

Faculté des Sciences et Techniques de Fès



Département de Génie Industriel



LST de Génie Industriel

PROJET DE
FIN
D'ETUDES

Automatisation d'une machine coquilleuse par Siemens Simatic Step7

Lieu : Amphi D2

Référence : 16 /13 GI

Préparé par :

Ermili Zineb
ZentarHajar

Soutenu le 15 Juin 2013 devant le jury composé de :

- Pr. M. Rjeb(Encadrant FST)
- Pr. D. Tahri (Encadrant FST)
- Pr. F. Belmajdoub (Examineur)
- Mr. S. Haguitou (Encadrant Société)

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement toutes les personnes, qui, de près ou de loin, se sont impliquées dans la réalisation de ce projet, tant par leur soutien opérationnel, que professionnel.

On tien à remercier tout particulièrement Monsieur Belmejdoub Fouad pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport, qu'il nous a apporté lors des différents suivis.

Nous tenons aussi à remercier nos encadrants de stage : Messieurs Rjeb Mohammed et Tahri Driss professeurs à la faculté des sciences et techniques de Fès, qui ont bien voulu accepter de diriger notre travail. Leurs conseils nous ont été d'une grande utilité.

Nous remercions aussi Monsieur Haqitou Said ingénieur en maintenance dans la société, pour le temps qu'il nous a consacré tout le long de ce stage. Sa précieuse contribution nous a permis d'approfondir et d'enrichir nos connaissances sur le fonctionnement de l'entreprise.

Nous tenons aussi à exprimer toute notre gratitude et nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu nous honorer de leur présence.

Sommaire

REMERCIEMENTS	2
LISTE DES FIGURES.....	5
0.....	5
LISTE DES TABLEAUX	6
INTRODUCTION	7
Chapitre 1.....	8
Présentation de la S.M.F.N – Floquet Monopole	8
I. Généralités et historique :.....	9
II. Fiche technique :	10
III. L’organisation de la SMFN :.....	11
1. Organigramme :.....	11
2. Les services de la S.M.F.N :.....	12
IV. Description de la chaîne de production :	13
1. Le plan d’implantation des machines :.....	13
2. Produits fabriqués:	15
3. La gamme de fabrication des pistons :.....	15
a. La partie fonderie :	15
b. La partie usinage :	18
Chapitre 2.....	20
Etude de La machine Coquilleuse.....	20
I. Introduction :.....	21
II. Analyse de l’état actuel de la machine coquilleuse :.....	21
1. La machine coquilleuse :	21
2. Fonctionnement de la machine :.....	23
a . Organigramme de la coquilleuse :.....	23
b .Système hydraulique de la machine coquilleuse :	25
Chapitre 3.....	29
Automatisation de la machine Coquilleuse.....	29
I. Cahier des charges :.....	30
II. Généralités sur l'automatisation :	31
1. Introduction :.....	31

2. Le but de l'automatisation :	31
3. Structure d'un système automatisé :	31
III. Automatisation par un API et choix de L'automate :	32
1. Automate programmable industriel.....	32
a. Architecture de l'API:.....	33
2. Le choix d'automate :	33
IV. Présentation de l'API SIEMENS S7-300 :	34
V. Automatisation de la machine coquilleuse :	36
1. GRAFCETS :	36
2. Tableaux Entrées/Sorties Automate :	39
3. Programmation sous STEP7 :	41
VI. Amélioration et sécurité :	50
1. Amélioration :	51
2. Choix de matériels:	51
3. Sécurité d'opérateur :	52
VII. Estimation des prix des équipements :	54
VIII. Justification de l'automatisation :	55
IX. Conclusion	56
CONCLUSION	57
BIBLIOGRAPHIE.....	58

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Floquet Monopole S.M.F.N	9
Figure2 : Organigramme de La S.M.F.N.....	11
Figure 3 : Outils de contrôle	13
Figure 4 : Le plan d'implantation des machines.....	14
Figure 5: Croquis désignant des termes techniques	15
Figure 6 : Lingots d'aluminium	16
Figure 7 : la machine démasseloteuse	17
Figure 8: four de stabilisation.....	18
Figure 9 : Machine coquilleuse.....	21
Figure 10 : Dessin de moule de piston sous Solidworks.....	22
Figure 11 : Piston brute	22
Figure 12 : Organigramme de la coquilleuse.....	24
Figure 13 : Groupe hydraulique de la coquilleuse.....	25
Figure 14 : Schéma hydraulique dressé par le logiciel EdiTSAB	26
Figure 15 : Structure d'un système automatisé	31
Figure 16 : schéma d'un automatisme industriel (liaison partie opérative/ partie commande).....	32
Figure 17 : Automate SIMATIC S7-300	34
Figure 18 : système d'automatisation SIMATIC S7-300	35
Figure 19 : Grafcet de sécurité	37
Figure 20 : Grafcet de gestion	37
Figure 21 :Grafcet de fonctionnement en mode Automatique	38
Figure 22 : Grafcet de fonctionnement en mode Manuel	39
Figure 23 : Vérin hydraulique à double effet	51
Figure 24 : Capteurs de position	52
Figure 25: Voyant sonore	52
Figure 26 : Capteur de sécurité SC300	53
Figure 27: Bras robotisé	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : les différentes machines de la chaine TU1	19
Tableau 2 : Tableau des éléments du schéma hydraulique	27
Tableau 3 : Caractéristiques techniques de S7-300	35
Tableau 4 : Les entrées du système	40
Tableau 5 : Les sorties du système.....	41
Tableau 6 : Estimation des prix des équipements.....	54

INTRODUCTION

La découverte de nombreuses innovations et des nouvelles technologies ont favorisé le développement de l'industrialisation. Cette dernière connaît chaque jour une évolution rapide et globale ayant pour objectif la satisfaction des besoins d'un monde qui ne cesse de s'accroître et de se développer. L'entreprise de son côté cherche à se positionner sur l'échiquier industriel pour trouver une meilleure place sur le marché, en mettant en valeur son capital financier et surtout son capital technologique. De cette manière elle peut d'une part accroître ses moyens de production (usines, machines) et d'autre part réduire le plan de charge de travail, tout en garantissant une production élevée, répondant à des normes de qualité, et c'est dans ce sens là que l'on parle de l'art de l'automatisation industrielle, qui associe à la fois le savoir faire et la technologie moderne.

Effectuer un stage technique au sein d'une entreprise est une occasion pour nous de valider les connaissances acquises, par une nouvelle expérience qui nous permet de nous familiariser avec les méthodes utilisées en milieu professionnel et de développer ainsi de nouvelles techniques dans notre domaine de spécialité.

Pour ce faire, nous nous sommes adressées à la Société Marocaine des Fonderies du Nord-Floquet Monopole- qui nous a accordé l'opportunité d'effectuer ce stage au service fonderie. C'est dans ce dernier que nous étions chargées de procéder à l'automatisation de la machine Coquilleuse ainsi que l'amélioration de son état actuel concernant le cycle de production, le matériel de commande et de la sécurité de l'opérateur.

Le présent rapport expose la démarche poursuivie dans le cadre de ce stage. Il est structuré comme suit :

- une présentation générale de l'entreprise et une description du processus de fabrication de piston.
- Une présentation de la machine Coquilleuse.
- Automatisation de la machine Coquilleuse.

Toutes ces étapes ont pour objectif d'accroître la production du système dans le but de permettre une production de qualité, pour une même durée de fonctionnement et de diminuer ainsi le coût de non-qualité qui pourrait être du à l'erreur humaine.

Chapitre 1.

Présentation de la S.M.F.N – Floquet

Monopole

I. Généralités et historique :

A la création de la SOCIETE MAROCAINE DES FONDERIES DU NORD en 1981, les responsables ont proposé à FLOQUET MONOPOLE d'assurer l'assistance technique, compte tenu de la notoriété que cette firme connaît dans le domaine de la fabrication de pièces motrices. Le contrat avec FLOQUET MONOPOLE a été signé en 1982.

Floquet Monopole (FM), filiale de la SMFN est une société de fabrication par moulage de pistons en alliage d'aluminium.

La SMFN a été certifiée ISO 9001 version 2000 et ISO TS 16949 ; elle est en train de préparer la norme 14001.

La SMFN est une société anonyme dont le capital est de 33.500.000 DHS et dont le chiffre d'affaires est de plus de 80 millions de dirhams par an.

La société Marocaine de Fonderie du Nord a une production qui varie en fonction des années et pour l'année 2003-2004 a atteint le maximum de sa production de plus de 500.000 pistons.

La SMFN dispose de trois filières de fabrication, à savoir la filière de fabrication d'axes, la filière de fabrication des chemises et la filière de fabrication de pistons, et de plusieurs partenaires européens notamment en France (PEUGEOT.....), aux pays du Maghreb, en Afrique Subsaharienne et à travers le monde, ce qui la pousse à suivre l'évolution de la technologie en améliorant ses moyens de fabrication, de contrôle et d'exportation.



Figure1 : Floquet Monopole S.M.F.N

II. Fiche technique :

Dénomination :	Société Marocaine des Fonderies du Nord (SMFN)
Forme juridique :	Société Anonyme (SA)
Licence :	Floquet Monopole
Siège social :	Quartier Industriel Sidi Brahim, Lot 59, Rue 812 Fès-MAROC
Certification :	ISO 9001 V 2000, ISO TS 16949
Capital social :	33.5 Millions de DHS
Date de création :	1981
Objet social :	Fabrication par moulage, usinage et vente des axes en acier, des chemises en fonte grise et des pistons en alliage d'aluminium
Tél :	0535 64 28 69
Surface :	11600 M ² dont 6000 M ² couverts
Effectif du personnel employé :	55, dont 10 cadres supérieurs et techniciens

III. L'organisation de la SMFN :

1. Organigramme :

La Société Marocaine des Fonderies du Nord est divisée en plusieurs services dont chacun remplit des tâches bien précises et l'ensemble contribue à optimiser les conditions de production et la qualité du produit.

