimé aux purgeurs à fonctionnement intermittent pneumatiquement (7.1) – (7.4). Les purgeurs à fonctionnement intermittents sont remplis de la pression réglée.

2. En montant, le coulisseau actionne la soupape (3) par une came déplaçable. A ce point les soupapes (8.1)-(8.4) sont en position de coupure. Donc l'alimentation en air aux purgeurs à fonctionnement intermittent est coupée et celui-ci souffle automatiquement l'air accumulé.

➤ **Description du principe de fonctionnement**

1. La pression pour les 4 purgeurs à fonctionnement intermittent peut varier. La pression de (7.4) est réglée directement par (2), autrement par les réfutateurs de pression (6.1), (6.2) et (6.3)

2. La soupape (3) fonctionne comme soupape-pilote pour les soupapes (8.1)-(8.2).

3. Si les soupapes (8.1)-(8.4) sont actionnées, les purgeurs à fonctionnement intermittent sont remplis, Si elles ne sont pas actionnées, les purgeurs sont mis à échappement.

4. Le distributeur à douille coulissante (1) sert de l'échappement du dispositif de purgeur pneumatique.

➤ Descriptif des composants du circuit pneumatique

No D'ordre	Nombre	Désignations	Référence	Fabricant
1	1	Distributeur a douille coulissante	w-3-1/4	festo
2	1	Epurateur d'air	LFR-1/4-S	festo
3	1	Distributeur à galet	LO-3-1/4	festo
4	1	Bloc à distribution	FR-4-1/4-C	festo
5	1	Bloc à distribution		festo
6.1	1	Soupape réductrice 040-045-390	LR-1/4-S	festo
6.2	1			
6.3	1			
7.1	1	Purgeur à fonctionnement intermittent	AWP-50	festo
7.2	1	Purgeur à fonctionnement intermittent	AWP-50	festo
7.3	1	Purgeur à fonctionnement intermittent	AWP-50	festo
7.4	1	Purgeur à fonctionnement intermittent	AWP-50	festo
8.1	1	Soupape pneumatique	VL/0-3-1/BB	festo
8.2	1	Soupape pneumatique	VL/0-3-1/BB	festo
8.3	1	Soupape pneumatique	VL/0-3-1/BB	festo
8.4	1	Soupape pneumatique	VL/0-3-1/BB	festo

Tableau II.2 : Descriptif des composants du circuit pneumatique.

➤ Schéma pneumatique

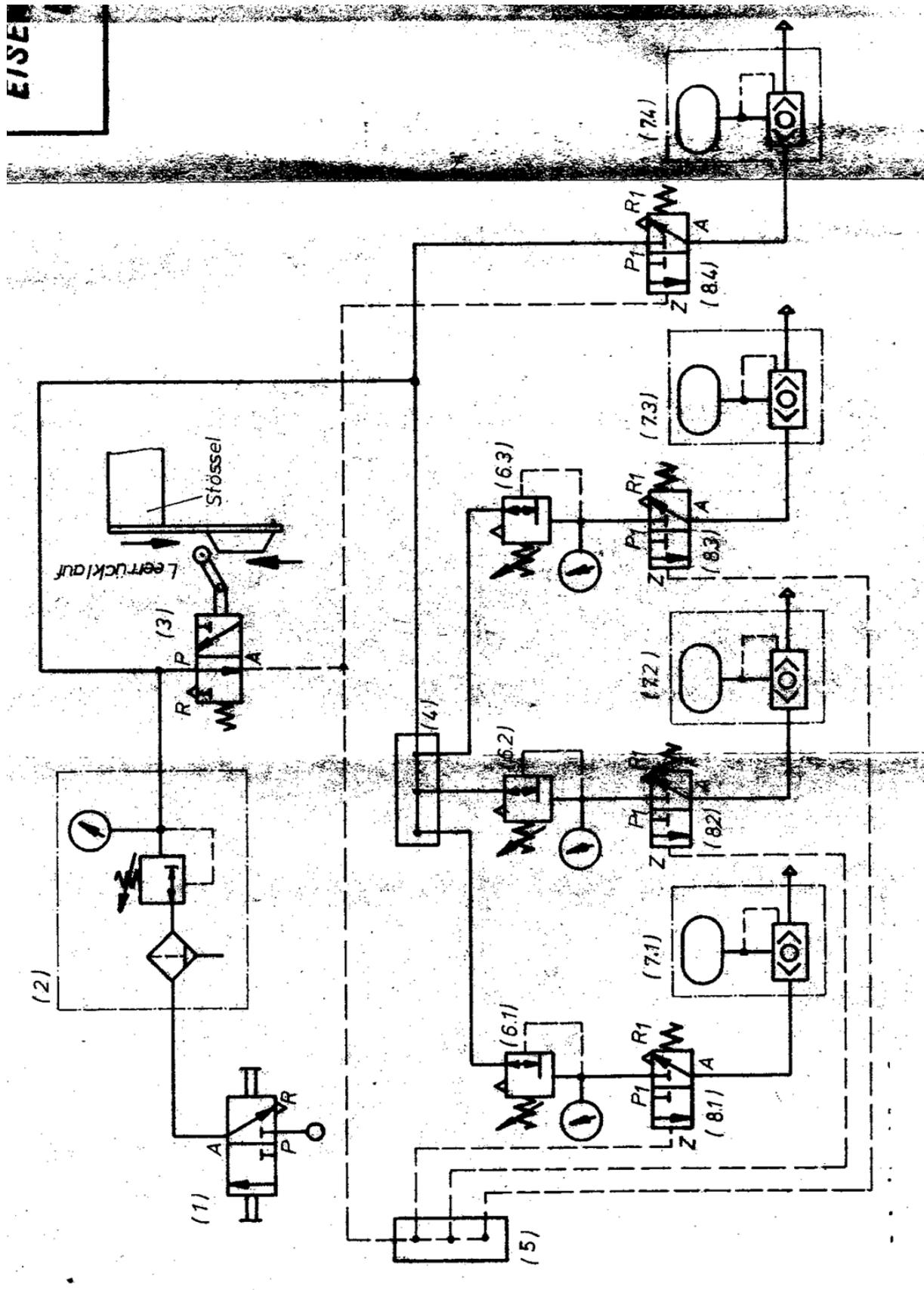


Figure II.23 : Schéma pneumatique.

II.2.2.3. Circuit électrique

Le circuit électrique d'alimentation sert :

- ✓ A actionner à travers un moteur électrique la pompe de circuit hydraulique.
- ✓ A délivrer les différents signaux électriques nécessaire pour la partie commande et les prés-actionneurs.

Ce circuit est composé de deux modules : module de puissance et module de commande.

➤ Module de puissance

- **Les moteurs** : le moteur est un appareil qui reçoit de l'énergie (électrique, chimique, thermique, hydraulique,...etc.) et qui donne de l'énergie mécanique.

- ✓ **Moteur asynchrone** : c'est un moteur qui se caractérise par le fait qu'il est constitué d'un stator (inducteur) alimenté en courant alternatif et d'un rotor (induit) soit à cage d'écureuil, soit bobiné à bagues.

- **Démarrage étoile triangle du moteur asynchrone** : il s'applique aux moteurs dont le stator est destiné à un couplage triangle au démarrage le stator est couplé en étoile, si bien que la tension par enroulement est $1/\sqrt{3}$, le couple est donc trois fois plus faible que lorsque le stator est connecté en triangle et l'appel de courant réseau est également divisé par $\sqrt{3}$. Lorsque le moteur a atteint une vitesse suffisante on passe automatiquement au couplage qui ramène le moteur sur sa caractéristique normale.

L'avantage de cette solution est la simplicité de son appareillage et de sa mise en œuvre.

➤ Les protections associées aux moteurs

- **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.

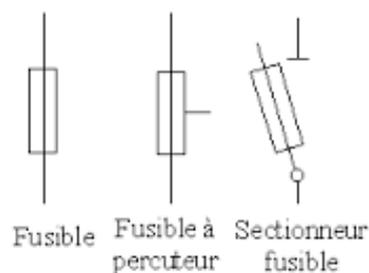


Figure II.24 : Les fusibles.

- **Les relais de protection thermique** : 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 la température augmente. Pour ce bilame on utilise un alliage ferronickel.

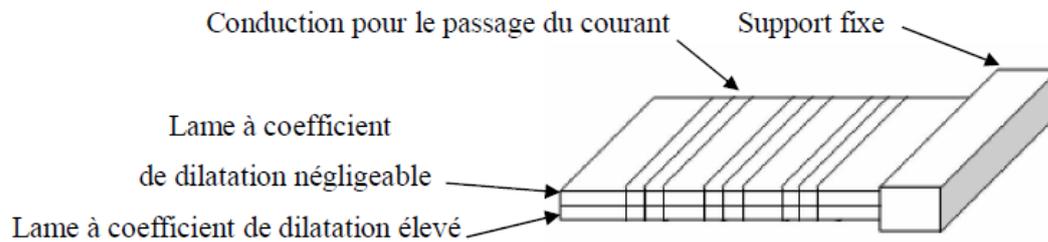


Figure II.25 : Relais de protection thermique.

- **Les disjoncteurs à relais thermique (les DRT)** : les DRT servent de protection pour les moteurs. Ils se déclenchent en cas de courant de court-circuit ou de surchauffe des moteurs.



Figure II.26 : Disjoncteur à relais thermique.

- **Les contacteurs** : le contacteur est un appareil mécanique de connexion ayant une seule position repos, commandé, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service.

Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est appelé rupteur.

La presse fonctionne avec deux moteurs de même type, l'un pour le compresseur hydraulique et l'autre pour le refroidissement.

Le moteur de refroidissement s'enclenche à chaque fois que la température d'huile dépasse la température nominale.

- **Les transformateurs** : Un transformateur électrique est un convertisseur qui permet de modifier les valeurs de la tension et de l'intensité du courant délivrés par une source d'énergie électrique alternative en un système de tension et de courant de valeurs différentes mais de même fréquence et de même forme. Il effectue cette transformation avec un excellent rendement.

- **Transformateur galvanique (380/220V)** : il est utilisé pour la sécurité du matériel, il permet l'isolation électrique du circuit de commande du réseau. Les surtensions ou les défauts qui peuvent survenir au niveau du réseau sont subits uniquement par le transformateur.

- **Transformateur abaisseur** : un transformateur abaisseur délivre 24 volts pour l'alimentation du circuit de commande.

- **Les caractéristiques du moteur du compresseur hydraulique**

- Puissance nominale : 7.5KW

- Facteur de puissance : 0.85

- Vitesse : 1450 tours/minute.

- Fréquence nominale : 50 Hz

- **Les caractéristiques du moteur de refroidissement :**

- Puissance nominale : 0.37KW ;

- Facteur de puissance : 0.76 ;

- Vitesse : 1400 tours/minute ;

- Fréquence nominale : 50 Hz

➤ **Module de commande** : Dans ce module on trouve :

- ✓ Les boutons poussoirs : de mise en marche (contacts à fermeture).de mise à l'arrêt (contacts à ouverture) et d'arrêt d'urgence (coupure de sécurité) ;

- ✓ Les bobines électriques : elles commandent les contacteurs ;

- ✓ Le pont de diode et le filtre : utilisés pour avoir en sortie une tension redressée et filtrée (24 volts continue).

II.2.3. Partie commande

II.2.3.1. Pupitre de commande

La partie commande et la partie opérative ne peuvent dialoguer que si un opérateur provoque le démarrage de la machine. D'autre part, l'opérateur a besoin de savoir si le processus se déroule correctement, il peut alors être amené à agir en cas de mauvais fonctionnement (arrêt d'urgence), ou bien d'assurer certains réglages préalables avant le démarrage de la machine.

Tout ceci s'effectue au niveau du pupitre ou se situent tous les boutons de commande, les voyants renseignant l'opérateur sur le bon fonctionnement de la machine.

II.2.3.2. Commande de la machine

La presse peut être commandée avec les modes suivants :

- ✓ Course isolée, à deux mains, sans écran protecteur.

- ✓ Course isolée, à deux mains, avec écran protecteur.

- ✓ Fonctionnement automatique avec écran protecteur.

➤ **Course isolée, à deux mains, sans écran protecteur** : dans ce mode, l'opérateur fait des essais sur la pièce avant de passer en production.

➤ **Course isolée, à deux mains, avec écran protecteur** : dans ce mode, le commutateur est positionné sur mode 3 et le cycle de fonctionnement nécessite la fermeture de la porte de protection, c'est lui qui déclenche le déroulement du cycle. L'opérateur intervient pour fixer la pièce dans la matrice d'ébavurage.

➤ **Fonctionnement automatique avec écran protecteur** : dans ce mode, le commutateur est positionné en mode 4. Une impulsion extérieure émise par exemple par la machine à couler sous pression ou par le dispositif d'insertion commande l'écran protecteur qui effectue alors automatiquement le cycle opératoire, l'intervention de l'opérateur n'est pas nécessaire.

II.3. Fonctionnement de la machine

Nous donnons ci-dessous les différentes étapes nécessaires pour la mise en marche de la machine.

- ✓ Mettre la machine sous tension en enclenchant l'interrupteur principal.
- ✓ Enclencher le circuit de commande électrique et le groupe hydraulique et le circuit pneumatique.
- ✓ Régler la pression de travail sur le pupitre de commande.
- ✓ Choisir le mode de fonctionnement de la machine

Après la vérification de l'ensemble de ces conditions on procède au départ du cycle de la machine.

L'opérateur met la pièce dans la matrice d'ébavurage et la fixe dans la bonne position, puis il appuie sur les deux boutons 6S1 et 6S2 pour enclencher le départ du cycle. Après avoir appuyé sur les deux boutons marche, l'écran protecteur descend ce qui entraîne la descente du coulisseau, qui une fois arrivé à sa position point mort bas exerce sa force d'ébavurage sur la pièce à usiner, le distributeur électrohydraulique est inversé, le vérin portant le coulisseau inverse son mouvement et porte la pièce usinée avec lui.

Un interrupteur de fin de course, commandé par une came réglable se trouvant sur le vérin permet de donner le signal au glissoir de plonger pour s'introduire dans l'enceinte de la presse.

Le coulisseau continue sa montée jusqu'à arriver à sa position point mort haut qui actionne l'interrupteur de fin de course et donne le signal à l'éjecteur de s'avancer, celui-ci éjecte la pièce ébavurée sur le glissoir, l'éjecteur retourne vers sa position initiale.

Le glissoir sort et prend avec lui la pièce usinée, à la fin de sa course il fait un mouvement de basculement et fait tomber la pièce dans un panier prévu à cet effet.

L'écran protecteur s'ouvre, et un nouveau cycle démarre.