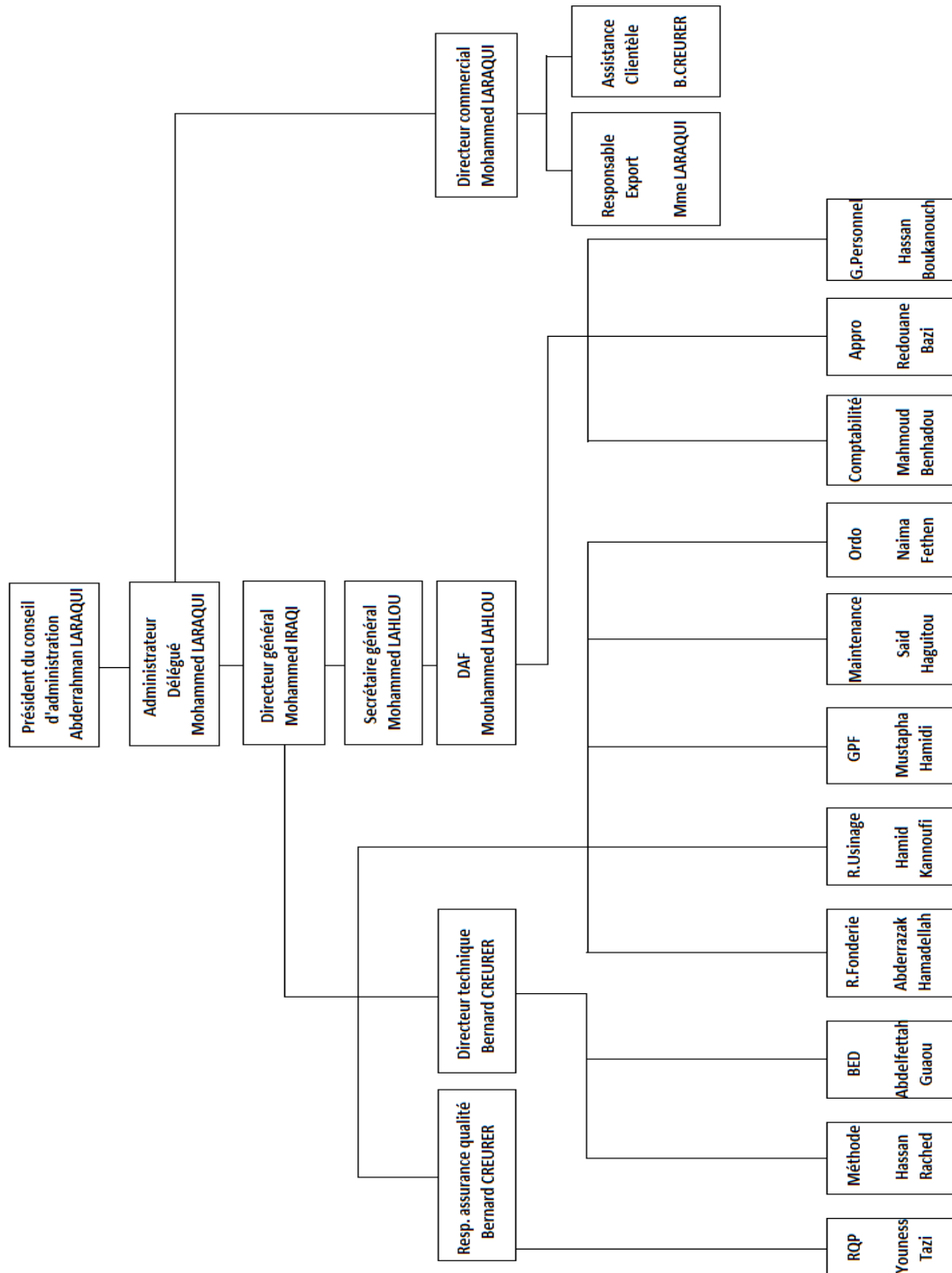


Figure2 : Organigramme de La S.M.F.N

2. Les services de la S.M.F.N :

La SMFN est constituée de plusieurs services qui assurent le bon déroulement des procédés de fabrication et de contrôle. Parmi ces services, on trouve :

Le bureau de Méthodes :

Il consiste à étudier et à préparer la fabrication, donc à prévoir, préparer, lancer puis superviser le processus d'usinage permettant de réaliser des pièces conformes au cahier des programmes de production donnée, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.

Le bureau d'étude et de développement :

Il sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, à choisir les matériaux constitutifs, à préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication.

Le service fonderie :

Il est responsable de la production fonderie tant au niveau de la qualité, que de la quantité, Il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité dans le travail. La fonderie de SMFN utilise des alliages d'aluminium importés. Ces alliages sont conformes aux cahiers de charges des constructeurs automobiles. Les pistons bruts de fonderie sont traités thermiquement. Ces traitements sont destinés à donner aux pièces une parfaite stabilité dimensionnelle.

Le service maintenance :

Il est responsable de l'entretien et de la maintenance des machines, et de toute l'installation électrique de l'entreprise. Il comporte aussi une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance systématique qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.

Le service qualité :

C'est un service qui assure le bon fonctionnement grâce à ses caractéristiques qui lui donnent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites. Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité. Les besoins peuvent inclure, par exemple des aspects de performances, de facilité d'emploi, de sûreté de fonctionnement, de sécurité, des aspects économiques et esthétiques.

Le service contrôle qualité :

Ce service a pour rôle de contrôler, de mesurer, d'examiner, d'essayer, de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leurs conformités.

A chaque stade de fabrication, des contrôles rigoureux de qualité et de conformité sont effectués sur chaque pièce, au niveau de la matière, le dimensionnel et en fabrication (figure 3).



Figure 3 : Outils de contrôle

Le service ordonnancement :

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps, des dates de début et de la fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les détails de fabrication. Ces états sont utilisés lors du lancement.

Le service ressources humaines :

Il occupe une grande importance au sein de la société SMFN, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

L'atelier mécanique :

Il est chargé de réaliser les pièces unitaires d'après les dessins de définition que le BED et le BM fournissent et aussi les pièces demandées par le service maintenance.

Le service de conditionnement et stockage :

Ce service s'occupe des travaux de conditionnement, d'emballage et de Stockage final avant l'expédition chez le client.

IV. Description de la chaîne de production :

1. Le plan d'implantation des machines :

Le plan d'implantation du circuit de production est illustré par la figure suivante (figure 4) :

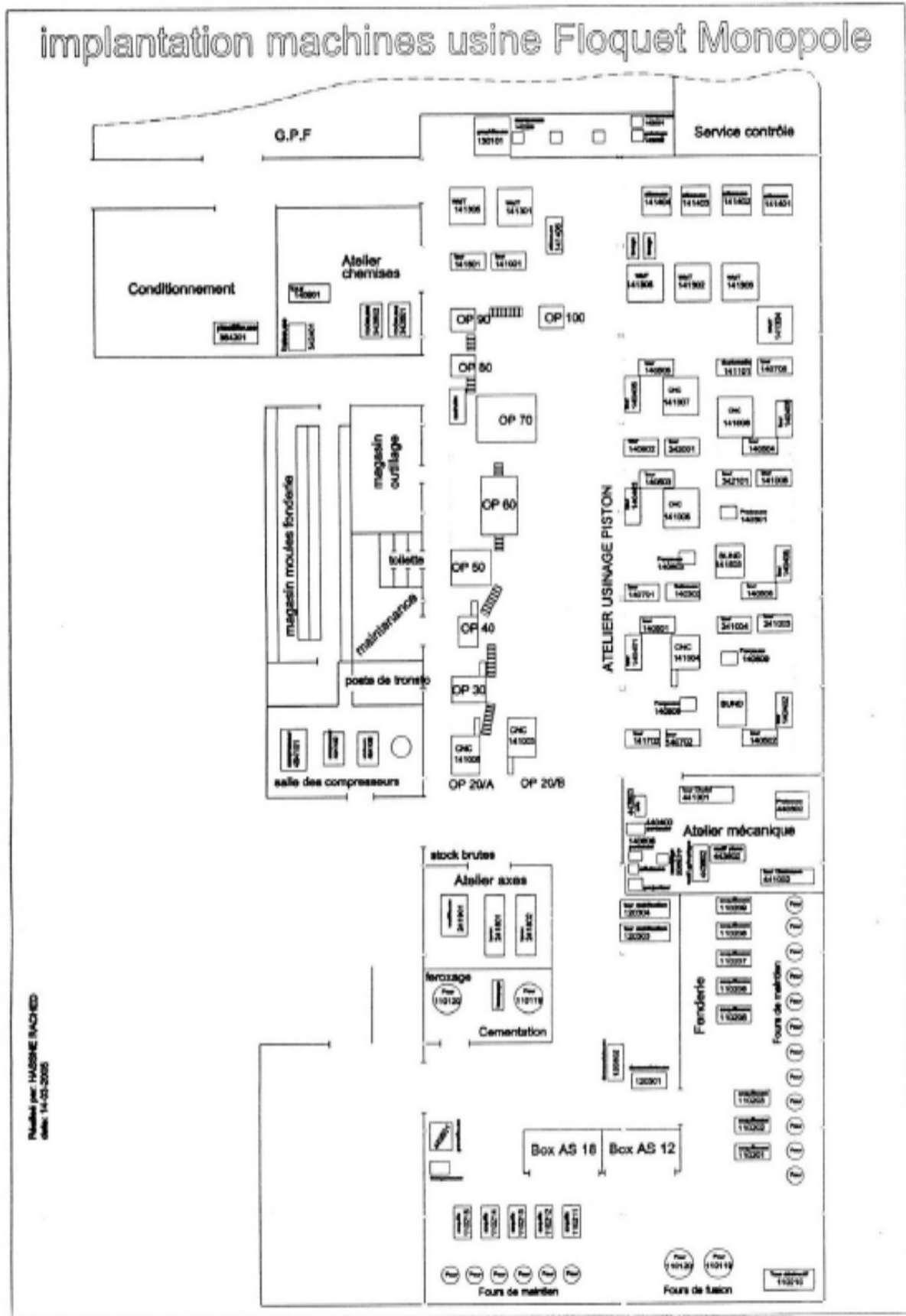


Figure 4 : Le plan d'implantation des machines

2. Produits fabriqués:

Les produits fabriqués dans la SMFN sont des pistons pour les moteurs thermiques à combustion et à explosion interne.

Le piston est une pièce cylindrique mobile, qui sert à comprimer les gaz en vue d'une explosion et qui après explosion transforme l'énergie thermique en énergie mécanique. L'action des pistons fournit la force motrice grâce à la combustion du mélange gazeux air essence. La jupe du piston est prévue pour s'adapter à la tête du cylindre. Les segments sont ajustés dans des nervures qui vont brosser les parois du cylindre pendant que la tête du piston se déplace verticalement. Ces segments assurent l'étanchéité nécessaire pour éviter les fuites d'essence, d'air et des gaz d'échappement (figure5).