➤ Organigramme du fonctionnement normal

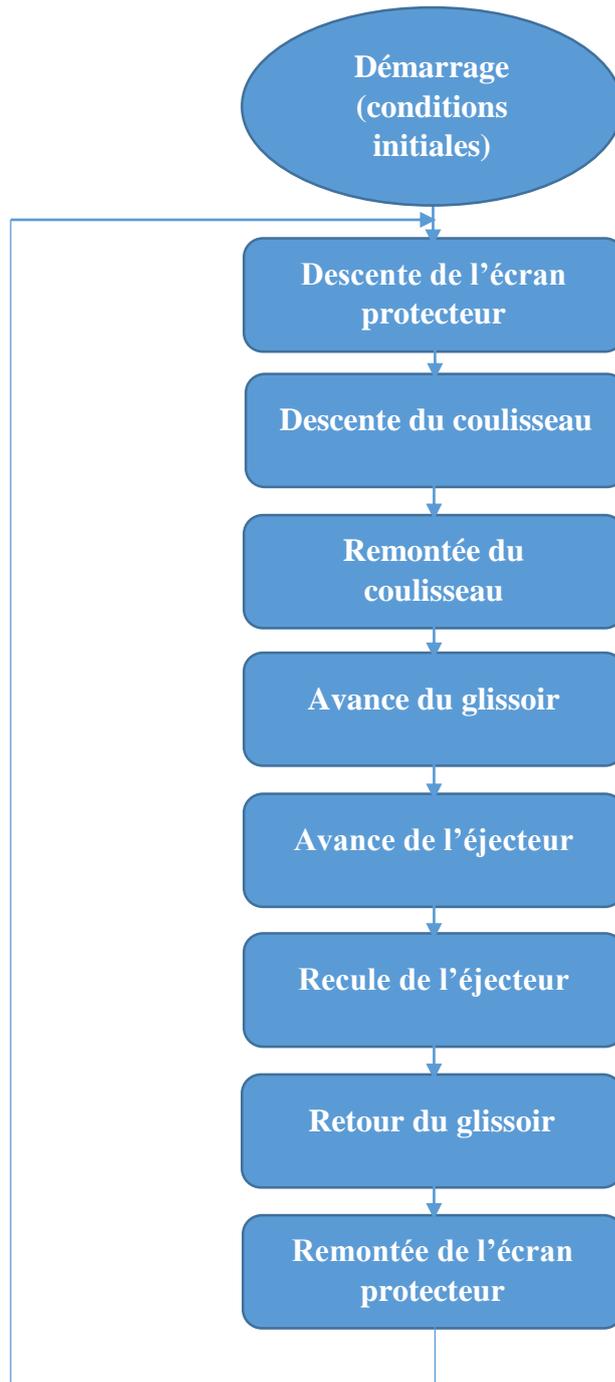


Figure II.27 : Organigramme fonctionnel de la presse hydraulique à ébavurer.

II.4. Conclusion

Vu l'importance de la presse hydraulique au sein de l'entreprise et parce que son arrêt est susceptible d'interrompre la production ; l'entreprise afin d'être conquérante veut apporter des améliorations à la machine et ceci parce qu'elle est souvent sujet de pannes répétitives et parce qu'elle utilise des cartes relais rares sur le marché et à cout élevé. Ceux-ci sont les deux inconvénients majeurs qui poussent l'entreprise à revoir la technologie câblée qu'elle utilise. Ajoutant à ceux-là les limitations dont souffre cette technologie :

- ✓ leur encombrement (volume) ;
- ✓ leur manque de souplesse vis-à-vis de la mise au point des commandes et de l'évolution de celles-ci (amélioration, nouvelles fonctions) ;
- ✓ la difficulté de maîtriser des problèmes complexes ;
- ✓ la complexité de recherche des pannes et donc de dépannage ;
- ✓ une rentabilité financière limitée aux fonctions simples en raison de l'apparition de technologies programmables.

Ainsi, une orientation vers l'automatisation de l'installation par les API est plus qu'indispensable.

Pour cela, dans le chapitre suivant nous allons aborder les améliorations apportées à l'installation et la modélisation du nouveau système.

III.1. Introduction

L'automatisation d'un procédé (c'est-à-dire une machine, un ensemble de machines ou plus généralement un équipement industriel) consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique. Donc, une machine ou un système est dit automatisé lorsque le processus, qui permet de passer d'une situation initiale à une situation finale, se fait sans intervention humaine. Dans notre cas d'étude, c'est l'automatisation de deux presses hydrauliques à ébavurer, qui sont des machines semis automatiques. Afin d'atteindre cet objectif, des modifications (améliorations) du système s'avèrent nécessaires.

Cependant, l'automatisation d'un procédé industriel nécessite le passage par l'étape de modélisation. Ainsi, dans notre cas nous avons choisi l'utilisation de l'outil GRAFCET, qui est un outil simple à concevoir, à comprendre et à modifier pour d'autres fins.

III.2. L'automatisme

Par définition, nous savons que l'automatisation est le moyen de production automatique et continue qui permet d'améliorer les conditions de travail, de perfectionner le produit, d'augmenter la capacité de production, de réduire le prix de revient et d'accroître la sécurité des travailleurs.

III.3. Conception d'un système automatisé

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer, de manière autonome, un cycle de travail préétabli, composé de séquences ou étapes.

Les systèmes automatisés, utilisés dans le secteur industriel, possèdent une structure de base identique (**Figure II.1**). Ils sont constitués de trois parties reliées entre elles : partie opérative, partie commande et partie dialogue.

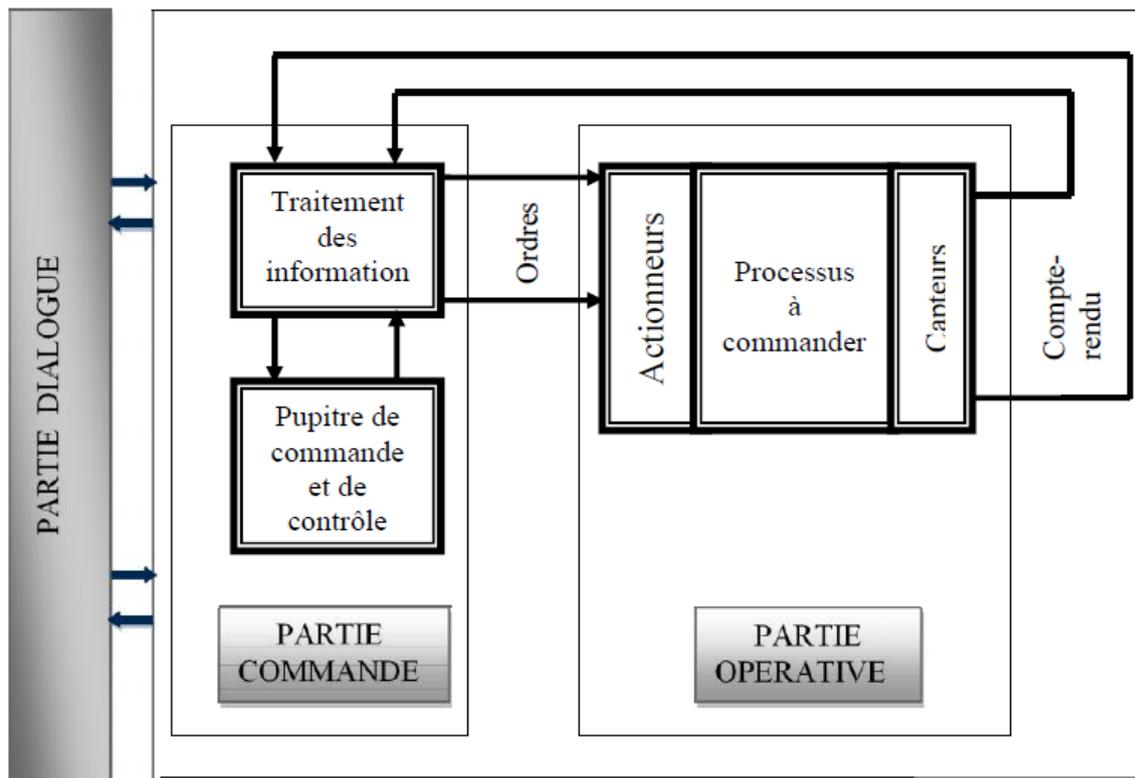


Figure III.1 : Structure d'un système automatisé de production.

Dès sa conception, un système à automatiser doit être décomposé en deux parties :

III.3.1. La partie commande (automate)

Elle élabore les ordres nécessaires à l'exécution du processus, en fonction de rendus d'exécution qui lui sont fournis par la partie opérative ; la partie commande assure le traitement logique des informations et échange des informations avec l'extérieur du système pilote, usager, surveillant...dont elle reçoit les consignes et à qui elle fournit des comptes rendu visuels ou sonores.

III.3.2. La partie opérative (partie puissance)

Elle effectue les opérations en exécutant les ordres qui lui sont donnés par la partie commande.

Elle est constituée de processus à commander, des actionneurs qui agissent sur ce processus et des capteurs permettant de mesurer son état.

➤ **Les actionneurs :** Ce sont les éléments chargés de convertir l'énergie, afin de s'adapter au besoin de la partie opérative.

➤ **Les prés-actionneurs :** Ce sont les composants de gestion de l'énergie d'alimentation des actionneurs. Ils reçoivent l'information de commande de la partie commande, puis délivre en sortie la puissance nécessaire pour l'actionneur.

➤ **Les capteurs** : Ils fournissent à la partie commande des comptes rendus sur l'état du système. Ils convertissent les informations physiques de la partie opérative en grandeurs électriques, exploitables par la partie commande.

III.3.3. La partie dialogue

Elle comporte le pupitre de dialogue homme/machine, équipé des organes de commande permettant la marche et l'arrêt de l'installation, la commande manuelle des actionneurs, le démarrage du cycle, l'arrêt d'urgence, etc.

Un système automatisé est défini en deux niveaux :

➤ **Premier niveau** : spécifications fonctionnelles :

Décrit le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. C'est le rôle des spécifications fonctionnelles qui permettent au concepteur de comprendre :

- Ce que l'automatisme doit faire face aux différentes situations pouvant se présenter
- Quel devra être le rôle de la partie commande à construire, elles doivent donc définir de façon claire et précise les différentes fonctions, informatique et commandes impliquées dans l'automatisation de la partie opérative ainsi que les sécurités de fonctionnement prévues.

➤ **Deuxième niveau** : spécification technologique et opérationnelle :

Complète les exigences fonctionnelles et apporte, grâce aux spécifications technologiques et opérationnelles, les précisions indispensables aux conditions de fonctionnement des matériels. Les spécifications technologiques précisent les conditions dans lesquelles l'automatisme devra physiquement s'inverser dans l'ensemble que constituent le système automatisé et son environnement.

Lorsque des spécifications sont exprimées au langage courant, il y a un risque permanent d'incompréhension ou de malentendu entre rédacteur et lecteur d'un cahier de charge.

En effet, certains mots sont peu précis, mal définis, possèdent plusieurs sens ou sont extraits d'un jargon technique incompréhensible pour les non-initiés

C'est pourquoi, il est utile de disposer d'un outil de représentation d'un cahier de charge qui doit être normalisé.

AFCET (Association française pour la cybernétique économique et technique) et ANDPA (Agence nationale pour le développement de la production automatisée) ont mis au point et développé une représentation graphique qui traduit, sans ambiguïté, l'évolution du cycle d'un automatisme séquentiel.

Le diagramme fonctionnel est le GRAFCET (graphe de commande étape transition) que nous présenterons dans le paragraphe suivant.

III.4. Le GRAFCET

III.4.1. Définition

Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Etapes /Transitions) ou SFC (Sequential Function Chart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automate et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

- Les entrées, c'est-à-dire les transferts d'informations de la partie opérative vers la partie commande.
- Les sorties, c'est-à-dire les transferts d'informations de la partie commande vers la partie opérative.

C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, car c'est aussi un langage pour la plupart des API existants sur le marché.

III.4.2. Les concepts de base du GRAFCET

Un GRAFCET est composé d'éléments qui forment sa structure graphique (**Figure II.2**) : les étapes, les transitions et les liaisons.

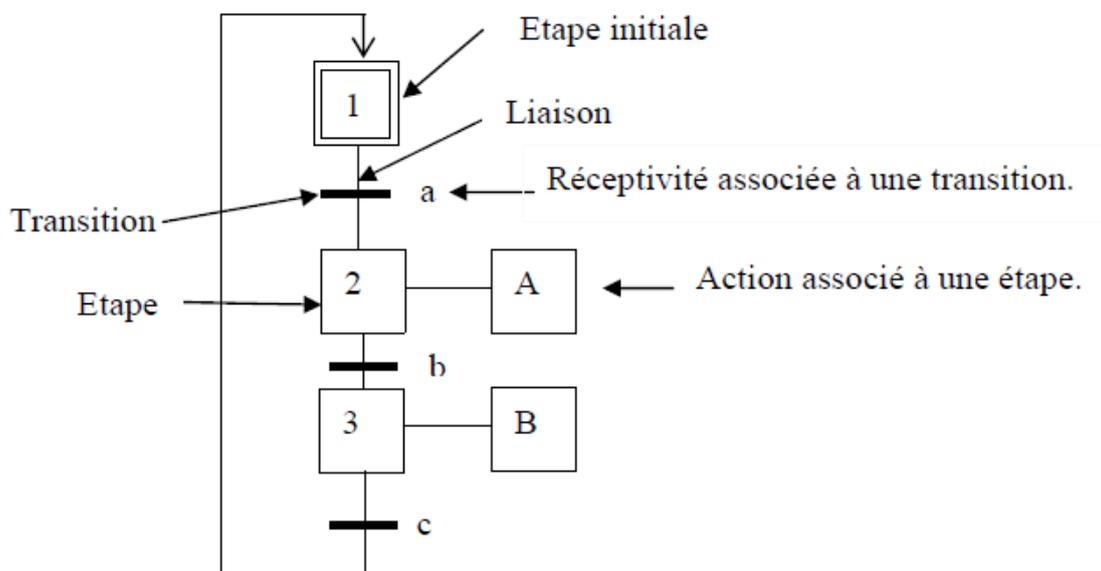


Figure III.2 : Les éléments d'un GRAFCET.

➤ Etape

Une étape symbolise un état ou une partie de l'état du système automatisé. L'étape possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape i , représentée par un carré repéré numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i . Cette variable est une variable booléenne valant 1 si l'étape est active, 0 sinon.

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale et représentée par un carré double.

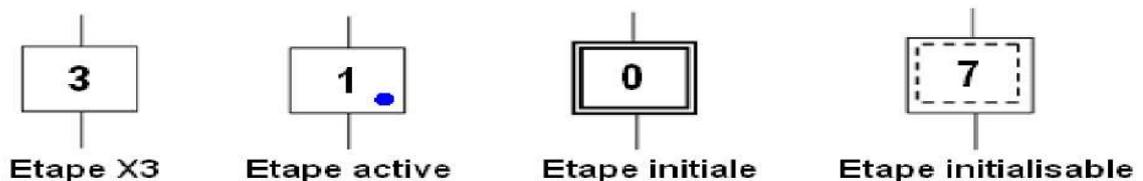


Figure III.3 : Les différentes étapes d'un GRAFCET .

Remarque : Dans un grafcet il doit y avoir au moins une étape initiale.

- **Actions associées aux étapes :**

A chaque étape est associée une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres grafquets. Mais on peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape vide (sans action).

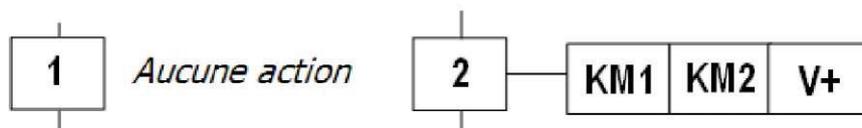


Figure III.4 : Les actions associées aux étapes.

➤ Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

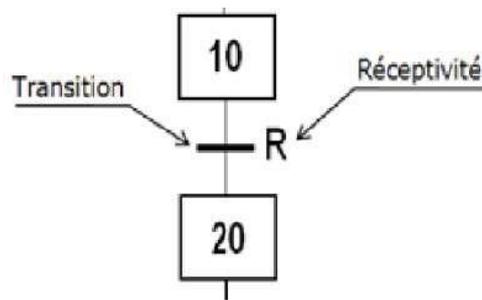


Figure III.5 : Illustration d'une transition.