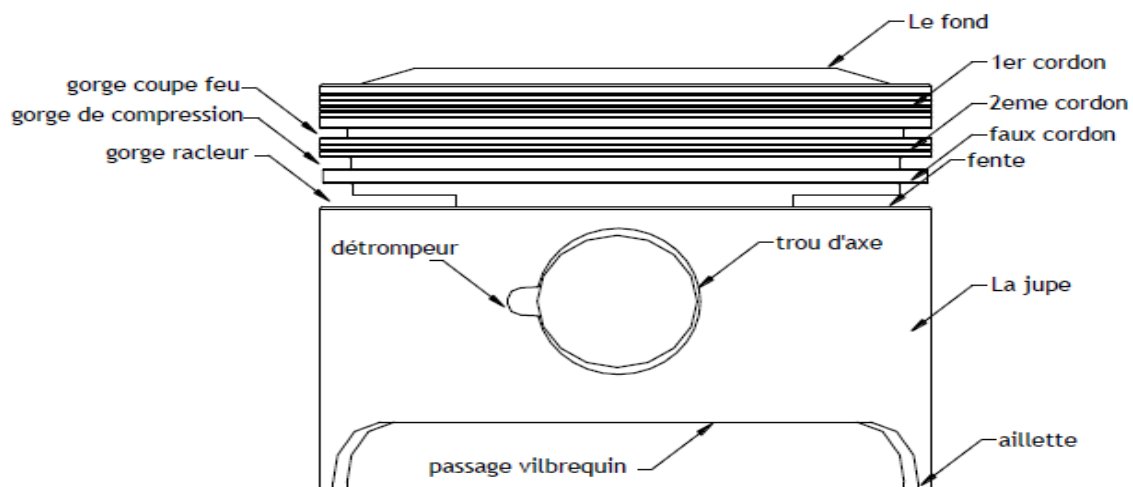


Figure 5: Croquis désignant des termes techniques

3. La gamme de fabrication des pistons :

Floquet monopole est divisé en deux parties :

a. La partie fonderie :

La fonderie est l'ensemble des procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal ou un alliage liquide dans un moule pour reproduire, après refroidissement, une pièce, en limitant au maximum les travaux ultérieurs de finition. C'est une partie essentielle pour la fabrication des pistons ; elle représente les premières opérations à effectuer avant l'usinage, elle est responsable de la quantité de production et même de la qualité des pistons fondus.

Au sein de la Société Floquet Monopole, on distingue principalement la fonderie effectuée avec des moules dits permanents en métal avec coulée en coquille par gravité. La fonderie se décompose en blocs principaux:

- Le stockage:

Il y a deux box de stockage des lingots (figure 6), un pour l'AS 18 et l'autre pour l'AS 12. AS 12: alliage d'aluminium-silicium avec 12% de ce dernier.



Figure 6 : Lingots d'aluminium

- Les grands fours de fusion :

Ce sont deux grands fours de fusion à gaz (propane) contenant des brûleurs à air induit et où la température peut dépasser 1000°C. L'alliage fondu est versé dans un sens puis acheminé vers les fours de maintien. Actuellement ces fours sont abandonnés pour des raisons économiques et techniques.

- Les fours de maintien :

Ce sont de petits fours électriques composés d'un creuset à base de carbure de silicium qui est une céramique à propriétés thermiques intéressantes, entouré d'une résistance électrique et le tout revêtu d'une couche de laine de verre qui est un excellent isolant thermique. Actuellement ils sont utilisés pour la fusion des lingots.

- Technique de fusion :

On commence tout d'abord par le chargement du four par :

- 20% masselottes,
- 30% pistons rebuts,
- 50% lingots d'aluminium.

Il est important de signaler que l'ajout des lingots ne se fait pas d'une manière directe. Une astuce consiste à les mettre sur le four quelques minutes pour les préchauffer avant de les introduire.

La régulation de la température du four se fait à l'aide d'un thermocouple et d'un système automatique de telle sorte que quand la température devient inférieure à 730 °C (environ 713 °C) le système se remet en marche pour alimenter les résistances du four.

- Le moulage d'échantillon :

Une fois la quantité demandée de lingots est fondue dans le four, et juste avant de commencer à mouler les pistons, il faut faire ce qu'on appelle « moulage d'échantillon ».

Grâce à un petit moule, on réalise une pièce échantillon qui va être envoyée au labo de contrôle pour vérifier la composition chimique du métal fondu et donner le feu vert à l'opération de moulage.

Un premier contrôle à l'œil nu permet de savoir s'il y a une forte dose de fer : il y a une sorte de poudre noirâtre qui apparaît à la surface du piston.

- Le coulage de précision :

Le moule doit être testé afin de savoir s'il réalise de bonnes pièces, pour cela, on effectue la coulée et on vérifie les dimensions du brut. Si elles sont conformes, le feu vert est donné, c'est-à-dire que la production peut commencer ; sinon des retouches seront apportées au moule.

Après avoir testé l'efficacité du moule, on fait fondre la matière première qui est l'aluminium et quelques alliages à une température très élevée qui atteint les 900°C.

- Démasselotage :

Après l'obtention du brut, il faut enlever le système de coulé et la masselotte suivant les dimensions du piston (figure8).



Figure 7 : la machine démasseloteuse

- Stabilisation :

La fonderie est dotée de deux fours de stabilisation (figure8) pour le traitement thermique des pistons. Les pièces sont passées dans le four de stabilisation (220°C pendant 10 heures) pour réguler la dureté.



Figure 8: four de stabilisation

- Zone d'attente :

Après la stabilisation, les pistons sont stockés en zone d'attente avant l'usinage. Ils sont mis dans des bacs avec des fiches d'identification indiquant leurs références et leurs quantités.

b. La partie usinage :

Actuellement, Floquet monopole travaille sur deux chaînes de production :

- **La chaîne TU1** : elle est spécialisée dans la fabrication des pistons pour la maison Renault/Citroën, qui vont être exportés par la suite vers l'Europe. Elle utilise des machines de la nouvelle technologie de pointe, ces dernières vont être développées par la suite.
- **La chaîne classique** : elle produit les pistons considérés comme des pièces de rechange et qui sont destinés pour l'exportation vers les pays du Maghreb, et aussi en cas d'urgence, c'est-à-dire si une machine de la ligne TU1 tombe en panne et reste en arrêt pendant une longue durée, cette ligne classique remplace la première dans la chaîne de production jusqu'à ce que celle-ci soit en bonne état de marche.

❖ La chaîne TU1 :

Cette série comporte 8 machines qui sont : l'OP20A, OP20B, OP20C, OP30, OP40, OP50, OP60, OP70 (tableau1). Ces machines sont très sophistiquées et sont commandées numériquement. Elles exécutent généralement plusieurs opérations en même temps.



OP20

- L'OP20 fait les opérations suivantes : l'ébauche fond, jupe et cordon, l'ébauche et la finition des gorges segments, la finition du fond (bossette et trottoir), la mise en longueur et les cassages des angles.



OP30

- L'OP30 permet de réaliser l'ébauche du trou d'axe, chambrage et bain d'huile trou d'axe.



OP40

- L'OP40 permet de réaliser la finition jupe et cordon du piston ainsi que les cassages des angles.



OP50

- L'OP50 fait l'opération de la finition trou d'axe.



OP60

- L'OP60 fait le lavage.



OP70

- L'OP 70 fait l'opération d'étalonnage et le marquage : c'est la machine de contrôle des pistons, elle contrôle le diamètre, la hauteur et la décroissance.

Tableau1 : les différentes machines de la chaîne TU1

❖ La chaîne classique :

La série classique comporte différentes machines dont la plupart sont très anciennes. Dans cette ligne, le but est de fabriquer des pistons depuis le moulage jusqu'au contrôle final et l'emballage. Mais cette série est généralement en état d'arrêt car elle ne fonctionne que lorsque l'entreprise a une très grande commande.

Chapitre 2.

Etude de La machine Coquilleuse

I. Introduction :

La machine coquilleuse ou la machine à coquille (figure 9) se situe dans la tête de la chaîne de production de pistons au sein de la S.M.F.N. C'est une machine qui permet de fabriquer les pistons de véhicules à l'état brute (figure 11). L'examen de cette machine permet de bien comprendre son fonctionnement, de répondre à un cahier de charges pour son automatisation et de proposer enfin une solution pour la rénovation de son système actuel par un autre basé sur les nouvelles technologies en matière de contrôle commande.

II. Analyse de l'état actuel de la machine coquilleuse :

1. La machine coquilleuse :

La machine coquilleuse (figure 9) travaille sur la technique de moulage par gravité. Elle fabrique des pistons en alliage d'aluminium, à base d'actionneurs hydrauliques (vérins) commandés électriquement ; elle est constituée d'un moule formé par deux chapes (qui constitue le corps extérieur du piston), par une clé et des latéraux (qui constituent le corps intérieur du piston). On peut ajouter aussi un fond selon le type de piston fabriqué. Ces éléments sont montrés sur l'image ci-dessous :

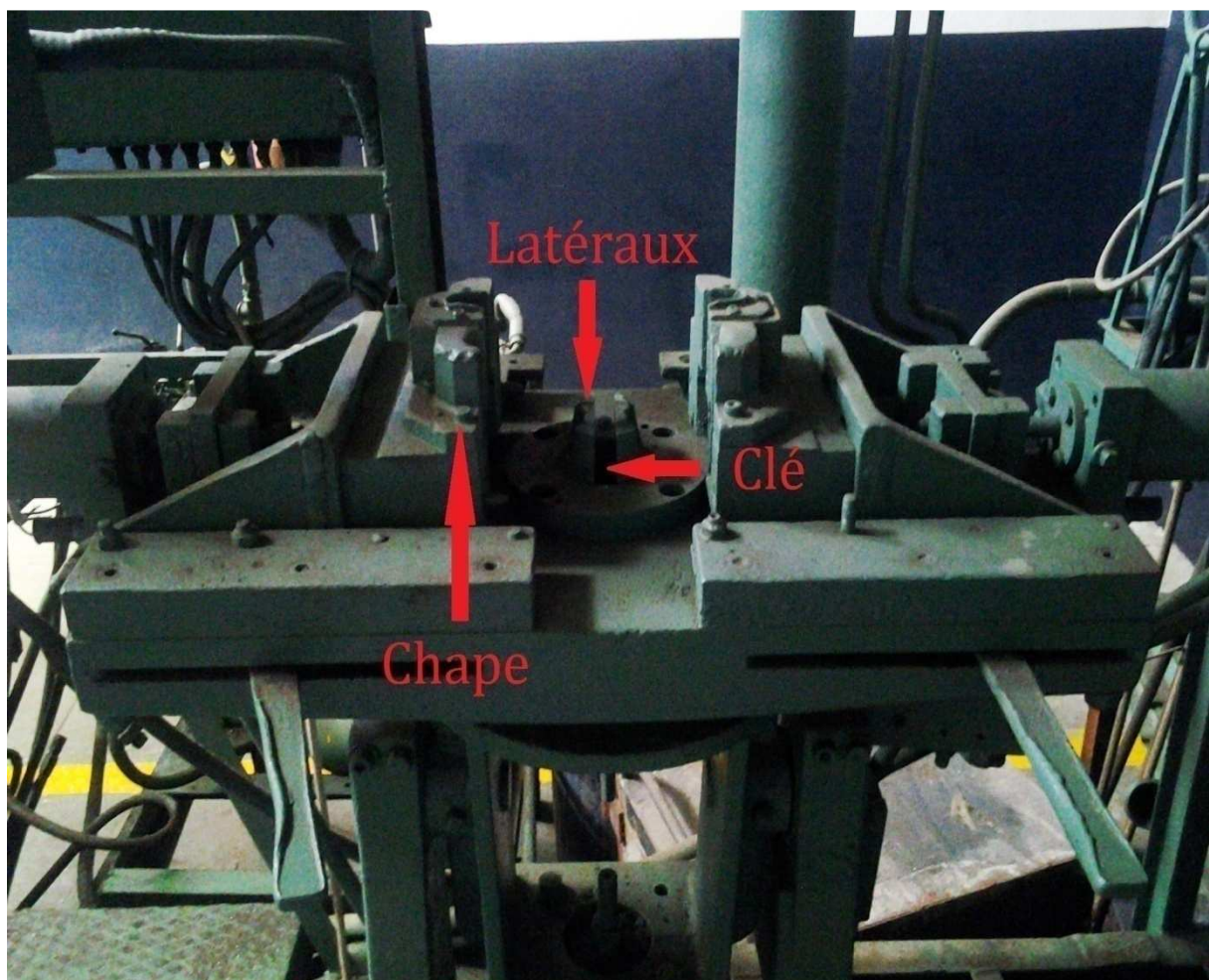


Figure 9 : Machine coquilleuse

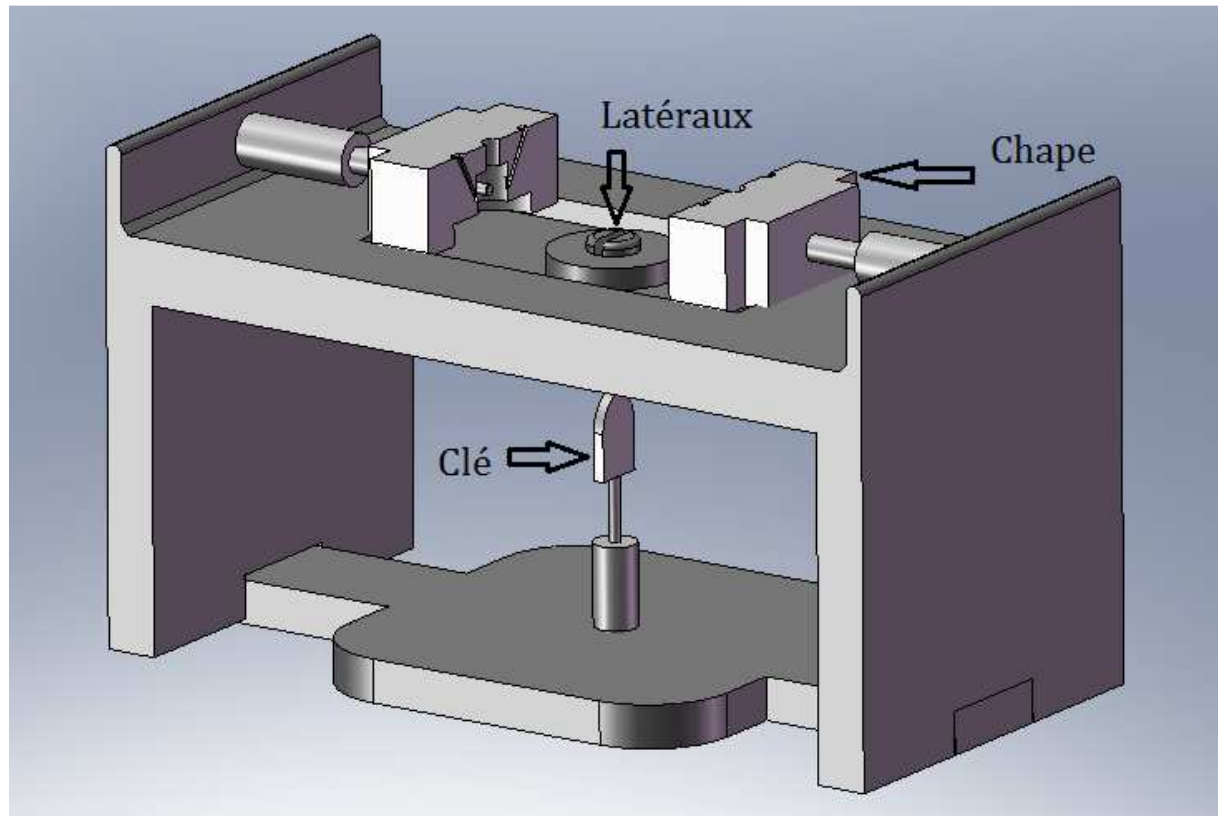


Figure 10 : Dessin de moule de piston sous Solidworks



Figure 11 : Piston brute

2. Fonctionnement de la machine :

La machine coquilleuse fonctionne actuellement en mode manuel et peut aussi fonctionner en mode automatique.

Avant le démarrage du cycle, la machine doit être en position de repos avec : les chapes ouverts, les latéraux fermés et la clé en bas. Une action sur le bouton départ cycle (Dcy) provoque la mise en service de la machine. Son fonctionnement suit le cycle suivant :

Les vérins des latéraux reculent, ce qui permet la montée de la clé et par la suite la fermeture des chapes. A cette étape, vient le coulage de la matière avec un temps de refroidissement d'environ 1 minute 30 secondes (pour commencer la temporisation, il faut actionner un bouton poussoir). Dès que le piston prend sa forme, les chapes s'ouvrent, la clé descend et les latéraux avancent. Le piston est prêt à être enlevé et ainsi de suite le cycle recommence. L'enlèvement du piston se fait manuellement.

Pour ce mode de fonctionnement, l'ouverture et la fermeture des chapes et des latéraux, la montée et la descente de la clé ainsi que la temporisation se font en actionnant des boutons poussoirs relatifs à chaque opération.

La machine coquilleuse travaille en mode de production continu (24h/24h). Sa quantité de production journalière est d'environ 150 pistons, 6 opérateurs travaillent en alternance de 8h à 16h, 16h à 00h et de 00h à 8h.

a . Organigramme de la coquilleuse :

L'organigramme suivant récapitule les étapes de fonctionnement de la machine :

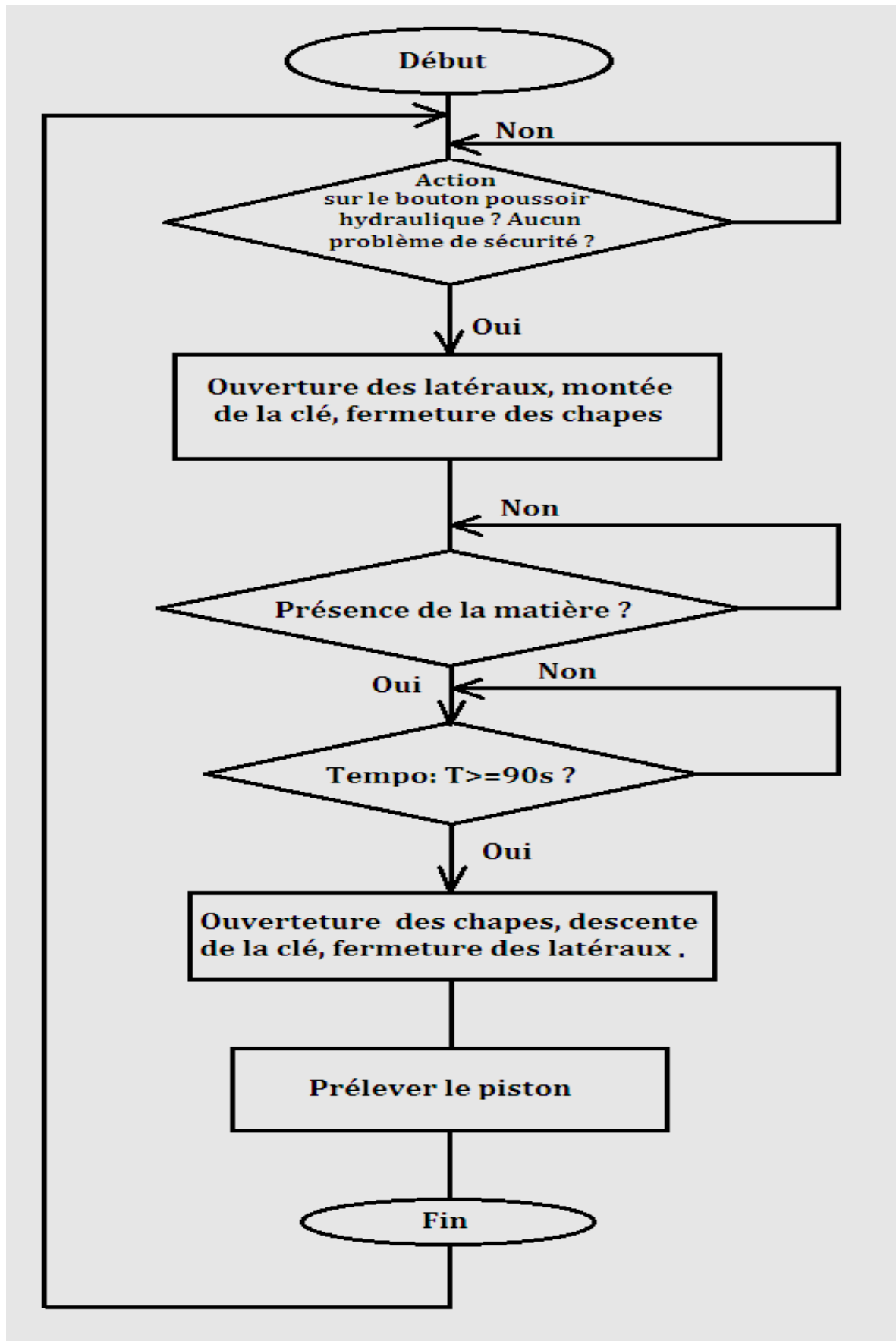


Figure 12 : Organigramme de la coquilleuse

b .Système hydraulique de la machine coquilleuse :

Avant de procéder à l'automatisation de cette machine les responsables de la société en vue d'augmenter ses performances aussi bien en qualité qu'en quantité, ont décidé d'ajouter un autre moule identique à l'existant. Pour cette raison l'étude hydraulique que l'on se propose de faire, concerne la machine à double moules.