La réceptivité est une information d'entrée fournie par :

- l'opérateur : pupitre de commande,
- la partie opérative : états des capteurs,
- du temps, d'un comptage ou toute opération logique, arithmétique...
- du grafquets : d'autres grafquet pour la liaison entre grafquets ou de l'état courant des étapes du grafquet (les Xi),
- d'autres systèmes : dialogue entre systèmes,

Remarque: Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie. (=1)

➤ Liaisons orientées

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

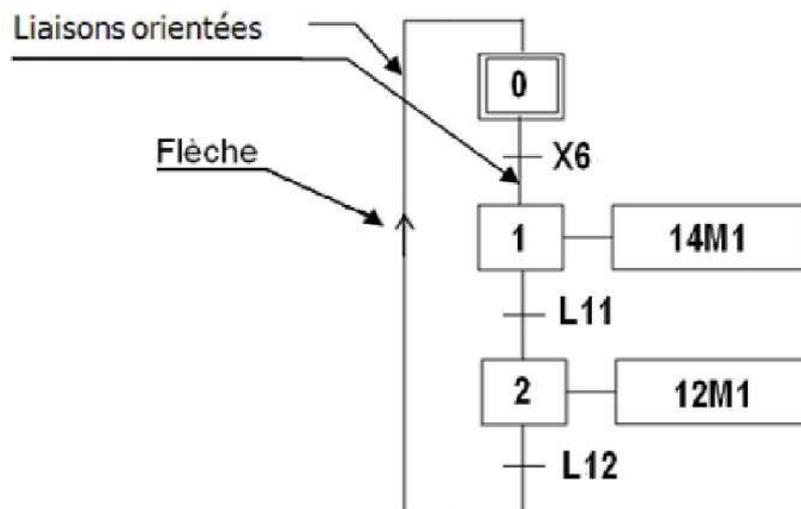


Figure III.6 : Illustration des liaisons orientées.

III.4.3. Règles d'évolution d'un GRAFCET

➤ Règle N°1 : Condition initiale

A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives, on les représente en doublant les côtés des symboles. On appelle début de fonctionnement le moment où les systèmes n'ont pas besoin de souvenir de ce qui s'est passé auparavant (allumage du système, bouton « reset »,...etc). Les étapes initiales sont souvent des étapes d'attente pour ne pas effectuer une action dangereuse.

➤ Règle N°2 : Franchissement d'une transition

Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, ET seulement si la réceptivité associée est vraie.

➤ Règle N°3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédente.

➤ Règle N°4 : Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

➤ Règle N°5 : Conflit d'activation

Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. On évite ainsi des commandes transitoires (néfastes à la partie opérative).

III.4.4. Niveaux du GRAFCET

Le GRAFCET est réalisé selon deux niveaux de représentation, qui sont définis comme suit :

➤ **Niveau 1** : Appelé aussi GRAFCET fonctionnel. Il décrit sous forme de spécifications fonctionnelles, le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative et du monde extérieur. Les réceptivités sont décrites sous forme littérale par des mots et non pas par des abréviations. A ce niveau, on ne définit pas les actionneurs ni les capteurs mais uniquement les actions à effectuer et leur enchaînement, pour permettre de comprendre l'évolution de l'automatisme.

➤ **Niveau 2** : Ce GRAFCET ajoute aux exigences fonctionnelles, les précisions indispensables aux conditions de fonctionnement, grâce aux spécifications technologiques et

opérationnelles, compte tenu de la technologie de la partie commande et de la partie opérative, ainsi que la prise en compte de la technologie des actionneurs et des capteurs de l'automatisme. Il est utilisé pour la réalisation et l'exploitation des systèmes automatisés. La description des actions et des réceptivités est par abréviations. .

III.5. Liste des actionneurs, pré-actionneurs et capteurs de la presse

- **Moteurs**

MP : moteur

2M2 : moteur de refroidissement.

- **Les électrovannes**

10Y1, 10Y2 et 10Y3 : descente du coulisseau.

10Y4 : montée du coulisseau.

10Y5 : avance et recule du glissoir.

10Y6 : avance et recule de l'éjecteur

11Y1 : descente de l'écran protecteur.

11Y2 : montée de l'écran protecteur.

11Y3 : choix de la force sur 200KN.

11Y4 : choix de la force sur 100KN.

- **Les capteurs**

- ✓ **Fins de courses**

4S1 : position basse du coulisseau.

4S2 : position haute du coulisseau.

4S3 : avance du glissoir.

4S4 : retour de glissoir.

4S5 : avance de l'éjecteur.

4S6 : retour de l'éjecteur.

4S7 : position haute de l'écran.

4S8 : position basse de l'écran.

4S9 : fin de course de sécurité du coulisseau.

- ✓ **Pressostats**

5F1 : pression atteint les 80 bars.

✓ Thermostats

2S3 : température atteint les 55°C.

2S4 : température atteint les 60°C.

• Les boutons poussoirs

6S1 et 6S2 : départ du cycle de la presse.

2S2 : démarrage du moteur.

5S3 : contacteur verrouillable à clé.

2S1 : bouton d'arrêt du moteur.

1S3 : bouton « arrêt d'urgence ».

• Les voyants lumineux

5H1 : le choix de la force est sur 100KN.

5H2 : le choix de la force est sur 200KN.

2H1 : démarrage du moteur.

2H2 : démarrage du moteur de refroidissement.

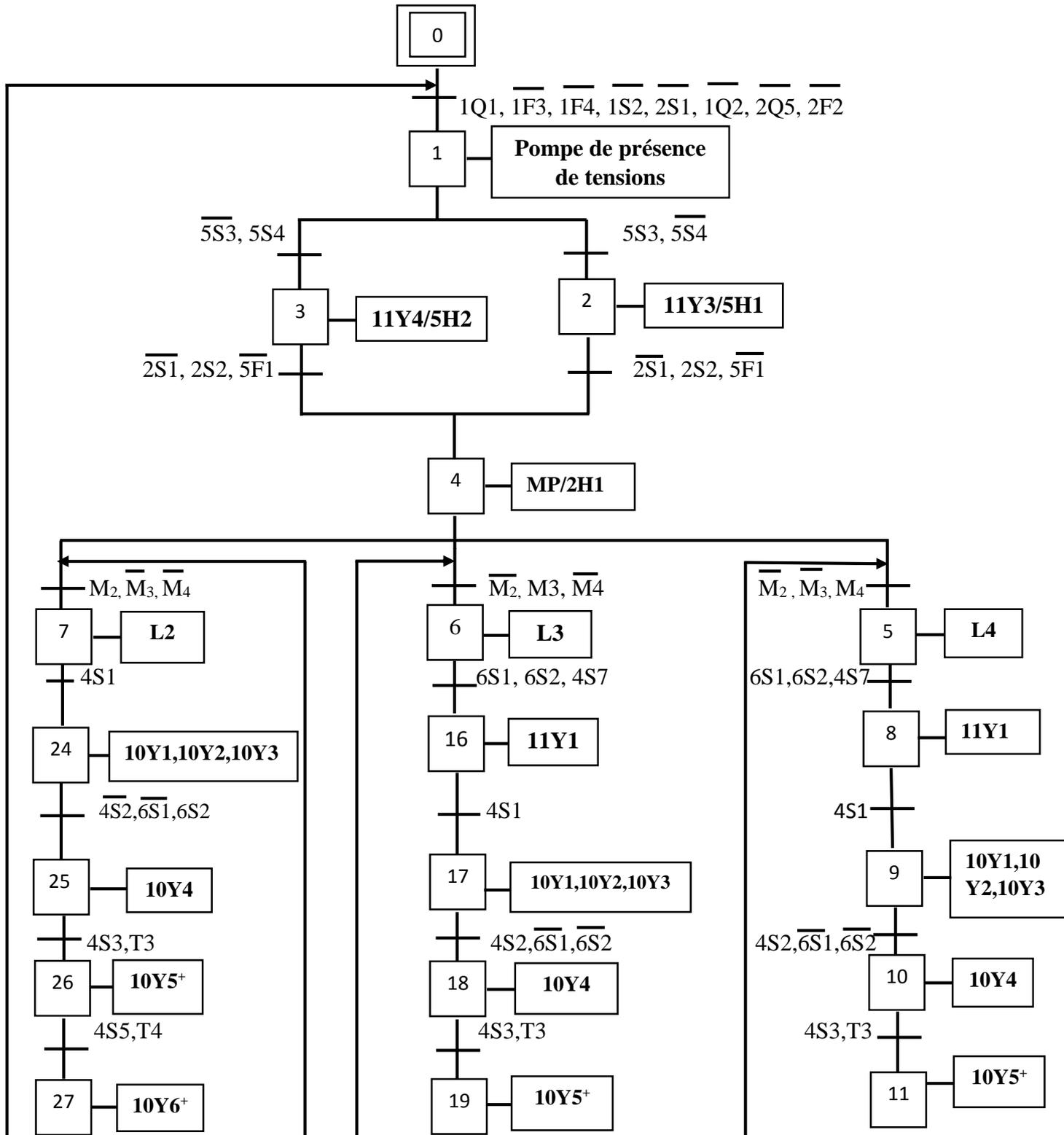
L2 : le mode de fonctionnement est sur manuel sans écran protecteur.

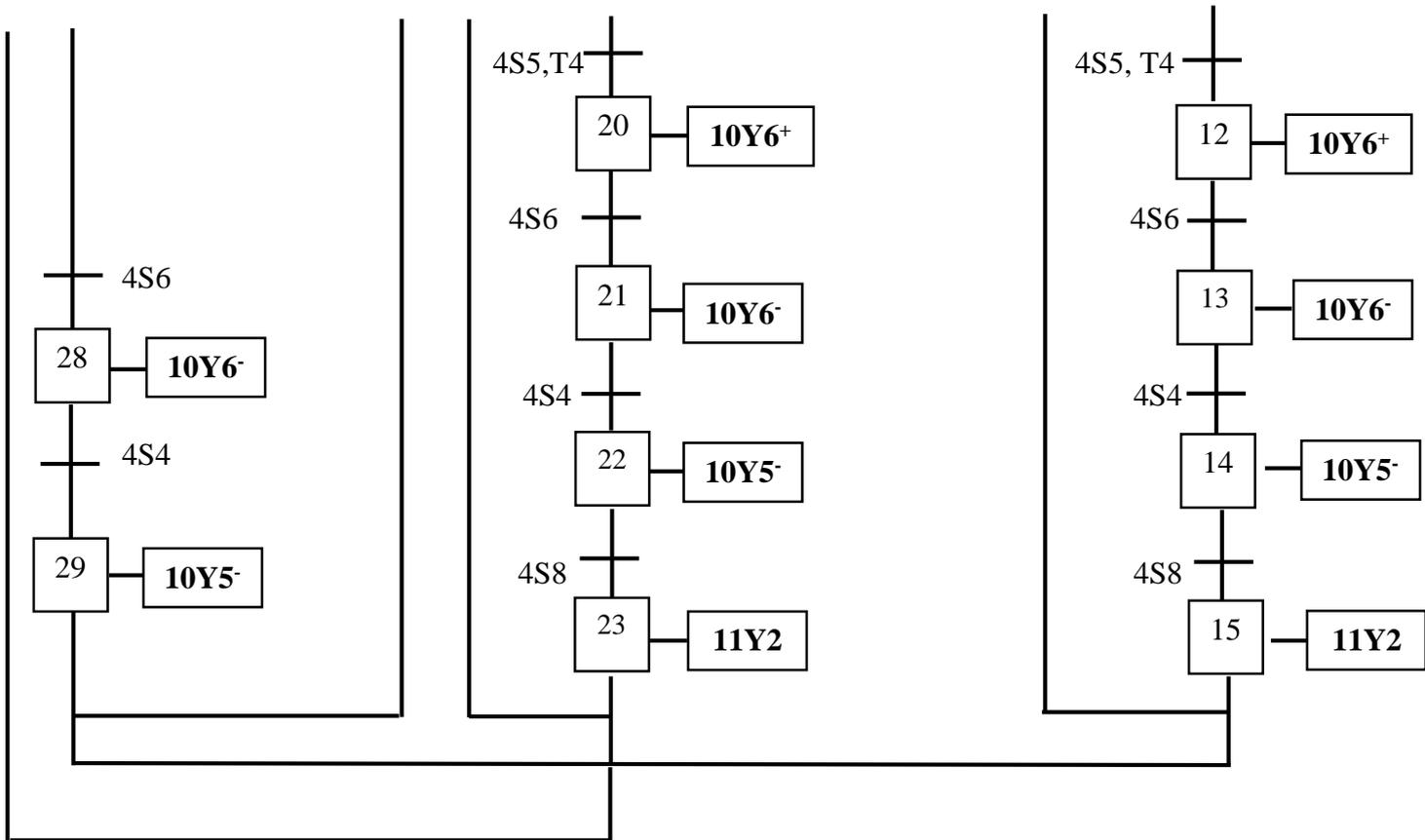
L3 : le mode de fonctionnement est sur manuel avec écran protecteur.

L4 : le mode de fonctionnement est sur automatique.

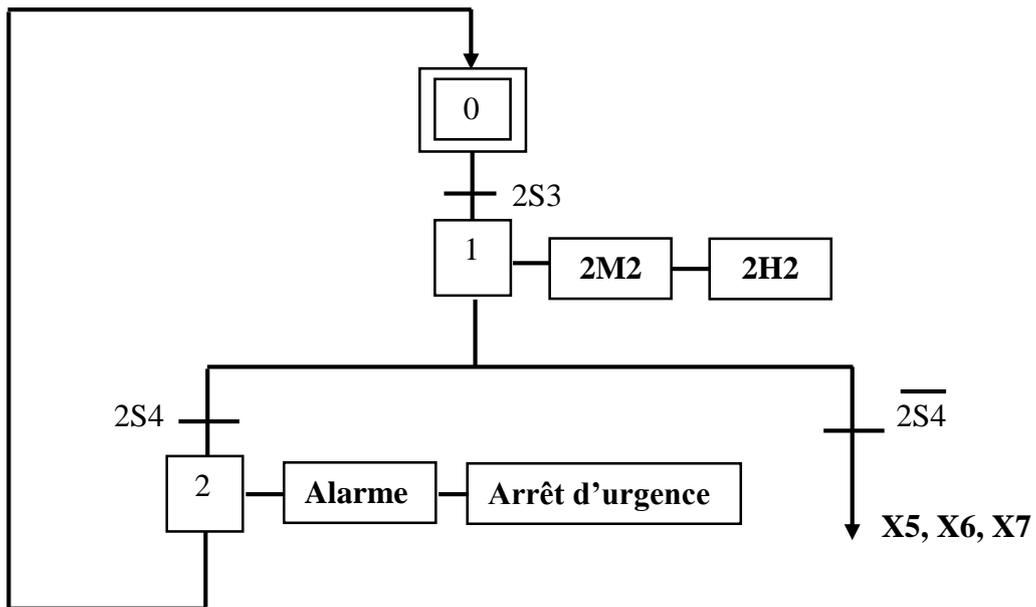
III.6. Réalisation du GRAFCET fonctionnel

III.6.1 GRAFCET du fonctionnement normal





III.6.2. GRAFCET de l'arrêt d'urgence



III.7. Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons élaboré la nouvelle solution de commande des deux presses hydrauliques à ébavurer. En tenant compte de la complexité et la difficulté rencontrée lors de l'étude du fonctionnement de ces machines, nous avons élaboré le grafcet qui obéit à leurs caractéristiques.

Le grafcet nous a servi à identifier les fonctions nécessaires au bon fonctionnement de ces machines, et nous a facilité le passage de la description à la modélisation, qui nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative, qui pilotera ces deux presses.

IV.1. Introduction

Les premiers Automates Programmables ou « Programmable Controller PC » ont été introduits aux U.S.A en 1969 pour les besoins de l'industrie automobile américaine en plein essor. Le but recherché était de remplacer les armoires à relais, utilisées dans la commande des chaînes de fabrication par des équipements moins onéreux, aussi bien point de vue du coût d'acquisition que du coût de la maintenance, flexibles, faciles à modifier, à utiliser et à entretenir.

Depuis, les automates programmables se sont répandus dans tous les secteurs de l'industrie : aéronautique, automobile, monétique, chemin de fer, électro-ménager...etc.

Ils représentent aujourd'hui plus de la moitié du marché des équipements utilisés en automatisation avec un taux de croissance de 50 % par an, devançant ainsi de loin la technique à relais et l'électronique câblée.