Figure 13 : Groupe hydraulique de la coquilleuse

- Schématisation des composants Hydrauliques de la machine :

La représentation schématique d'un circuit se fait à l'aide de symboles conventionnels, indiqués par la norme internationale ISO R 12 19. Le rôle du schéma est de donner un moyen pratique et simple de représenter l'installation hydraulique dans un langage compréhensible par tous les techniciens. Il donne également aux techniciens du service d'entretien, un outil de travail non seulement très utile, mais aussi très indispensable dans la recherche des causes de panne.

Le schéma suivant représente l'équipement en « position repos » ou initiale de la machine, c'est-à-dire dans la position prise par les différents appareils avant la mise en service de la pompe.

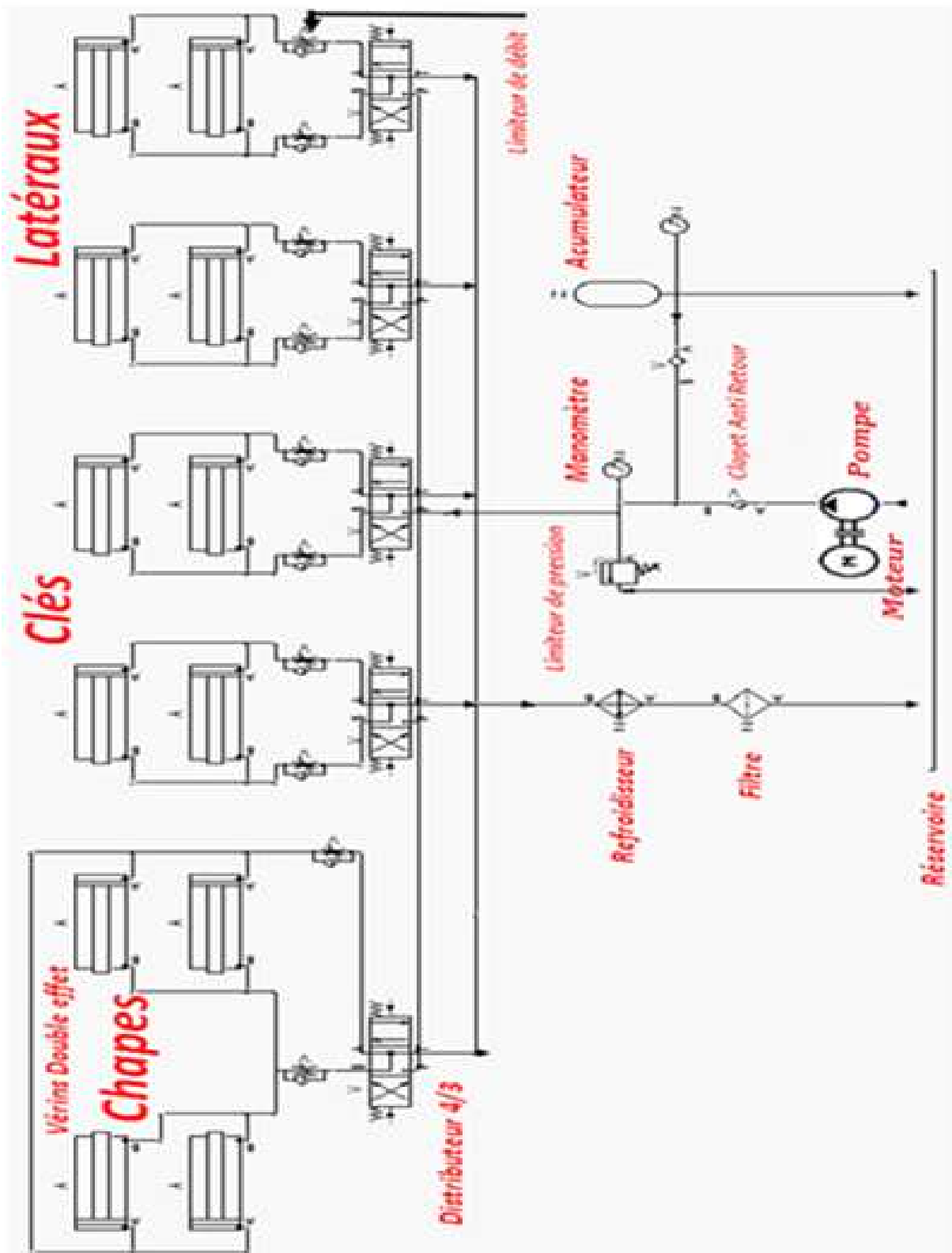


Figure 14 : Schéma hydraulique dressé par le logiciel EdiTSAB

- Eléments hydrauliques :

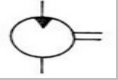
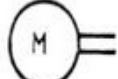

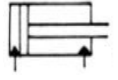

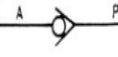
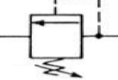




Symbole	Signification	Fonction
	Pompe hydraulique à cylindrée fixe à un sens de flux	Elle transforme l'énergie fournie par un moteur thermique ou électrique en énergie hydraulique fournie au circuit
	Moteur électrique	Il transforme l'énergie hydraulique fournie par le circuit en énergie mécanique.
	Accumulateur	Les accumulateurs permettent en revanche d'emmagasiner des fluides sous pression. Leur principe de fonctionnement est fondé sur la loi de Boyle-Mariotte ($PxV = cst$) et sur la différence de compressibilité des médias fluides et gazeux.
	Vérin à double effet	Ce sont des actionneurs, ils transforment l'énergie hydraulique fournie par le circuit en énergie mécanique utilisé par le mécanisme.
	Régulateur de débit à clapet anti-retour	En contrôlant le débit dans les circuits hydrauliques ils permettent de régler les vitesses de déplacement des vérins.
	Clapet anti-retour simple	Permet de contrôler le sens de circulation du fluide .
	Limiteur de pression réglable	Montés en série dans les circuits hydrauliques ils ouvrent le circuit dès que la pression est trop élevée. Le débit devient alors nul. En contrôlant ainsi la pression maximale qui circule dans un circuit on peut protéger les actionneurs contre des surcharges destructrices ou alors épargner le personnel coincé dans la machine.
	Manomètre	Mesurer la pression
	Refroidisseur	Placé sur le circuit de retour, le refroidisseur sert à refroidir l'huile.
	Filtre	La filtration permet le maintien de la machine en bon état, en freinant la pollution hydraulique.
	Distributeur 4/3 P2	Il oriente le débit dans le circuit hydraulique et notamment vers les actionneurs.

Tableau 2 : Tableau des éléments du schéma hydraulique

Le système hydraulique (figure13) fonctionne de la manière suivante :

Lorsqu'on actionne le moteur, le fluide monte jusqu'aux distributeurs en passant par un clapet anti-retour et par le régulateur de débit.

Il y a aussi dans ce système un accumulateur qui a pour rôle de compenser la pression perdue au cas où celle-ci chute durant le fonctionnement de la machine.

Dans son chemin du retour, le fluide passe par un refroidisseur, puis par un filtre et arrive jusqu'au réservoir.

Chapitre 3.

Automatisation de la machine **Coquilleuse**

I. Cahier des charges :

Les secteurs industriels évoluent rapidement et prennent une très grande ampleur ces dernières décennies. Selon des études récentes, les responsables de production considèrent la forte demande des clients, comme étant la première contrainte professionnelle, et en même temps considèrent la réduction des coûts, l'amélioration des performances et la qualité, comme les priorités quotidiennes les plus urgentes. Ainsi, les différentes sociétés consacrent une partie importante de leur budget pour répondre à ces défis grâce à la mise en œuvre de l'automatisation de leur système de production pour assurer au personnel, à tous les niveaux de l'entreprise, un accès aisé et rapide aux informations stratégiques. La société marocaine des fonderies du nord investit dans le renouvellement de ses installations, avec comme objectif majeur, l'automatisation de toutes les lignes de production, pour faire face à la compétitivité internationale.

La commande actuelle de l'atelier de fonderie est à logique câblée ; cette logique est tributaire de beaucoup de conséquences qui font, qu'après une longue durée d'utilisation, sa fiabilité et son dynamisme ne prêtent plus assurance. Voici quelques problèmes que nous avons rencontrés concernant le fonctionnement de la machine :

- Le non respect des durées des opérations (temps de refroidissement,...)
- La nécessité de la présence de l'opérateur au cours de l'exécution des opérations.
- L'intervention de l'opérateur à chaque fin d'opération.
- L'augmentation du temps du cycle (ce qui implique la diminution du taux de production).

Sans oublier que le contrôle de la température, pression, niveau d'huile..., se font manuellement par intervention humaine, ce qui diminue la fiabilité de l'installation.

➤ Notre mission :

Le but de notre stage est l'automatisation de la machine à coquille située à la fonderie de la SMFN. Ce qui se traduit par la substitution du système conventionnel, classique de contrôle de cette machine, par un Automate programmable, plus fiable et plus adaptable au milieu.

L'automatisation de cette ancienne machine permettra d'accroître la productivité, simplifiera le travail humain et augmentera la sécurité du matériel et des opérateurs. Le travail consiste à définir l'automate programmable, à installer et à programmer les Grafsets relatifs à la machine à l'aide du logiciel S7-300 ; et de procéder enfin à la simulation de son fonctionnement.

II. Généralités sur l'automatisation :

1. Introduction :

L'automatisation est définie comme étant l'ensemble des procédés qui rendent l'exécution d'une tâche, auparavant manuelle, automatique, sans intervention de l'homme.

L'automatisation des systèmes industriels n'est aujourd'hui pas seulement très répandue dans le domaine industriel, mais aussi indispensable à l'industrie, vu la complexité des systèmes de production de cette dernière, et les contraintes économiques dans un environnement très concurrentiel.

L'outil d'automatisation par excellence est l'automate programmable industriel appelé le plus souvent API ou PLC (Programmable Logic controller), qui offre des solutions simples à mettre en œuvre une souplesse d'adaptation à l'évolution des processus de production et une grande flexibilité.

2. Le but de l'automatisation :

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

- L'accroissement de la productivité du système c'est-à-dire l'augmentation de la quantité de produits.
- L'amélioration de la flexibilité de production.
- L'amélioration de la qualité du produit grâce à une meilleure respectabilité de la valeur ajoutée.
- L'adaptation à des contextes particuliers :
 - Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme (milieu salin, spatial, nucléaire...),
 - Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (manipulation de lourdes charges, tâches répétitives parallélisées...),
 - Augmentation de la sécurité, etc.

3. Structure d'un système automatisé :

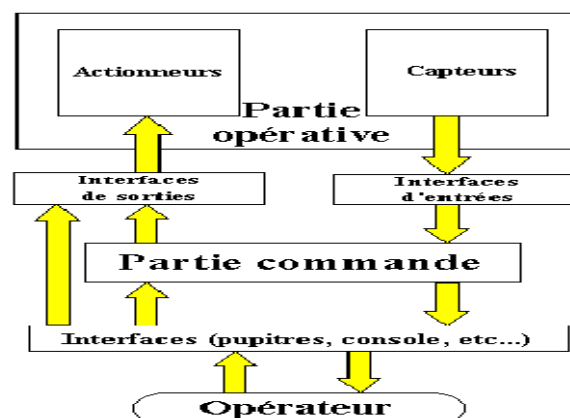


Figure 15 : Structure d'un système automatisé

Un automate peut être représenté suivant le schéma ci-dessus (figure 15). Sur ce schéma on a représenté les liaisons qui existent entre les différents éléments du système automatisé. Ces différentes liaisons sont:

L'opérateur dialogue avec la partie commande (PC) du système à l'aide de boutons poussoirs du pupitre ou d'un terminal de programmation. La partie commande peut dialoguer avec l'opérateur à l'aide de voyants, de compteurs, d'afficheurs du pupitre, etc...

III. Automatisation par un API et choix de L'automate :

1. Automate programmable industriel

Un API est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs, de la partie opérative, à partir de données d'entrée, de consignes (en provenance des capteurs) et d'un programme informatique.

Dans un système automatisé, l'automate programmable constitue le système de traitement des données, c'est le cerveau de l'installation (la partie commande). C'est lui qui va décider et effectuer les actions à entreprendre en fonction des informations qui lui sont fournies.

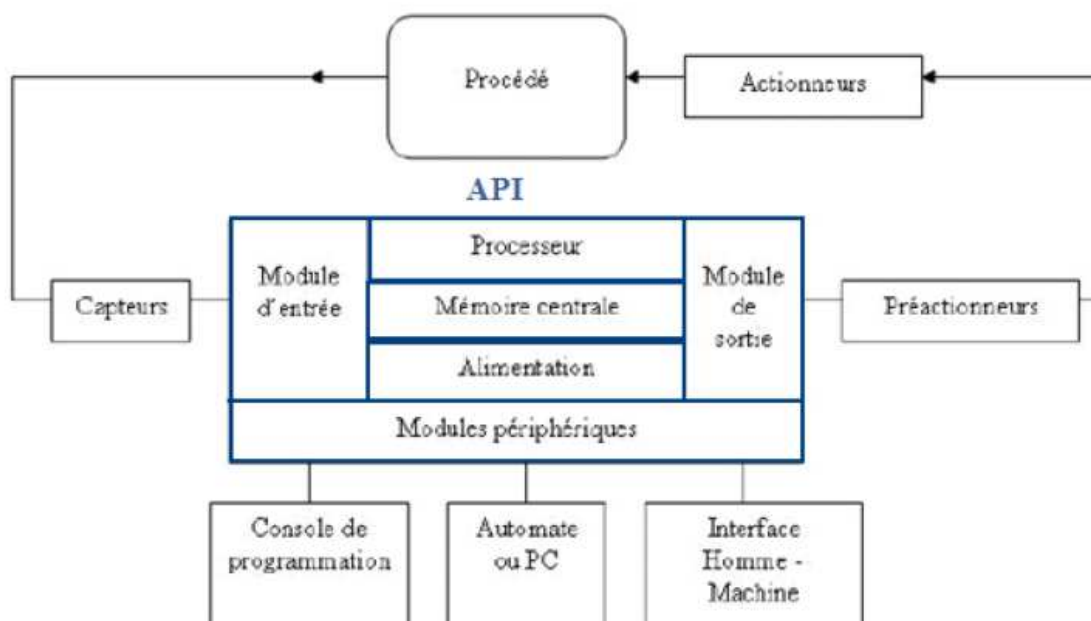


Figure 16 : schéma d'un automate industriel (liaison partie opérative/ partie commande)

Les capteurs, les pré-actionneurs et les actionneurs représentent la partie opérative dans un automate industriel (figure 17).

a. Architecture de l'API:

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API se compose donc de trois grandes parties principales :

- Le processeur.
- La mémoire.
- Les interfaces des modules Entrées/sorties.

✓ Le microprocesseur:

Le microprocesseur réalise toutes les fonctions logiques (OU, ET....), les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.

Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées BUS qui véhicule des informations sous forme binaire.

✓ La mémoire:

La mémoire va permettre:

- De recevoir les informations issues des capteurs d'entrées.
- De recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties (valeur des compteurs, temporisations...).
- De recevoir et conserver le programme de processus.

✓ Les interfaces d'entrées/sorties:

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP).

Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes....) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre.

2. Le choix d'automate :

Le choix d'un automate programmable est, en premier lieu, le choix d'une société ou d'un groupe. Les contacts commerciaux et expériences vécues par l'entreprise constituent un point de départ.

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels. Une très grande diversité des matériels peut avoir de graves répercussions sur le fonctionnement de l'entreprise. Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économie (achat du logiciel et formation du personnel). Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

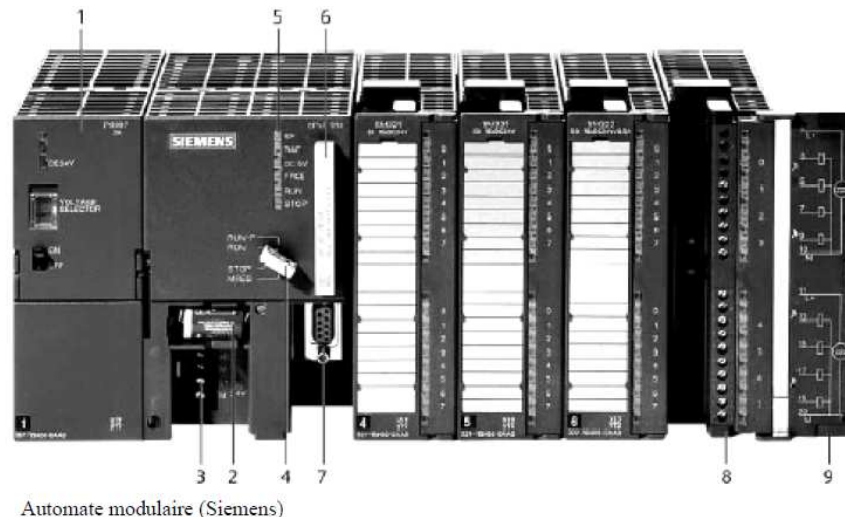
- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix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

Pour réaliser l'automatisation de la coquilleuse qui fait l'objet de ce stage, il nous a été proposé par les responsables de la société de travailler sur l'automate programmable S7-300.

IV. Présentation de l'API SIEMENS S7-300 :



Figure 17 : Automate SIMATIC S7-300



- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 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 | | |

Figure 18 : système d'automatisation SIMATIC S7-300

➤ Fonctionnalités:

Le S7-300 est l'automate conçu pour des solutions dédiées au système manufacturier et constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour les applications avec des architectures centralisées et décentralisées.

➤ Caractéristiques techniques:

Les caractéristiques de Simatic S7-300 se récapitulent sur le tableau suivant :

Caractéristiques	312 IFM	313	314	314 IFM	315 et 315-2 DP
Mémoire - de travail - de chargement	6 ko 20 ko	12 ko 20 à 512 ko	24 ko 40 à 512 ko	24 ko 40 ko	48 ko 80 à 512 ko
Entrées / Sorties TOR	256 + 16 E/S intégrées	256	1024	496 + 36 E/S intégrées	2048
Entrées / Sorties ANA.	32	64	64	64	128
Mémentos	1024	2048	2048	2048	2048
Compteurs	32	64	64	64	64
Temporisations	64	128	128	128	128

Tableau 3 : Caractéristiques techniques de S7-300

➤ Avantages:

Le S7-300 offre de nombreux avantages, entre autres, une construction compacte et modulaire, libre de contraintes de configuration, une riche gamme de modules adaptés à tous les besoins du marché utilisable en architecture centralisée ou décentralisée, qui réduit grandement le stock de pièces de rechange. Une large gamme de CPU adaptée à toutes les demandes de performances pour pouvoir obtenir des temps de cycle machines courts dont certains sont dotés de fonctions technologiques intégrées comme par exemple le comptage, la régulation ou le positionnement.

V. Automatisation de la machine coquilleuse :

1. GRAFCETS :

Le GRAFCET (Graphe de Contrôle Etape-Transition) est un outil qui permet de représenter graphiquement et de façon structurée le fonctionnement d'un automatisme séquentiel à l'aide d'étapes et de transitions.