Ce succès des automates programmables est dû en partie à leur faible coût, leur facilité de mise en œuvre d'une part, et au progrès de l'industrie micro-électronique. En effet, cette dernière, par la mise au point de micro-processeurs de plus en plus puissants a favorisé la production d'une grande diversité d'automates programmables. Il en existe plus de 200 modèles fabriqués par 45 manufacturiers. Parmi les plus gros constructeurs, on peut citer : ALLEN BRADLEY, TELEMECANIQUE, SIEMENS.

IV.2. Définition

Un automate programmable est « un appareil électronique programmable par un utilisateur automatique et destiné à piloter un environnement industriel en temps réel des machines ou processus logiques séquentiels ou combinatoire ». On les appelle aussi « Programmable Logic Controller P.L.C » ou « Programmable Controller PC ».

Ce sont des ordinateurs spécialisés pour les applications industrielles. Ils ont des caractéristiques très particulières qui justifient un traitement distinct des équipements classiques.

On appelle Automates Programmable Industriel ou API un automate programmable à usage industriel. De nos jours les termes « automate programmable » et « automate programmable industriel » désignent le même appareil par abus de langage.

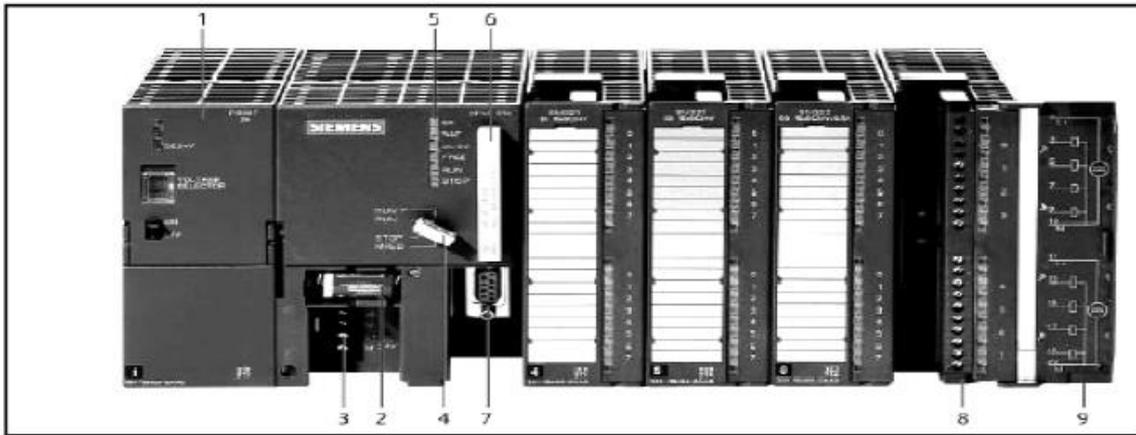


Figure IV.1 : Automate modulaire SIEMENS.

- | | |
|---|------------------------------|
| 1 Module d'alimentation | 6 Carte mémoire |
| 2 Pile de sauvegarde | 7 Interface multipoint (MPI) |
| 3 Connexion au 24V cc | 8 Connecteur frontal |
| 4 Commutateur de mode (à clé) | 9 Volet en face avant |
| 5 LED de signalisation d'état et de défauts | |

IV.3. Architecture des automates programmables industriels

L'architecture des API est semblable à celle des systèmes à microprocesseurs. Les API sont constitués de blocs fonctionnels :

- ✓ Une alimentation
- ✓ Une unité centrale de traitement ou le processeur
- ✓ Une mémoire
- ✓ Des interfaces d'entrées et de sorties, le tout articulé autour d'un canal de communication, le bus interne. Les API évolués, possèdent en plus des modules intelligents, tels que les chaînes de mesures pour l'acquisition et le traitement de données, les modules de pesée...etc.

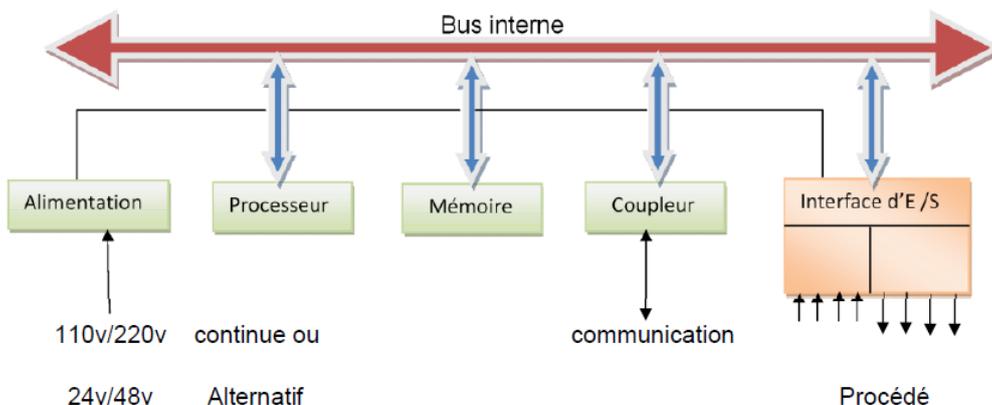


Figure IV.2 : Structure d'un automate programmable.

Suivant le mode d'intégration de ces différents blocs fonctionnels, on distingue l'architecture compacte et l'architecture modulaire. Dans cette dernière, la plus courante, chaque bloc est réalisé physiquement par un module.

IV.3.1. L'alimentation

Elle élabore à partir d'un réseau 220V en courant alternatif, ou d'une source 24V en courant continu, les tensions internes distribuées aux modules de l'automate.

Afin d'assurer le niveau de sûreté requis, elle comporte des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de la tension réseau, et de surveillance des tensions internes. En cas de défaut, ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

IV.3.2. Le processeur

Le processeur, ou unité centrale (UC), a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..). Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- ✓ Gestion des entrées/sorties.
- ✓ Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- ✓ Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

Un ou plusieurs processeurs exécutent ces fonctions grâce à un micro logiciel préprogrammé dans une mémoire de commande, ou mémoire système. Cette mémoire morte définit les fonctionnalités de l'automate. Elle n'est pas accessible à l'utilisateur.

IV.3.3. La mémoire

Elle est destinée au stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi que des données qui peuvent être :

- ✓ Des informations susceptibles d'évoluer en cours de fonctionnement de l'application. C'est le cas par exemple de résultats de traitements effectués par le processeur et rangés dans l'attente d'une utilisation ultérieure. Ces données sont appelées variables internes ou mots internes.
- ✓ Des informations qui n'évoluent pas au cours de fonctionnement, mais qui peuvent en cas de besoin être modifiées par l'utilisateur : textes à afficher, valeurs de présélection, etc. Ce sont des mots constants.
- ✓ Les mémoires d'état des entrées/sorties, mises à jour par le processeur à chaque tour de scrutation du programme.

Il existe dans les automates plusieurs types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :

- ✓ La conception et l'élaboration du programme font appel à la RAM et l'EEPROM ;
- ✓ La conservation du programme pendant l'exécution de celui-ci fait appel à une EPROM.

IV.3.4. Les interfaces entrées/sorties

Les entrées/sorties TOR (Tout ou Rien) assurent l'intégration directe de l'automate dans son environnement industriel en réalisant la liaison entre le processeur et le processus. Elles ont toutes, de base, une double fonction :

- ✓ Une fonction d'interface pour la réception et la mise en forme de signaux provenant de l'extérieur (capteurs, boutons poussoirs, etc.) et pour l'émission de signaux vers l'extérieur (commande de pré-actionneurs, de voyants de signalisation, etc.).

La conception de ces interfaces avec un isolement galvanique ou un découplage optoélectronique assure la protection de l'automate contre les signaux parasites.

- ✓ Une fonction de communication pour l'échange des signaux avec l'unité centrale par l'intermédiaire du bus d'entrées/sorties.

IV.4. Choix d'un automate

Le choix d'un automate n'est pas arbitraire, mais il se fait après que l'utilisateur a établi le cahier des charges du système à automatiser, et cela en se basant sur un certain nombre de critères importants :

- ✓ Le nombre d'entrées/sorties.
- ✓ La nature des entrées et des sorties (numériques, analogiques).
- ✓ La nature du traitement (temporisation, comptage, etc.).
- ✓ La communication avec d'autres systèmes.
- ✓ Les moyens de sauvegarde du programme (disquettes, cassettes, etc...)
- ✓ La fiabilité et la robustesse.
- ✓ L'immunité aux parasites et aux bruits.

Vue le nombre des entrées /sorties de notre système nous avons choisi l'automate S7-300, car ses caractéristique conviennent aux exigences de l'installation. De plus, il peut gérer, sans extension, 256 entrées/sorties. Avec extension jusqu'à 1024 entrées/sorties : numériques, logiques et analogiques.

IV.5. L'automate programmable SIEMENS S7-300

IV.5.1. Présentation générale de l'automate S7-300

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 est un automate modulaire de milieu de gamme. SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS, Il est synonyme de la nouvelle gamme des automates programmables.

Les automates programmables SIEMENS sont des appareils fabriqués en série conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteurs etc., nécessaires à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés à l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des :

- ✓ Entrées et sorties ;
- ✓ Compteurs ;
- ✓ Temporisations ;
- ✓ Mémoires ;
- ✓ La vitesse de travail.

IV.5.2. Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- ✓ Gamme diversifiées de CPU ;
- ✓ Gamme complétée de module ;
- ✓ Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules ;
- ✓ Bus de fond de panier intégré au module ;
- ✓ Possibilité de mise en réseau avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET ;
- ✓ Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules ;
- ✓ Liberté de montage aux différents emplacements ;
- ✓ Configurations et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle.

IV.5.3. Constitution de l'automate S7-300

L'automate programmable S7-300 (**figure IV.3**) est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme de modules suivante :

- ✓ Modules d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- ✓ Unité centrale CPU314 travaillant avec une mémoire de 48Ko, sa vitesse d'exécution est 0,3K instructions/ms.
- ✓ Modules de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques.
- ✓ Modules d'extension (IM) pour configuration multi rangée du S7-300.
- ✓ Module de fonction (FM) pour fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone).
- ✓ Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.

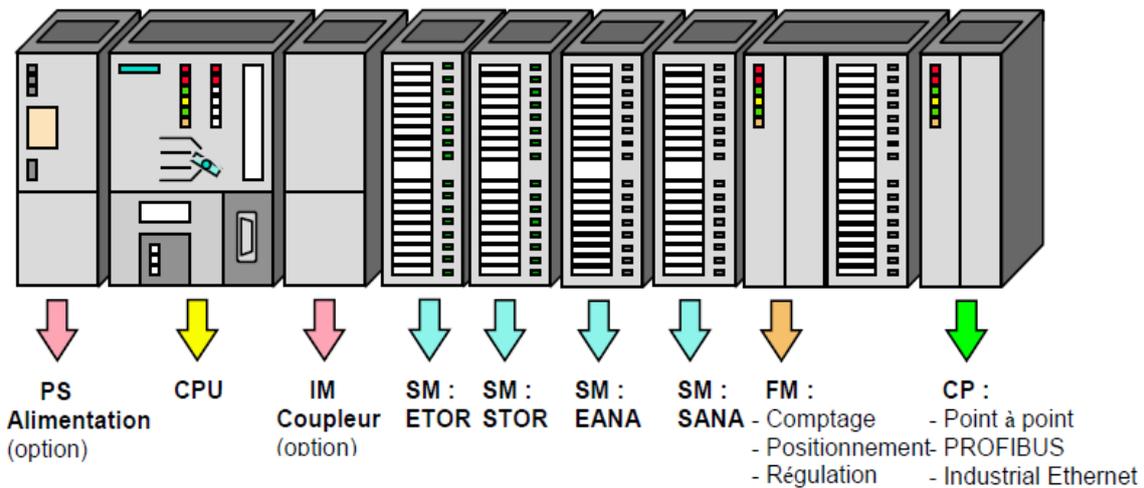


Figure IV.3 : Présentation de l'automate S7-300.

➤ **Le module d'alimentation :** le module d'alimentation transforme la tension secteur en tension d'alimentation pour les modules électriques de l'automate programmable. Cette tension s'élève à 24V.

Les tensions pour les capteurs, actionneurs et voyants lumineux qui dépassent 24V, sont fournis par des blocs d'alimentation ou transformateurs supplémentaires.

➤ **Description de la CPU :** la CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des entrées, puis elle exécute le programme utilisateur en mémoire et commande les sorties.

La CPU est constituée de :

- **Interface MPI :** toute 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 de fonctionnement :** le commutateur de mode permet de changer le mode de fonctionnement. Chaque position du commutateur de mode autorise certaines fonctions à la console de programmation. Les modes de fonctionnement suivants sont possibles :

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

- **Signalisation des états :** certains états de l'automate sont signalés par LEDs sur la face avant de la CPU tel que :

- SF : signalisation groupée de défauts, défaut interne 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.

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

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

- STOP : allumage continu en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis, clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

• **Carte mémoire** : une carte mémoire peut être montée à la CPU, elle conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de la pile.

• **La pile** : elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant. L'utilisateur a le choix parmi plusieurs CPU aux performances étagées, la plus performante est la CPU 314

Notre CPU est logée dans un boîtier compact et comporte les éléments suivants :

- ✓ Les LEDs pour la signalisation d'état et de défaut.
- ✓ Un commutateur à clé pour les modes de fonctionnement.
 - Stop (arrêt)
 - Run/Run-P (marche).
- ✓ Un port pour l'interface MPI.
- ✓ Logement pour la carte mémoire (EPROM flash).

➤ **Caractéristique techniques de la CPU314**

- ✓ Mémoire de travail : RAM 48 Ko/8K.
- ✓ Mémoire de chargement intégrée : 40 Ko.
- ✓ Langage de programmation : STEP7.
- ✓ Organisation de programme : linéaire, structurée.
- ✓ Temps d'exécutions pour
 - Opération sur bit : 0.3 à 0.6µs.
 - Opération sur mots : 1µs.
 - Opération de comptage/ temporisations : 12µs.
- ✓ Temps de cycle : 150ms (par défaut) et réglage de 1 à 600 ms.



Figure IV.4 : La CPU 314.

➤ **Modules de coupleurs (IM) :** les coupleurs IM 360, IM 361 et IM 365 permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités, ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autres périphériques et l'unité centrale.

➤ **Modules de signaux (SM)**

• **Modules d'entrées TOR :** un module d'entrée doit permettre à l'unité centrale de l'automate, d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs qui lui sont associés (modules 4, 8, 16 ou 32 entrées). A chaque entrée correspond une voie qui traite le signal électrique pour élaborer une information binaire. Le processeur de l'automate vient questionner le module ; le contenu du mot d'entrées du module est alors recopié dans la mémoire de données de l'automate programmable. Les modules d'entrées « Tout Ou Rien » permettent de raccorder à l'automate différents capteurs logiques tel que les boutons poussoirs, les fins de course. Ils conviennent au raccordement d'appareils à contacts et de détecteurs de proximité en montage.

• **Modules de sorties TOR :** les modules de sorties TOR transportent le niveau de signal interne du S7-300 au niveau de signal requis par le processus. Ils conviennent par exemple au raccordement d'électrovannes, de contacteurs, de micromoteurs, de lampes et de démarreurs de moteurs, donc il permet à l'automate d'agir sur les actionneurs.

• **Modules d'entrées et de sorties analogiques :** les modules d'entrées/sorties analogiques réalisent la conversion des signaux analogiques issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300 et des signaux numériques du S7-300 en signaux analogiques destinés au processus.

➤ **Module de fonction (FM):** c'est un module programmable. Il nécessite une importante capacité mémoire comme : comptage, Positionnement et Régulation.

➤ **Modules de communication:** les modules chargés de communication permettent d'établir des liaisons homme machine et machine homme. Ces liaisons sont effectuées à l'aide des interfaces de communication :

- ✓ Point à point.
- ✓ PROFIBUS.
- ✓ Industriel Ethernet.

➤ **Châssis d'extension (UR) :** Il est constitué d'un profilé support en aluminium et bus de fond de panier avec connecteur. Il est généralement installé à l'intérieur d'une armoire électrique. Il permet le raccordement électrique et le montage de divers modules.