Il décrit les interactions informationnelles à caractère déterministe à travers la frontière d'isolement entre la Partie Commande et la Partie Opérative d'un système isolé.

Il 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.

Pour l'automatisation du système, nous avons utilisé 4 Grafquets chacun d'eux dispose d'une fonction bien déterminée : Grafquet de sécurité (figure 19), Grafquet de gestion (figure 20), Grafquet de fonctionnement en mode automatique (figure 21) et Grafquet de fonctionnement en mode manuel (figure 22).

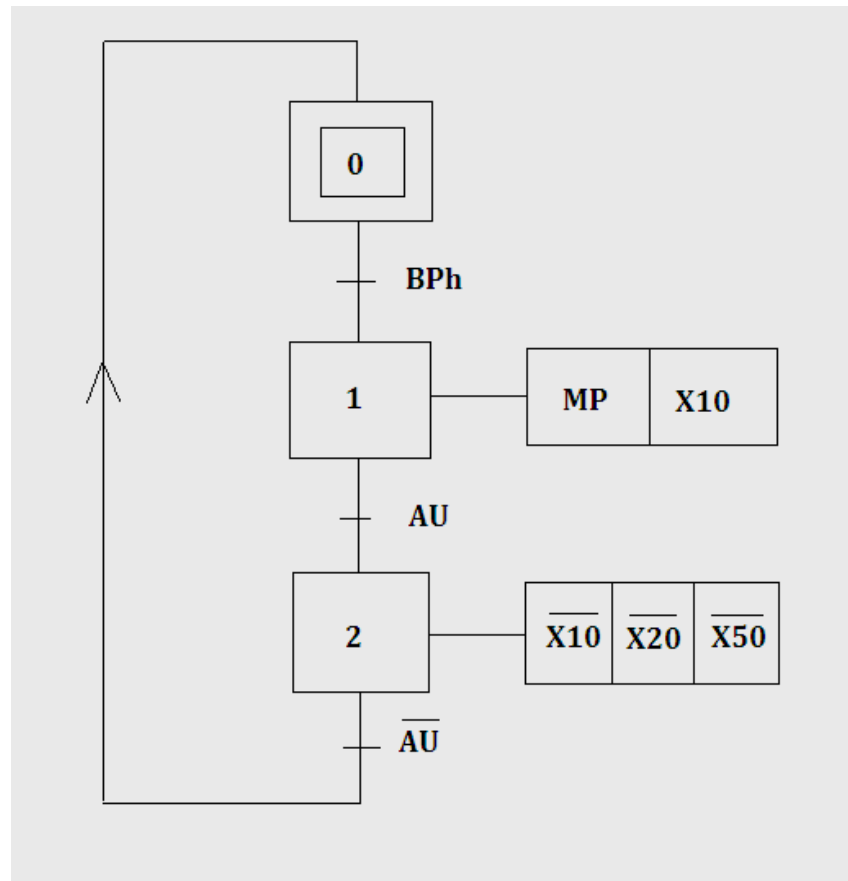


Figure 19 : Grafcet de sécurité

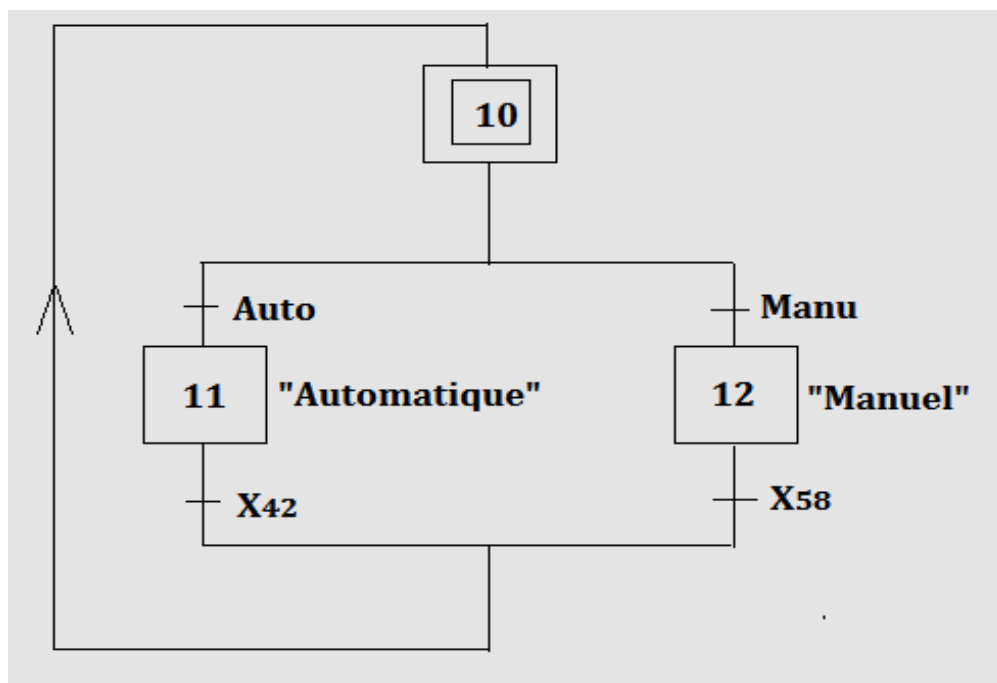


Figure 20 : Grafcet de gestion

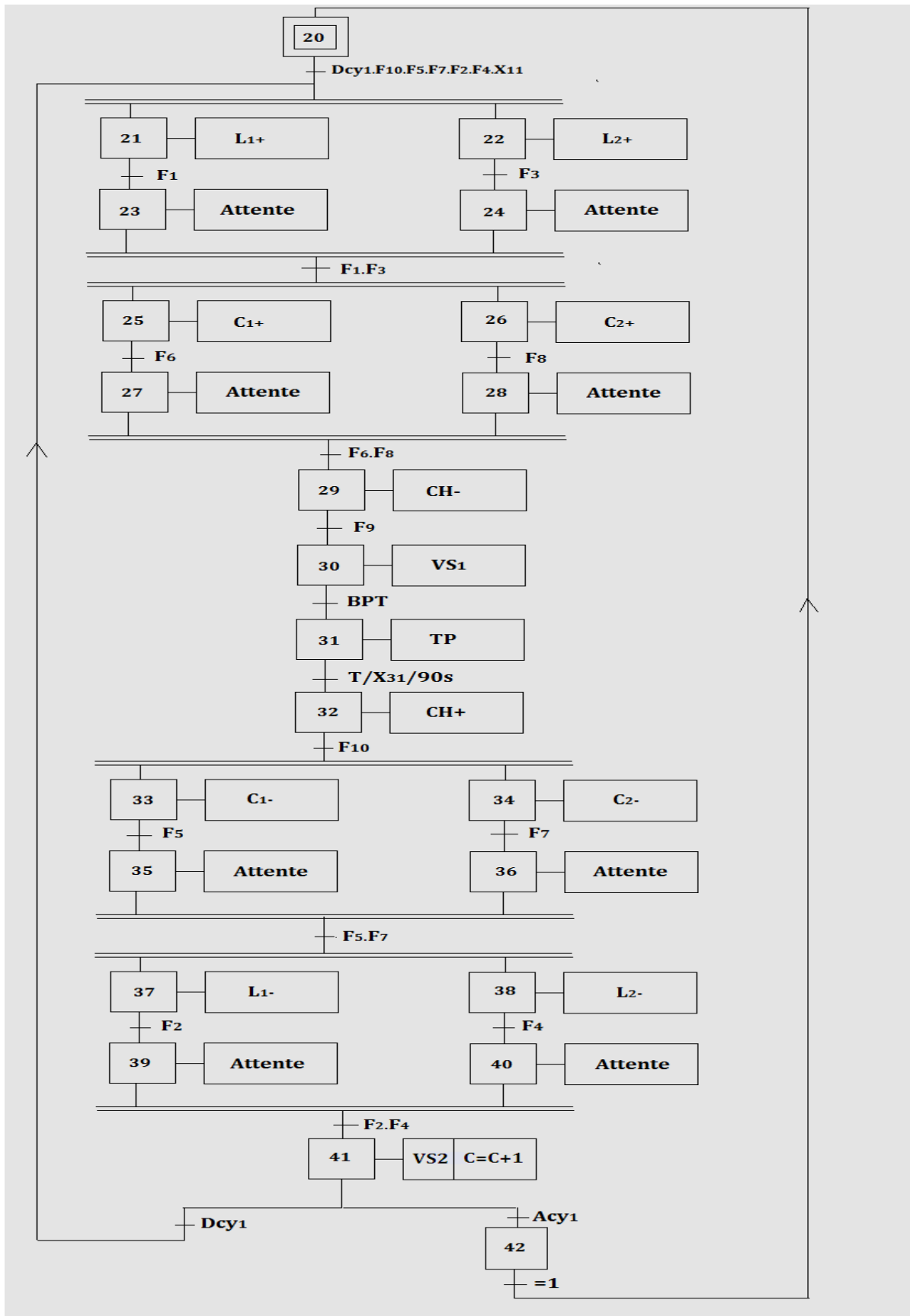


Figure 21 :Grafcet de fonctionnement en mode Automatique

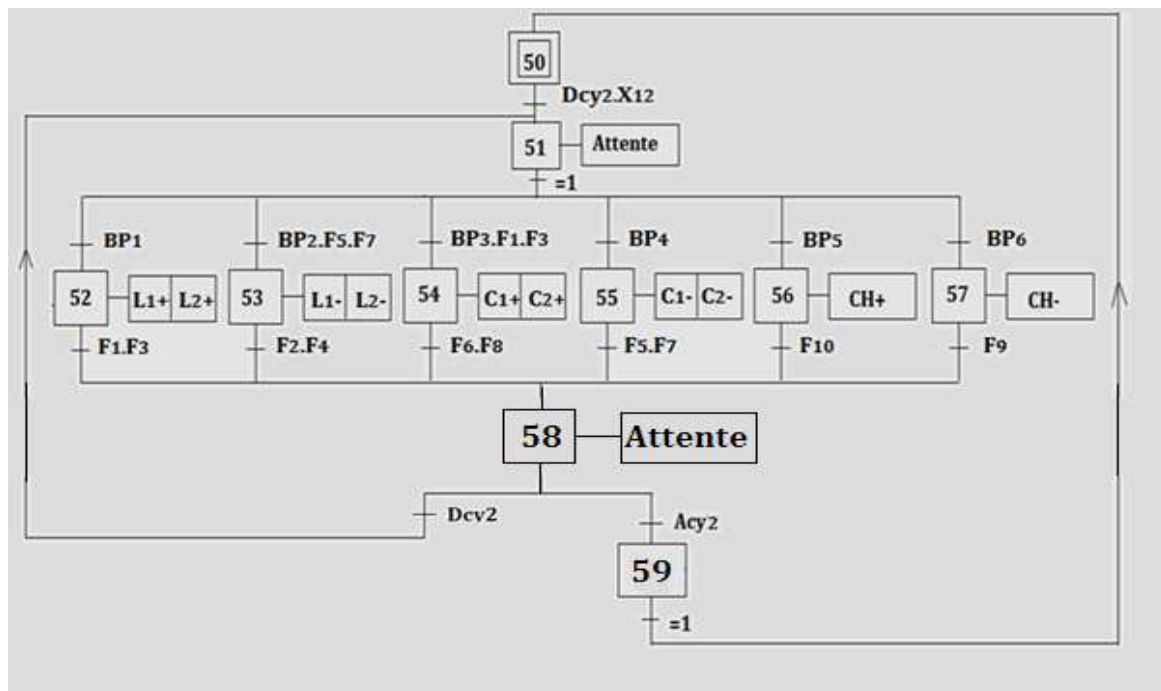


Figure 22 : Grafcet de fonctionnement en mode Manuel

2 .Tableaux Entrées/Sorties Automate :