IV.5.4. Fonctionnement de l'automate programmable S7-300

Lors du fonctionnement, l'automate exécute le programme de façon cyclique, qui commence par l'acquisition des entrées issues des capteurs sur l'état du processus et fini par l'envoi des sorties aux actionneurs.

➤ **Réception des informations sur les états du processus :** l'automate reçoit des informations, sur l'état du processus, via les capteurs des signaux reliés aux entrées. Le S7-300 met à jour la mémoire image des entrées au début de chaque 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 savoir l'état du processus.

➤ **Exécution du programme utilisateur :** après avoir acquis les informations d'entrées et exécuter le système d'exploitation, la CPU passe à l'exécution du programme utilisateur, qui contient la liste d'instruction à exécuter pour faire fonctionner le procédé.

➤ **Commande du processus :** L'automate commande le processus en appliquant une tension de 24V aux prés actionneurs via les points de connexion de l'automate appelés sorties. Ceci permet d'activer ou désactiver des moteurs, de faire monter ou descendre des vérins ou d'allumer ou éteindre des lampes.

IV.5.5. Programmation de l'automate S7-300

L'évolution rapide de la technique d'automatisation a donné naissance à une multitude de langages de programmation. Le logiciel STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- ✓ Configuration et paramétrage du matériel.
- ✓ La création des programmes.

- ✓ Test, mise en service et maintenance de l'installation d'automatisation.
- ✓ Fonctions de diagnostic et d'exploitation lors de perturbation dans l'installation.

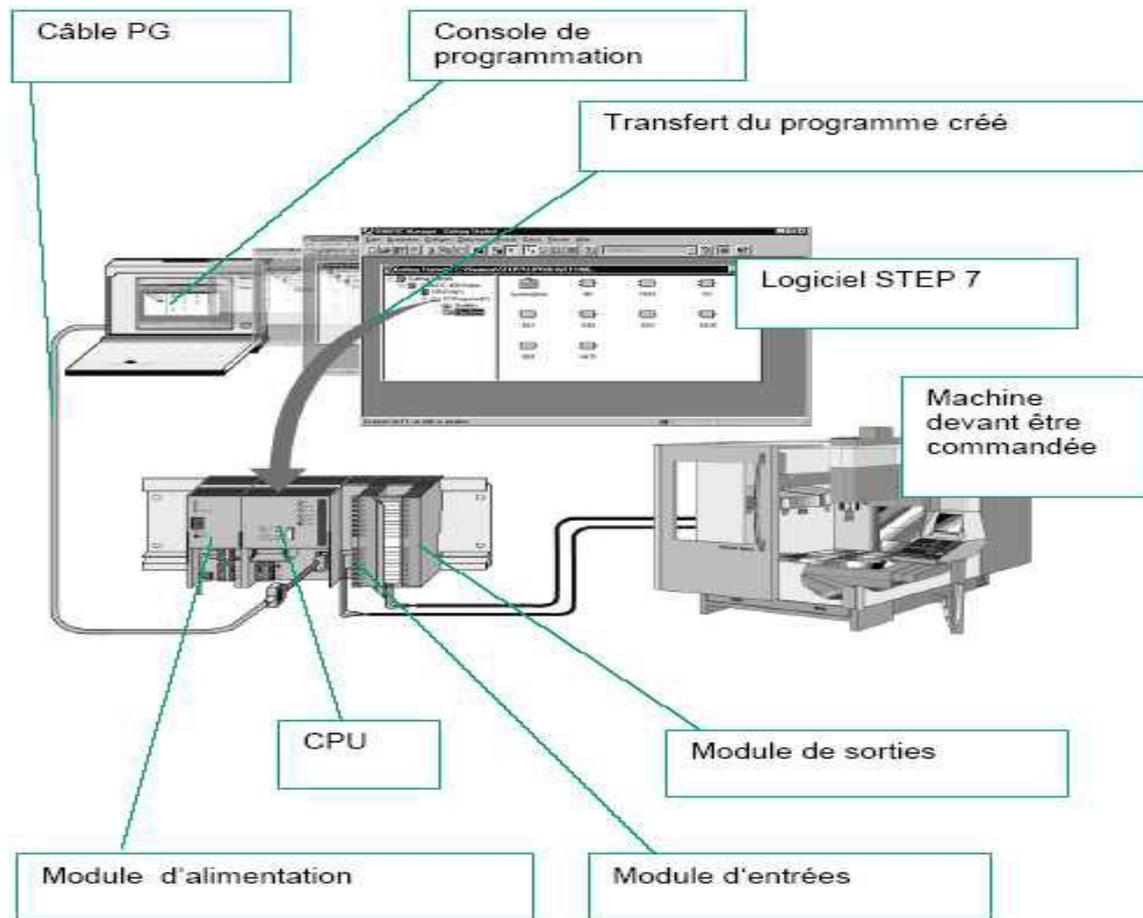


Figure IV.5 : Vue d'ensemble de l'automatisme.

IV.6. Programmation avec STEP7

Le STEP 7 est le progiciel de base qui permet de configurer et de programmer des problèmes d'automatisation. Il fait partie de l'industrie logicielle de SIMATIC.

STEP 7 s'exécute sous les systèmes d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows 95. Le progiciel de base STEP 7 existe sous plusieurs versions :

- ✓ STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simple sur SIMATIC S7-200.
- ✓ STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7.

Lors de la création d'une solution d'automatisation, STEP 7 permet :

- ✓ La création et la gestion des projets.
- ✓ La création et le paramétrage du matériel et de la communication.
- ✓ La gestion des mnémoniques.
- ✓ La création des programmes.

- ✓ Le chargement du programme dans les systèmes cibles.
- ✓ Le test de l'installation d'automatisation.
- ✓ Le diagnostic lors de la perturbation dans l'installation.

➤ **Création d'une solution d'automatisation dans STEP 7** : pour concevoir un projet avec STEP 7, il existe deux approches, qui sont résumées par le plan donné par la (figure IV.6) :

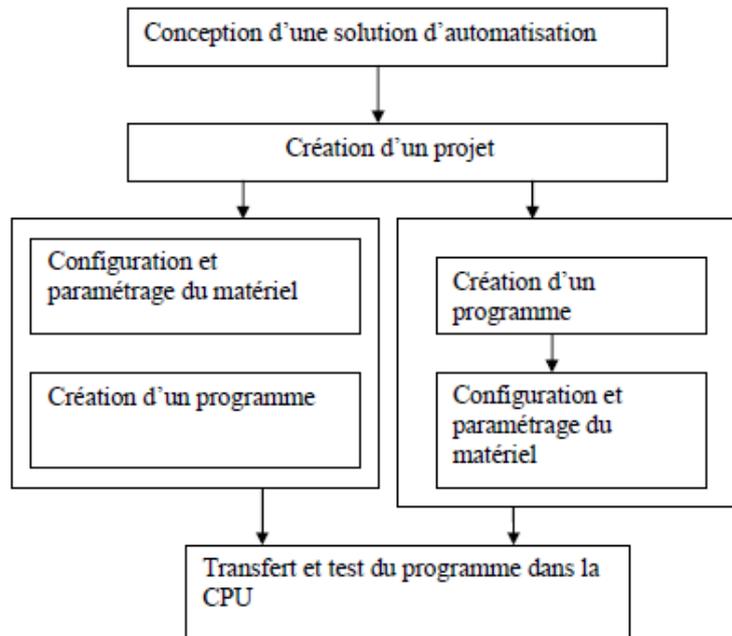


Figure IV.6 : Démarche de programmation sur STEP 7.

IV.6.1. Les langages de programmation

Les langages de base proposés dans l'éditeur du programme du logiciel STEP 7 sont : le CONT, le LIST et le LOG.

➤ **Le langage contact (CONT)** : le langage CONT (langage contact) ou LADDER est un langage dont la logique est inspirée des réseaux électriques. Le CONT est un langage graphique, dont la syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts (à fermeture et à ouverture), les éléments complexes et les bobines.

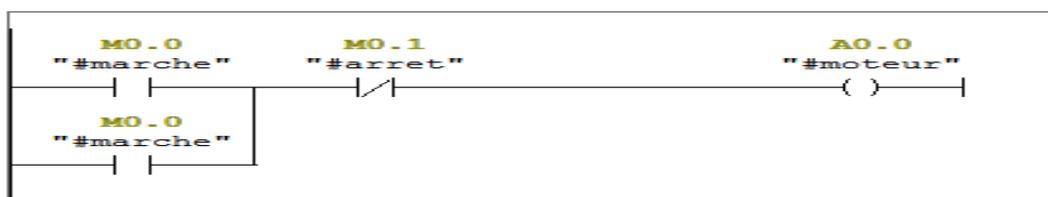


Figure IV.7 : Exemple de programme CONT.

➤ **Logigramme (LOG) :** le logigramme est une représentation graphique ayant recours aux symboles de la logique.

Les différentes fonctions y sont représentées par un symbole avec indicateur de fonction.

Les entrées sont disposées à gauche du symbole, les sorties à droite de ce dernier.



Figure IV.8 : Représentation des opérations ET et OU par LOG.

➤ **Liste d'instructions (LIST) :** la tâche d'automatisation est écrite dans la liste d'instruction à l'aide des différentes instructions. C'est un langage qui s'apparente au langage machine.

U E 1.0	O E 1.2
U E 1.1	O E1.3
= A 1.0	ON E1.4
	= A 1.1

Figure IV.9: Représentation des opérations ET, OU par LIST.

Les programmes d'automatisation programmés en CONT ou LOG sont en principe toujours traduisibles en LIST.

IV.6.2. L'opération de temporisation

Les temporisations sont utilisées pour retarder le déroulement d'un événement, ou bien pour maintenir un état durant un temps déterminé.

IV.6.3. Création d'un programme utilisateur

Un programme utilisateur comprend toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement de signaux de commande d'une installation ou d'un processus.

Il est affecté à la CPU, et peut être structuré en entités plus petites appelées blocs.

Un programme utilisateur devant être exécuté dans une CPU S7 est essentiellement constitué de blocs. Il contient, en outre, des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou à la mise en réseau du système. En fonction de l'application, nous pouvons donc créer dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- ✓ Blocs d'organisations (OB)
- ✓ Blocs fonctionnels (FB)
- ✓ Fonctions (FC)

✓ Blocs de données (DB)

Des blocs sont souvent utilisés en relevant du système tel que les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions systèmes (SFC) sont intégrées au logiciel.

➤ **Création du projet** : l'assistant étant lancé, cette première fenêtre s'ouvre à l'écran. C'est la fenêtre d'introduction de l'assistant.

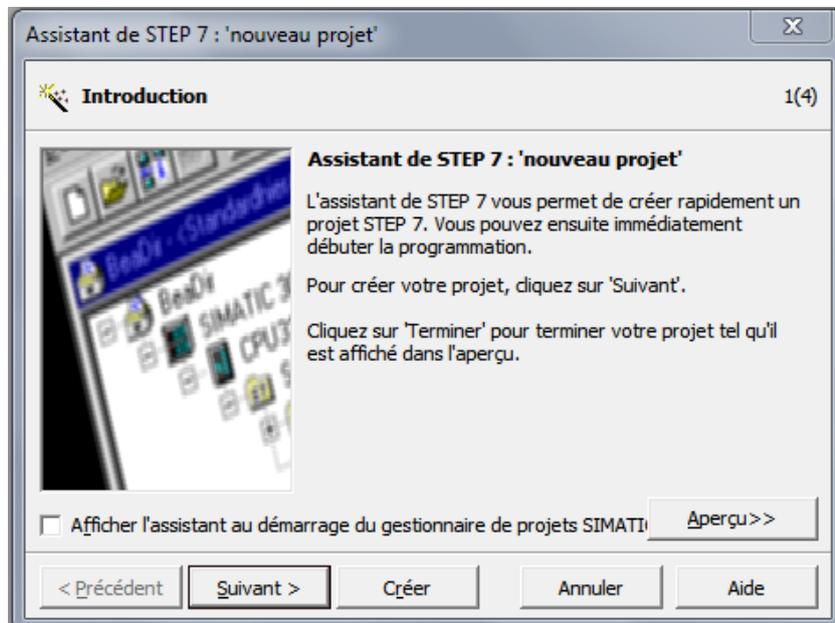


Figure IV.10 : Fenêtre d'introduction.

Nous cliquons sur Suivant.

Cette seconde fenêtre prend la place de la fenêtre précédente, elle nous permet de choisir la CPU, pour notre projet on choisira la CPU314. La figure IV-8 illustre le choix de la CPU.

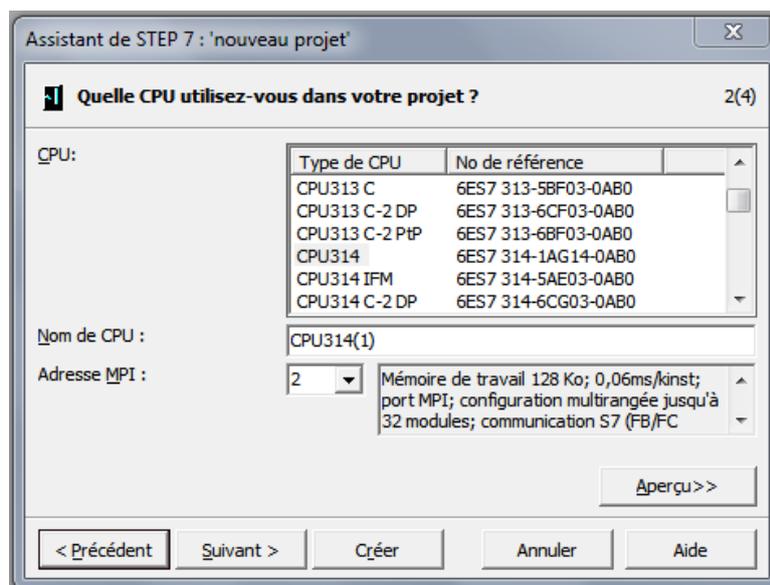


Figure IV.11 : Choix de la CPU.

Après validation de la CPU, la fenêtre qui apparaît permet de choisir les blocs à insérer, et le langage de programmation (LIST, CONT, LOG). Pour notre projet on choisira le langage CONT.

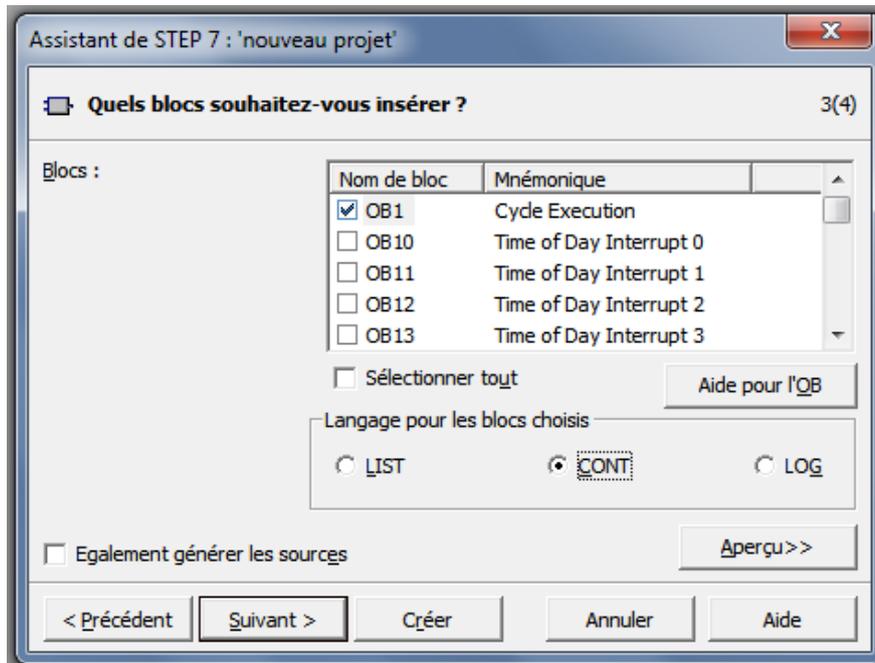


Figure IV.12 : Choix du bloc et du langage de programmation.

Dans notre projet, nous utiliserons le bloc OB1. Ce bloc contient le programme qui sera continuellement exécuté par l'automate et le langage à contact.

En cliquant sur suivant, la création de projet apparaît pour le nommer comme illustré dans la (Figure IV.13).

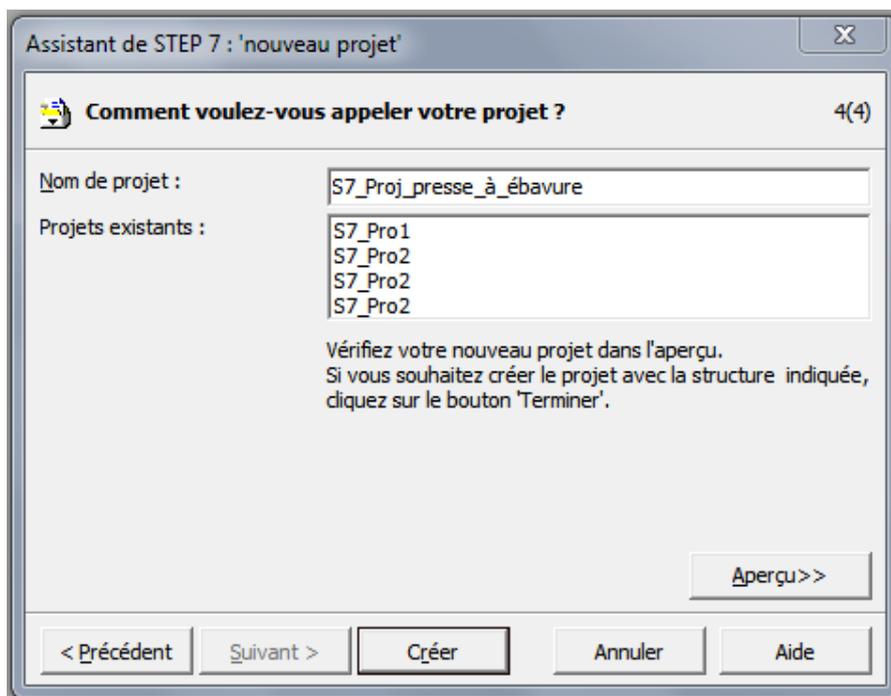


Figure IV.13 : Nommer le projet.

➤ **Création de la table des mnémoniques** : les mnémoniques permettent de rendre le programme utilisateur très lisible en déclarant les différentes entrées /sorties de la machine ainsi que les mémentos utilisés afin de mieux les distinguer et faciliter la simulation du programme.

L'objet "mnémoniques" (table des mnémoniques) est automatiquement créé sous un programme S7.

Pour pouvoir remplacer les données globales par des mnémoniques dans un programme, nous devons les affecter dans la table des mnémoniques. On procède de la manière suivante :

1. Nous cliquons deux fois sur le programme S7 dans la fenêtre du projet afin que l'objet "mnémoniques" s'affiche dans la partie droite de la fenêtre.

2. Si la table des mnémoniques a été effacée, nous pouvons insérer une nouvelle en choisissant la commande **insertion>Table des mnémoniques**.

3. Nous ouvrons l'objet "mnémoniques", par exemple nous cliquons deux fois dessus.

Dans la fenêtre qui s'ouvre, nous pouvons éditer la table des mnémoniques.

➤ **Configuration et paramétrage du matériel**

- **Configuration** : Par "configuration", nous entendons dans ce qui suit la disposition de profilés support ou châssis, de modules, d'appareils de la périphérie centralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station. Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels".STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration.

- **Caractéristiques de la configuration matérielle** : selon les caractéristiques et la nature des entrées/sorties voir (**figure IV.13**) le choix s'est porté sur les modules suivants :

- **Unité centrale** : CPU 314/6ES7314-1AF10-0AB0
 - Mémoire de travail : 48KB, 0.3ms/K inst
 - Port MPI, configuration multi rangées jusqu'à 32 modules
- **Alimentations** : PS307 5A/6ES7370-1 EA00-0AA0

Alimentation externe 102/230v continue/ alternatif.

- **Modules d'entrées** : la presse dispose de 34 entrées (capteurs et boutons poussoirs) alimentées en 24v donc on a choisi un module de 32 entrées et un autre de 16 entrées de 24v

- Module 1 : SM321 DI32*DC24 v / 6ES7321-1BL80-0AA0 (module de 32 entrées, 24v, par groupe de 32, conditions climatiques élargies)

- Module 2 : SM321 DI16*DC24 v / 6ES7321-1BL50-0AA0 (module de 16 entrées TOR, 42v, par groupe de 16)

- **Modules de sorties** : la presse dispose 20 sorties, 11 électrovannes sont alimentées à 24v et 4 contacteurs pour la commande des moteurs alimentés avec une tension de 220v, par des contacts qui s'ouvrent ou se ferment selon l'état des bobines.

- Module 1 : SM322DO32*DC 24v/0.5 A / 6ES7321-MBL50-0AA0 (module de 32 sorties TOR- 24 v /0.5 A par groupe de 8).

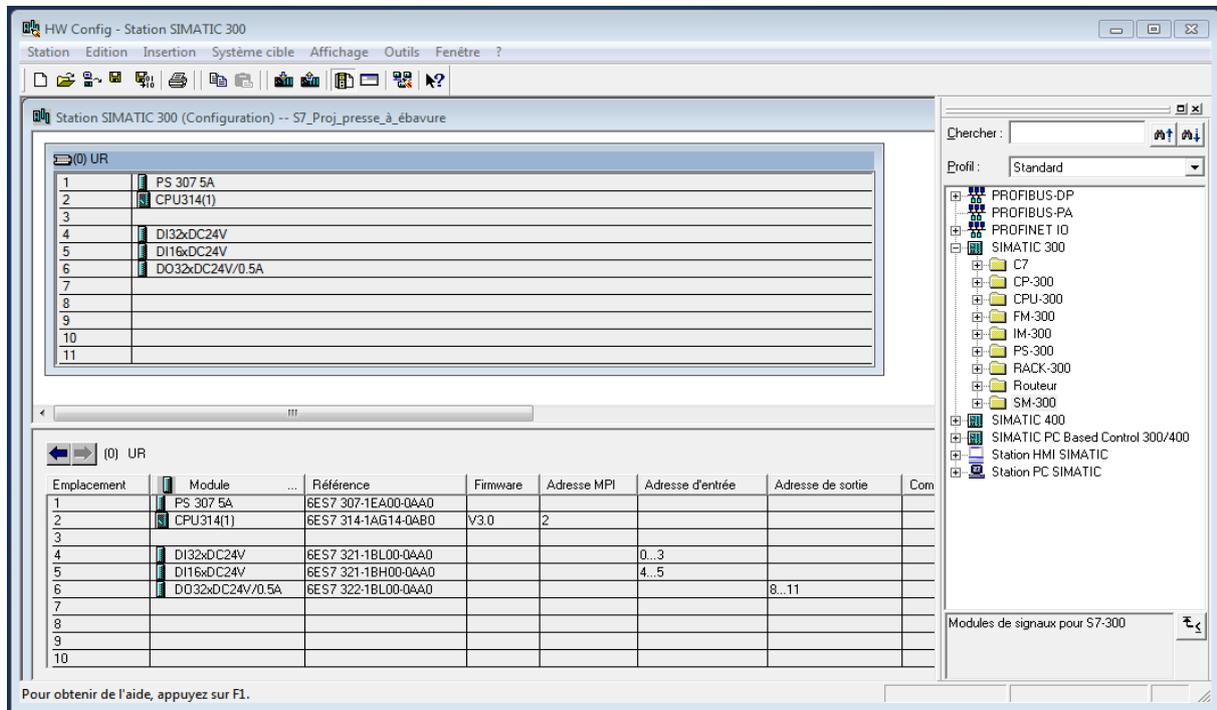


Figure IV.14 : Configuration de l'automate S7-300.

- **Paramétrage**

Par "paramétrage", nous entendons dans ce qui suit :

- ✓ Le réglage des paramètres des modules paramétrables pour la configuration centralisée et pour un réseau. Exemple : 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 et d'esclaves pour un réseau maître. Ces paramètres sont chargés dans la CPU qui les transmet aux modules correspondants. Il est très facile de remplacer des modules car les paramètres définis avec STEP 7 sont automatiquement chargés dans le nouveau module à la mise en route.

➤ **Adressage des signaux d'entrées/sorties** : La déclaration d'une entrée ou sortie donnée à l'intérieur du programme s'appelle l'adressage. Les entrées/sorties des automates sont regroupées en groupe de huit entrées ou sorties TOR. Cette unité de huit entrées ou sorties est appelée un octet. Chaque groupe reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse octet.

Afin de permettre l'adressage d'une entrée ou sortie à l'intérieur d'un octet, il est divisé en huit bits. Ces derniers sont numérotés de 0 à 7. Nous obtenons ainsi l'adresse du bit.

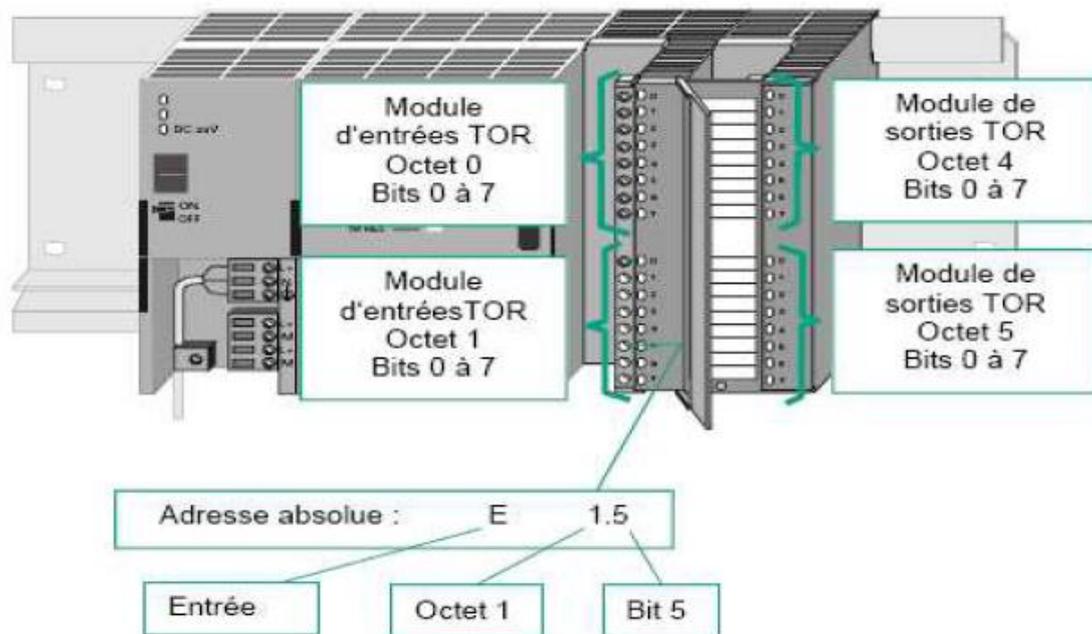


Figure IV.15 : Adressage des entrées/sorties (TOR).

➤ **Mémentos** : les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Chaque automate programmable dispose d'une grande quantité de mémentos (S7-315 dispose de 2048 bites de mémentos).

➤ **Traitement du programme par l'automate** : le traitement du programme dans l'automate est cyclique, il se déroule comme suit :

- ✓ Phase 1 : le système d'exploitation démarre la surveillance de temps de cycle.
- ✓ Phase 2 : la CPU lit l'état des entrées dans les modules d'entrées et met à jour la mémoire image des entrées.
- ✓ Phase 3 : la CPU exécute les instructions de programme utilisateur et écrit les résultats dans la mémoire image des sorties, où elle les transfère vers les modules de sorties.
- ✓ Phase 4 : à la fin du cycle, le système d'exploitation exécute les travaux en attente, tel que le chargement et l'effacement des blocs ou la réception et l'émission des données globales.
- ✓ Phase 5 : la CPU revient alors au début du cycle et démarre à nouveau la surveillance du temps de cycle.

➤ **Principe de conception d'une structure de programme** : Au cours de l'exécution du programme dans la CPU, deux programmes différents s'exécutent, le système d'exploitation et le programme utilisateur.

• **Système d'exploitation** : le système d'exploitation, contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures dans la CPU qui ne sont pas liées à une tâche d'automatisation spécifique. Ses tâches sont les suivantes :

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

➤ **Programme utilisateur** : après avoir créé le programme utilisateur (contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique) et le charger dans la CPU. Il doit :

- ✓ Déterminer les conditions pour le démarrage et le redémarrage de la CPU (par exemple, initialiser des signaux).
- ✓ Traiter des données de processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques définir des signaux binaires pour la sortie, écrire des valeurs analogiques).
- ✓ Traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme.

➤ **Blocs dans le programme utilisateur** : le logiciel de programmation STEP 7 nous permet de subdiviser le procédé à automatiser en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- ✓ Ecriture de programmes importants et clairs.
- ✓ Simplification de l'organisation du programme.
- ✓ Modification facile du programme.
- ✓ Simplification du test du programme, car nous pouvons l'exécuter section par section.
- ✓ Facilité de la mise en service.

➤ **Bloc utilisateur** : le STEP 7 offre les blocs utilisateur suivants pour la programmation structurée :

• **Bloc d'organisation (OB)** : Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc l'interface entre le programme utilisateur et le système

d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appels de bloc indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

- **Bloc fonctionnel (FB) :** Le FB dispose d'une zone de mémoire qui lui est affectée en propre. Il est possible d'affecter un bloc de données (DB) au FB à l'appel du bloc. Il est possible d'accéder aux données du DB d'instance via les appels contenus dans le FB.

Nous pouvons affecter plusieurs DB à un FB. Il est possible d'appeler d'autres FB et FC dans un bloc fonctionnel via instructions d'appels de bloc.

- **Fonction (FC) :** Une FC ne possède pas une zone mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il est également possible d'appeler d'autre FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs.

- **Blocs de données (DB) :** les DB sont utilisés pour la mise à disposition d'espace mémoire pour les types de variables de données. Il existe deux types de blocs de données. Les DB globaux dans lesquels tous les OB, FB et FC peuvent lire les données enregistrées ou écrire des données et les DB d'instance qui sont affectées à un FB donné.

- **Traitement du programme par la CPU**

Deux traitements du programme sont possibles en fonction de l'unité de commande et de la programmation. Le traitement linéaire, le traitement structuré.

- **Traitement linéaire du programme**

Les instructions sont traitées par l'unité de commande dans l'ordre dans lequel elles sont stockées dans la mémoire du programme. Lorsque la fin du programme (BE) est atteinte, le programme reprend depuis le début. On parle de traitement cyclique.

Le traitement linéaire du programme est généralement utilisé pour des commandes simples, de volume peu important et peut être réalisé au moyen d'un seul bloc d'organisation (OB).

- **Traitement structuré du programme**

Dans le cas d'un procédé complexe possédant plusieurs fonctions (postes), il est recommandé de partager le programme utilisateur en fonctions principales que l'on programme à l'aide de blocs de codes (OB, FB et FC), d'une manière à faciliter la programmation et le test des parties du programme.

Dans ce cas la CPU exécute le programme principal dans OB1 et fait appel là et quand il le faut aux autres blocs (FC, FB). A la fin de l'exécution du bloc appelé, la CPU revient pour poursuivre le programme appelant.

IV.7. Simulation du programme avec S7-PLCSIM

L'application de simulation de modules, S7-PLCSIM, nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable que nous simulons sur notre ordinateur ou sur notre console de programmation.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple nous permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées) tout en exécutant notre programme dans l'AP de simulation.

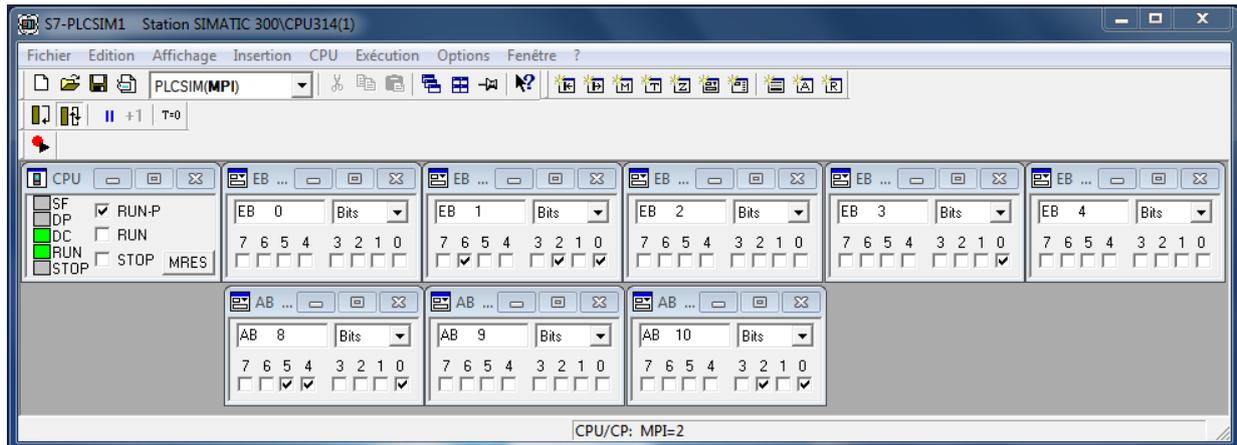


Figure IV.16 : Fenêtre S7-PLCSIM.

IV.7.1. Chargement des blocs dans le système cible

Le chargement des blocs est possible si les conditions suivantes sont vérifiées :

- L'écriture du programme utilisateur est achevée.
- La configuration de l'automate est fixée.
- La liaison entre la CPU et la console est établie.
- La CPU est en état de fonctionnement STOP ou RUN-P.
- Effacement général de la CPU.

Ce chargement peut concerner le programme entier ou par blocs individuels. A l'état de fonctionnement RUN-P, le chargement doit se faire bloc par bloc.

IV.7.2. Simulation du programme utilisateur

Après avoir chargé le programme utilisateur dans la CPU de l'automate programmable et mis cette dernière en mode RUN, le logiciel STEP 7 nous permet de simuler notre programme.

➤ Exemple de simulation

L'exemple de la (figure IV.17) décrit la simulation du programme qui commande la descente du coulisseau présenté dans le FC2 avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Le coulisseau descend dès qu'on appuis sur le dispositif à deux mains qui permet le départ du cycle de la machine, quand il atteint son point mort bas en actionnant la fin de course 4S2, ce qui lui permet d'inverser son sens de déplacement. L'utilité des bascules c'est de maintenir l'action jusqu'à ce que les conditions de désactivation de ces dernières soient satisfaites.

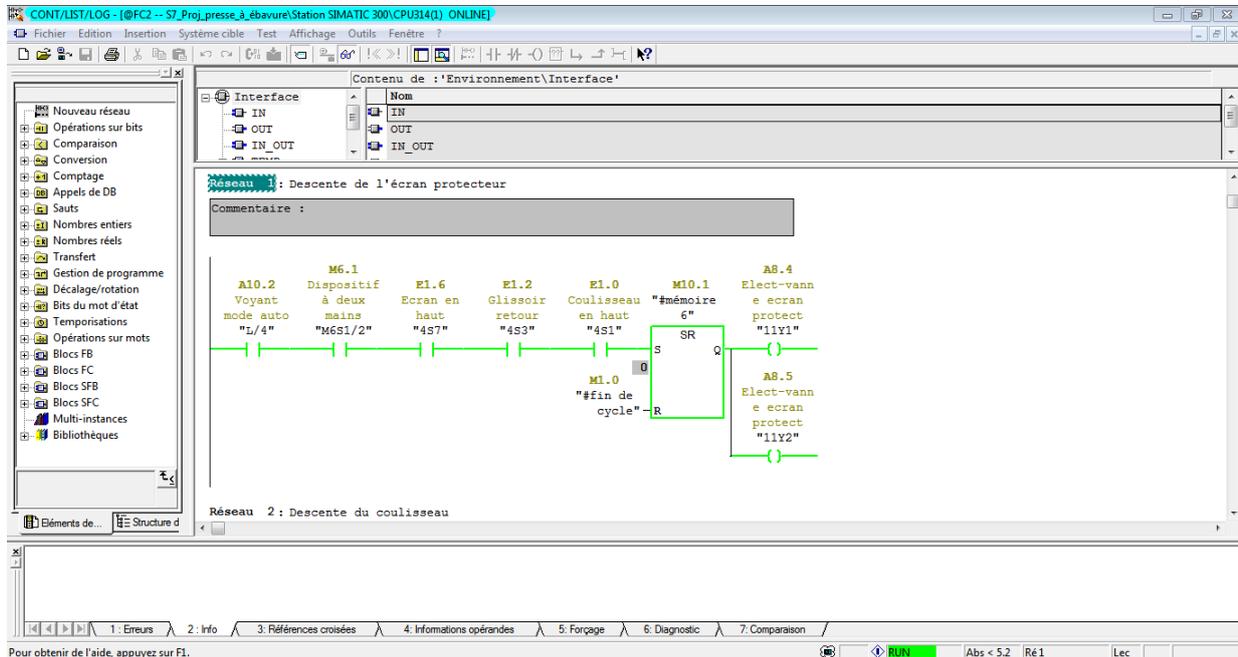


Figure IV.17 : Simulation de l'étape de descente du coulisseau.

IV.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différents modules de l'automate et ses langages de programmation.

L'automate programmable modulaire SIMATIC S7-300 est l'élément de base des systèmes de contrôle qui commandent directement les processus de fabrication. Il remplace ainsi avantageusement les systèmes en logique câblée dans la plupart des applications industrielles.

C'est grâce au STEP7 que le lien entre l'utilisateur et l'automate programmable S7-300 existe, car cet automate ne peut gérer ses fonctionnalités sans un programme approprié. Ainsi après avoir élaboré le programme, nous avons pu le simuler et le valider avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM. Au chapitre suivant, nous passerons à l'élaboration d'une solution de supervision avec WinCC flexible.

V.1. Introduction

Ces dernières années, les architectures d'automatismes ont très fortement évoluées. Ce phénomène s'est amplifié avec l'avènement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. En effet, l'automatisation seule est maintenant insuffisante, la supervision des procédés complexes est devenue indispensable. Actuellement, les installations industrielles deviennent très complexes, et souvent le contrôle-commande, la surveillance, le diagnostic et les travaux de maintenance dans ce genre d'installations présentent d'énormes difficultés. Mais l'utilisation de la supervision industrielle peut résoudre ces problèmes tout en gagnant du temps qui est un facteur très important dans la production.

Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés au contrôle de processus et à la collecte d'informations en temps réel, ceci depuis des sites distants, via un réseau (supervision délocalisée), ou bien au pied de la machine en connexion directe (supervision localisée), en vue de maîtriser un équipement.

Notre objectif dans ce chapitre est de réaliser un système de supervision pour les deux presses hydrauliques à l'aide d'un logiciel de supervision qui est le WinCC FLEXIBLE 2008.

V.2. Généralités sur la supervision

V.2.1. Définition et fonctions de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, qui consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé, pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. Du besoin d'un outil de visualisation des processus industriels, dans un contexte économique de la productivité et de la flexibilité, elle présente beaucoup d'avantages pour les processus industriels de production.

Elle permet, grâce à des vues préalablement créées et configurées à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes nécessaires à la fabrication d'un produit et de détecter les problèmes qui peuvent survenir en cours de fonctionnement dans une installation industrielle.

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

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

V.2.2. Architecture d'un système de supervision

En terme constitutionnel la plupart des systèmes de supervision se composent d'un moteur central (logiciel) ; auquel se rattachent des données provenant des équipements (API).

La supervision nous permet l'obtention d'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

➤ **Le module de visualisation** : il permet d'obtenir et de mettre à la disposition des opérateurs des éléments d'évaluation du procédé par ses volumes de données instantanés.

➤ **Le module d'archivage**: il mémorise des données (alarmes et événements) pour une longue période et permet l'exploitation des données pour des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.

➤ **Le module de traitement** : il permet de mettre en forme les données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous forme prédéfinie.

➤ **Le module de communication** : il assure l'acquisition et le transfert des données et gère la communication envers les API et les autres périphériques.

V.2.3. 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** : elle permet pour le personnel de :
 - Dégager les exploitants des tâches délicates, surtout dans des milieux hostiles.
 - Rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliorer 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...etc).

- En situation d'exception (incendie, danger, situation à risque...etc), 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.

V.3. Supervision sous WinCC

V.3.1. Description du logiciel de supervision WinCC

Le WinCC (Windows Control Centre) est la première interface homme machine (IHM) Qui intègre véritablement la supervision et le processus d'automatisation. Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants.

Ce logiciel offre une bonne solution de supervision en mettant à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

V.3.2. Structure de WinCC

Le système de base WinCC se subdivise en :

➤ **Logiciel de configuration** (CS) : permet de créer un projet.

➤ **Logiciel runtime** (RT) : permet de mettre le projet en œuvre dans le cadre du processus. le projet est alors "en runtime".

V.3.3. Applications disponibles sous WinCC

Le WinCC se compose de plusieurs applications pour accomplir la fonction de supervision. Il dispose des modules suivants :

➤ **Graphic designer**: il offre la possibilité de créer des vues du procédé, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. A cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objets, et permet de créer des objets selon le besoin.

➤ **Tag logging**: on y définit les archives, les valeurs du processus à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

➤ **Alarme logging:** il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs, les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, leur visualisation, leur acquittement et leur archivage.

➤ **Global script runtime:** il dispose de deux éditeurs, l'éditeur C'et l'éditeur Visuel Basic, à l'aide desquels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le WinCC.

➤ **Report designer :** contient des informations avec lesquels on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression.

➤ **User administrator :** c'est là où s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée des nouveaux utilisateurs, on leur attribue des mots de passe et on leur affecte la liste des autorisations.

V.3.4. Création du projet sous WinCC

Au démarrage de WinCC, la fenêtre WinCC flexible advanced s'affiche, on sélectionne « créer un projet vide », la fenêtre sélection du pupitre s'ouvre.

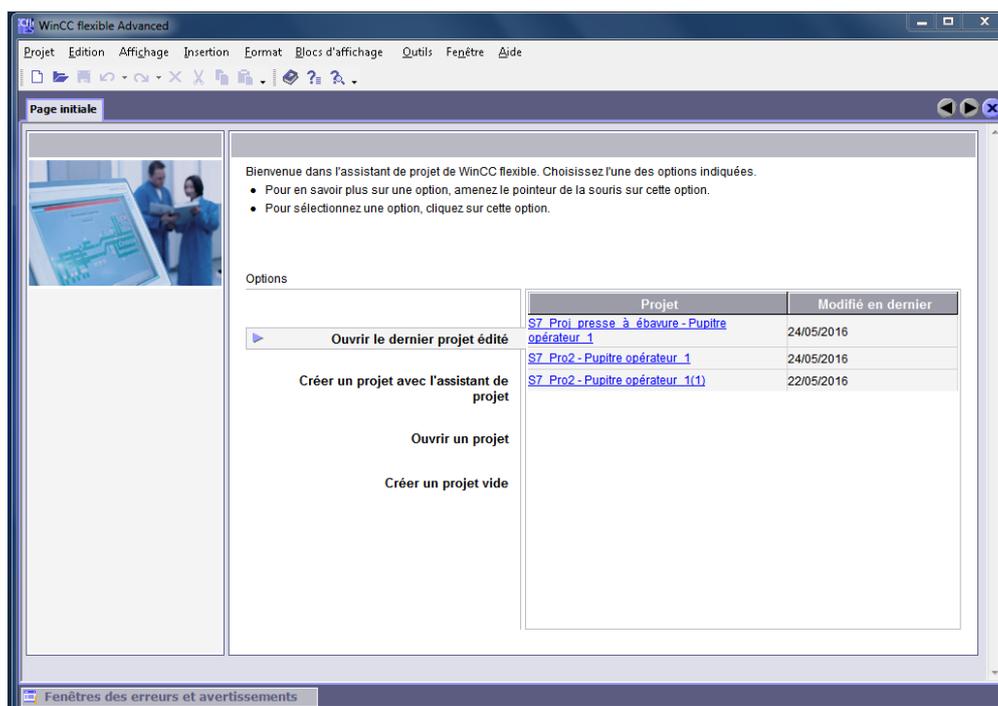


Figure V.1: Fenêtre d'introduction WinCC flexible advanced.

On sélectionne le pupitre PC WinCC flexible Runtime :

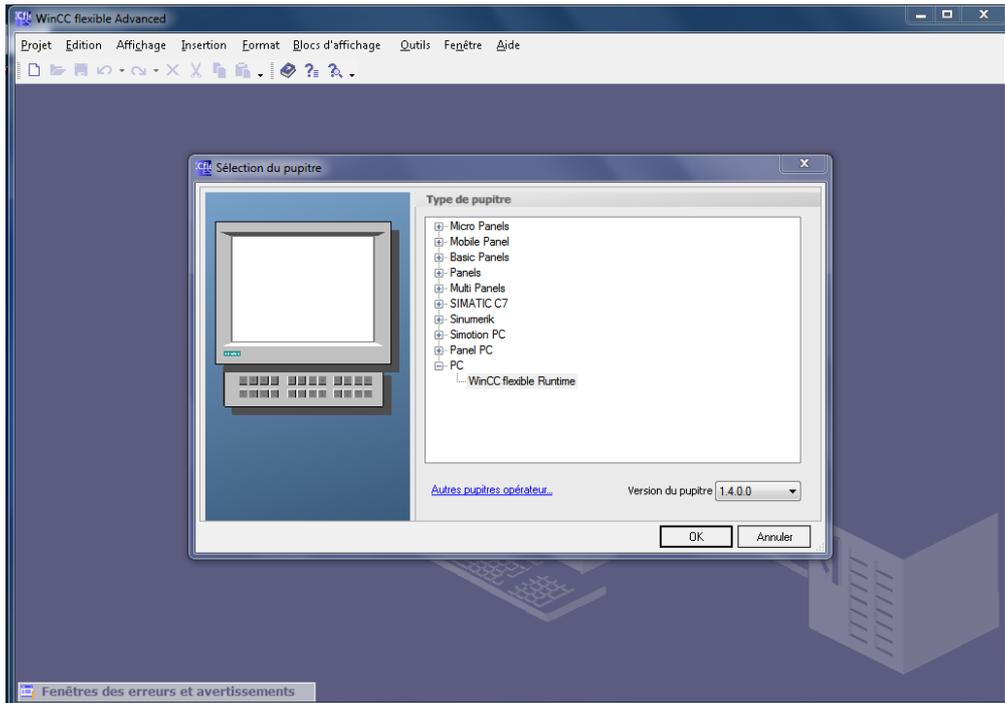


Figure V.2: Sélection du pupitre.

Après la sélection du pupitre, on intègre le projet dans notre projet STEP 7 :

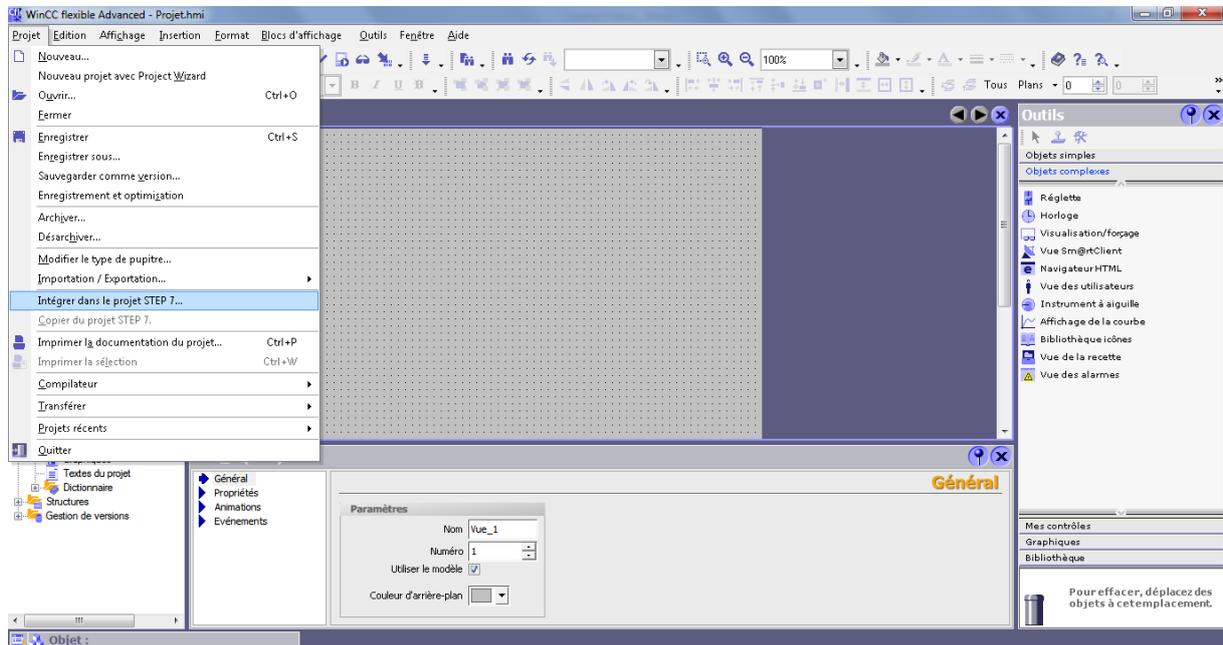


Figure V.3 : Intégration dans le projet STEP 7.

Après intégration de notre projet, on passe à la création des vues utilisées.

V.3.5. Plateforme de supervision de la presse à ébavurer

Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le contrôle de nos deux presses à ébavurer, nous avons créé quatre vues données comme suit :

- ✓ La vue d'accueil ;
- ✓ La vue du pupitre de commande ;
- ✓ La vue de l'écran protecteur ;
- ✓ La vue de la partie usinage.

V.3.6. Description et aperçu des différentes vues

➤ **Vue N°01 : Accueil :** cette vue contient les boutons de navigations à partir desquels on peut choisir les vues qui constituent le cycle de fonctionnement de la « presse à ébavurer » à visualiser. Notre machine est composée de trois vues dans lesquelles on peut contrôler les différentes parties de cette dernière.



Figure V.4 : Vue d'accueil.

➤ **Vue N°02 : pupitre de commande** : dans cette vue nous avons représenté les différents boutons du pupitre de commande de la presse à ébavurer

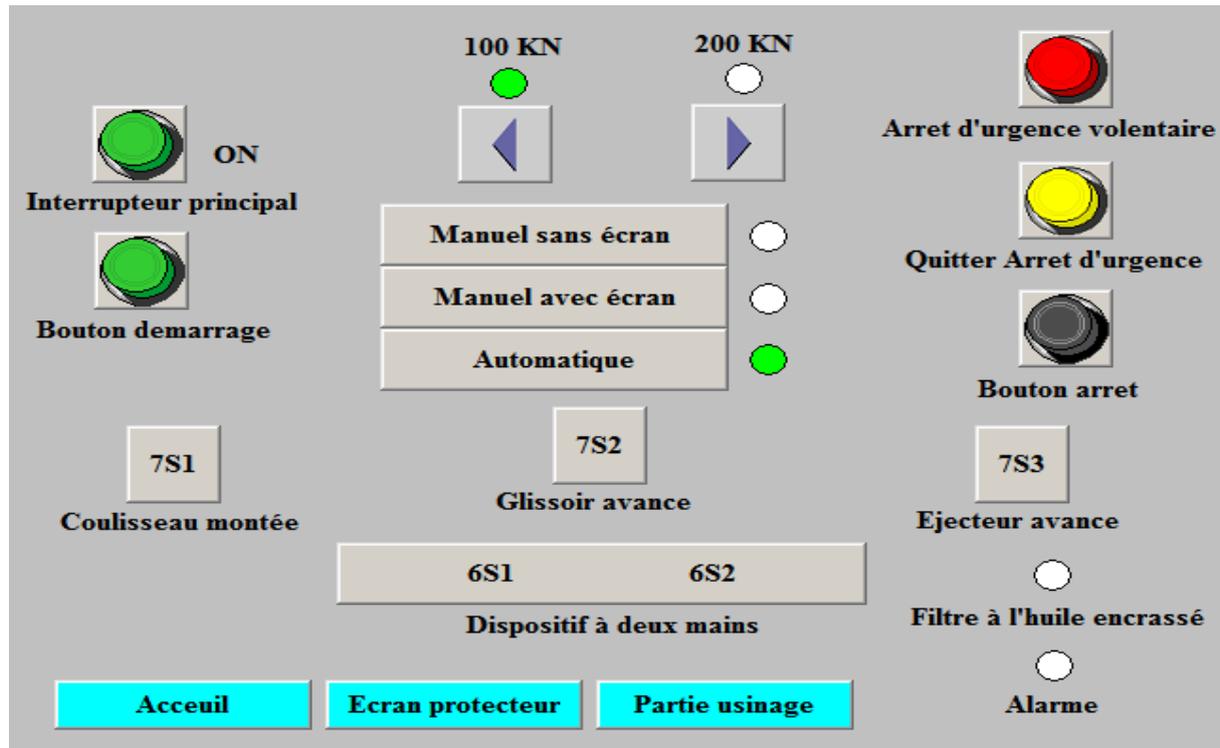


Figure V.5 : Vue du pupitre de commande.

➤ **Vue N°03 : écran protecteur** : dans cette vue nous avons représenté les mouvements de la porte de protection, le bouton d'arrêt d'urgence et les fins de course qui désignent les points morts haut et bas de l'écran protecteur ainsi que les boutons de navigation

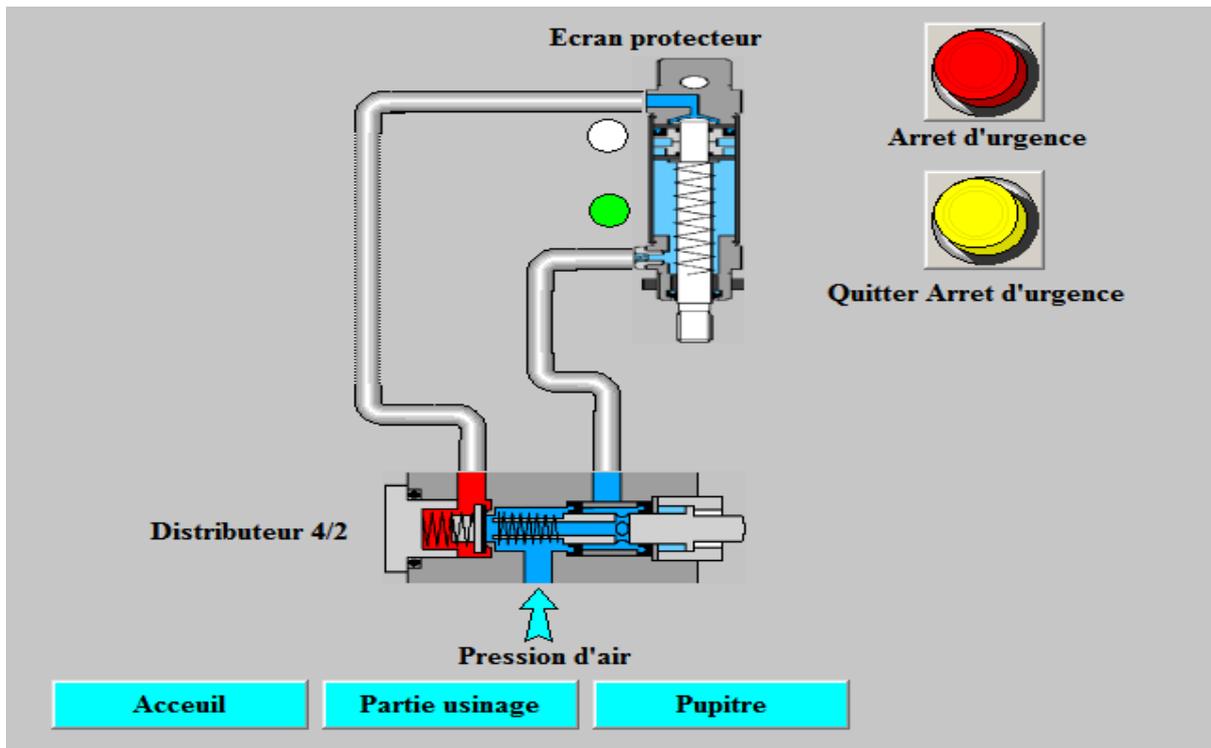


Figure V.6 : Vue « écran protecteur ».

➤ **Vue N°04 : partie usinage :** dans cette vue, nous avons présenté les différents mouvements de la machine, elle composée de pré-actionneurs, actionneurs, fins de course, bouton d'arrêt d'urgence et quitter arrêt d'urgence ainsi que les boutons de navigation.

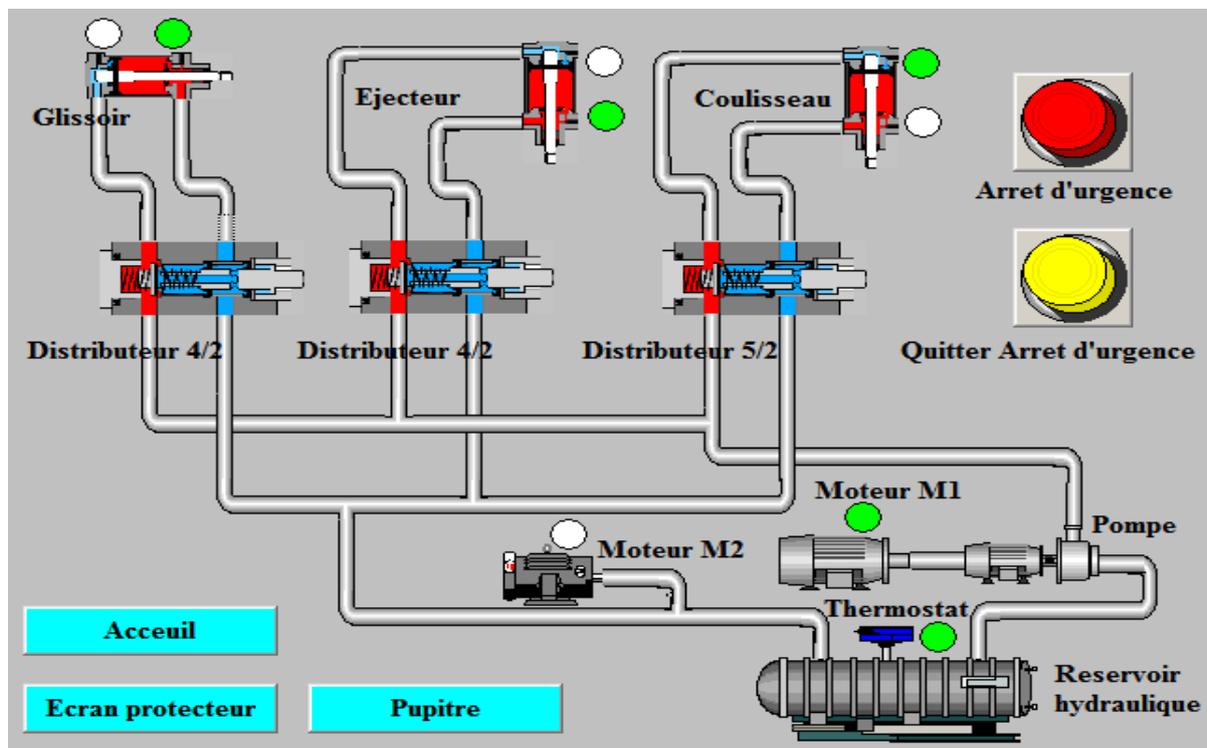


Figure V.7 : Vue « partie usinage ».

Une fois les vues réalisées et la configuration des boutons de navigation effectuée on passera à la dynamisation des objets en leur affectant les variables correspondantes.

V.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la supervision en précisant son rôle dans l'industrie, ainsi on a réalisé les vues de contrôle et de supervision de la presse hydraulique à ébavurer qui permettent de suivre l'évolution du procédé en temps réel, et d'établir un diagnostic aisément.

Le logiciel de supervision WinCC Flexible 2008 est très riche en options, Il est très puissant dans les solutions globales d'automatisation car il assure un flux continu d'informations ; Ses composants conviviaux permettent d'intégrer sans problème les applications dont on a besoin. Il combine entre l'architecture moderne des applications Windows et la simplicité du logiciel de conception graphique et il intègre tous les composants nécessaires aux tâches de visualisation et de pilotage. Donc, il suffit d'imaginer le design de l'installation et tous les effets d'animations qui seront nécessaires, pour bien reporter l'état réel du procédé à l'opérateur avec plus d'informations, à partir des messages configurés et l'attribution de différentes couleurs pour les différents états des objets. Il nous permet donc de contrôler facilement et avec clarté toutes les opérations.

Dans les entreprises, les objectifs fondamentaux sont : maximiser les profits, augmenter le chiffre d'affaire, protéger la santé et la sécurité des employés, améliorer la productivité et remplir des responsabilités sociales.

L'automatisation des systèmes de production est l'un des moyens souvent mis en œuvre pour y parvenir.

A travers cette étude de l'introduction des automates programmables sur les presses hydrauliques à ébavurer au sein de l'entreprise nationale des électro-industries (ENEL), la méthodologie de l'automatisation de processus industriels par API a été présentée sur un important maillon de la chaîne de production que sont les presses hydrauliques.

Nous avons, en premier lieu, étudié le fonctionnement de la machine. Ensuite, nous avons élaboré une modélisation cohérente de notre procédé à l'aide du GRAFCET. Le modèle grafcet développé nous a permis le passage vers la programmation en langage STEP7 et d'élaborer une solution programmable dans l'automate programmable industriel SIEMENS S7-300. Nous avons effectué une simulation avec le logiciel S7-PLCSIM, qui nous a permis de visualiser et de valider nos résultats obtenus.

Et dans le but de contrôler le déroulement des opérations de la machine par l'intermédiaire des graphismes et des schémas en temps réel, nous avons élaboré une solution de supervision à l'aide du logiciel WinCC flexible 2008 ; il est donc facile de cibler les pannes et les anomalies dans le processus et y remédier en un temps minime.

L'installation des automates programmables industriels en lieu et place des systèmes traditionnels d'automatisme à relais, source d'économie remarquable et d'avantages techniques tangibles et intangibles, est une solution d'avenir très prometteuse dans les milieux industriels.

Bibliographie

C.Merlaud, J.Perrin, J.Trichard, « Automatique, informatique industrielle » 1995.

Claude Ducos « Automatismes oléo-hydrauliques et pneumatiques » 1992.

G.Michel « les A.P.I architecture et applications des automates programmables industriels » 1988.

Alain Jacques, Jean-Claude LAFONT, Jean- Paul VABRE « Logique programmable et GRAFCET » 1987.

Manuel d'utilisation et documentation sur logiciel Step7 et les automates Siemens.

Manuel et documentation sur le logiciel Win CC.

Manuel d'utilisation de la machine.

Sites Internet.