Entrées	Signification	Référence S7-300
BPH	Bouton poussoir de marche de groupe hydraulique	E0.0
AU	Arrêt d'urgence	E0.1
Auto	Sélecteur mode automatique	E0.2
Manu	Sélecteur mode manuel	E0.3
F1	Fin de course avance latéraux 1	E0.4
F2	Fin de course recul latéraux 1	E0.5
F3	Fin de course avance latéraux 2	E0.6
F4	Fin de course recul latéraux 2	E0.7
F5	Fin de course descente clé 1	E1.0
F6	Fin de course montée clé 1	E1.1
F7	Fin de course descente clé 2	E1.2
F8	Fin de course montée clé 2	E1.3
F9	Fin de course recul chapes	E1.4
F10	Fin de course avance chapes	E1.5

BPT	Bouton poussoir de temporisation	E1.6
T	Temps de refroidissement	E1.7
Acy1	Arrêt du cycle automatique	E2.0
BP1	Bouton poussoir pour l'ouverture des latéraux	E2.1
BP2	Bouton poussoir pour la fermeture des latéraux	E2.2
BP3	Bouton poussoir pour la montée des clés	E2.3
BP4	Bouton poussoir pour la descente des clés	E2.4
Dcy1	Départ du cycle automatique	E2.5
Dcy2	Départ du cycle manuel	E2.6
BP5	Bouton poussoir pour l'ouverture des chapes	E2.7
BP6	Bouton poussoir pour la fermeture des chapes	E3.0
Acy2	Arrêt de cycle manuel	E3.1

Tableau 4 : Les entrées du système

Sorties	Signification	Référence S7-300
L1+	Avance Latéraux 1	A0.0
L2+	Avance Latéraux 2	A0.1
C1+	Montée clé 1	A0.2
C2+	Montée clé2	A0.3
Ch+	Avance chapes	A0.4
Ch-	Recul chapes	A0.5
TP	Temporisateur	A0.6
VS1	Voyant sonore moment de coulage	A0.7
VS2	Voyant sonore refroidissement de la matière	A1.0
L1-	Recul latéraux 1	A1.1
L2-	Recul latéraux 2	A1.2

C1-	Descente clé 1	A1.3
C2-	Descente clé2	A1.4
MP	Marche de la pompe	A 1.5
C	Compteur	A1.6

Tableau 5 : Les sorties du système

La capacité mémoire utilisée:

- Nombre d'entrées : 25 entrées dont chacune contient un bit.
- Nombre de sortie : 14 sorties dont chacune contient un bit.
- Bloc fonction : 1 temporisation et 1 compteur de 8bits

Donc la capacité de mémoire utilisée est :

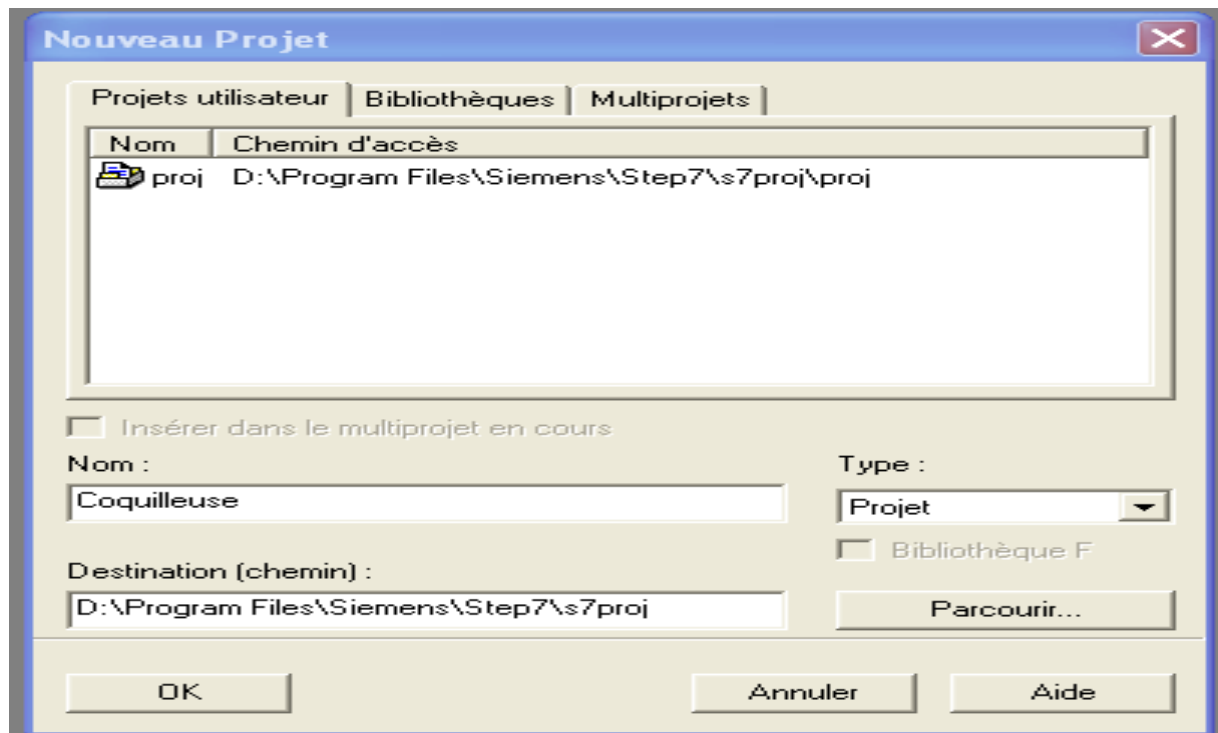
$$C = 25 + 14 + 8 + 8$$

$$C = 55 \text{ bits} = 7 \text{ octets}$$

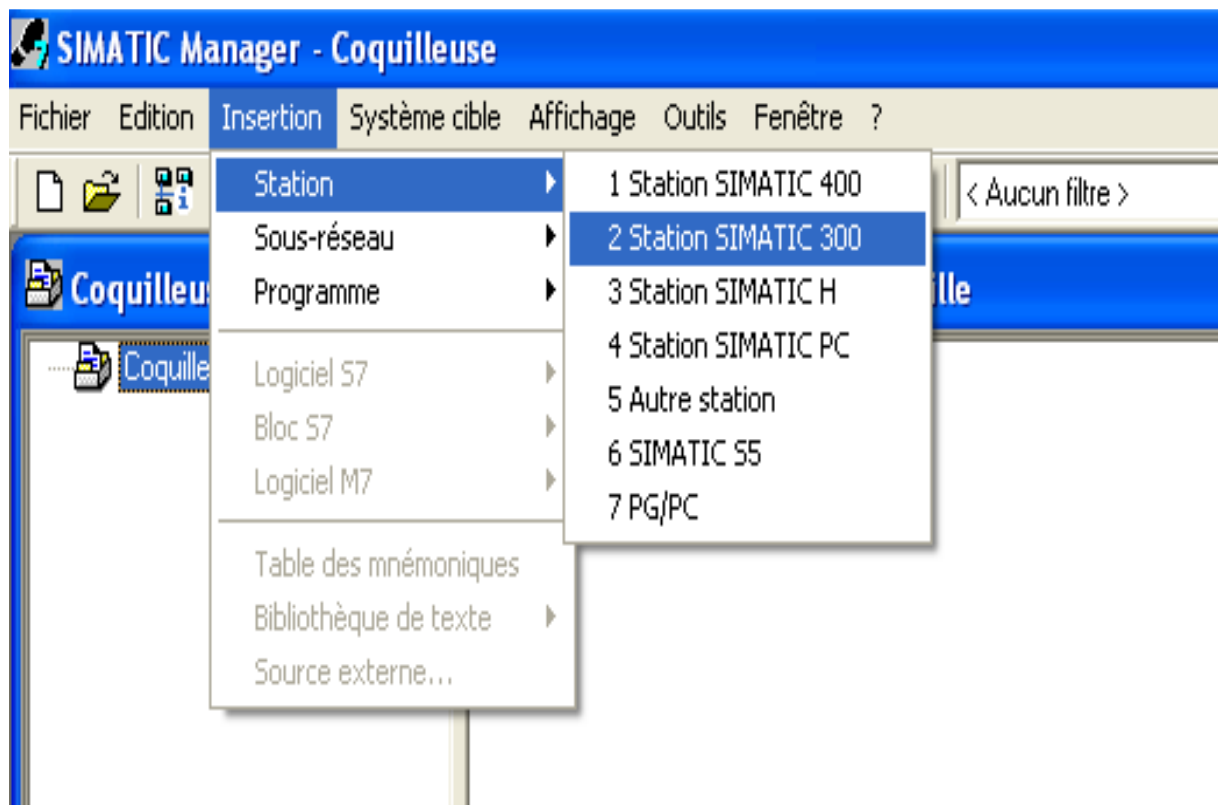
3. Programmation sous STEP7 :

Etape1 : lancer le SIMATIC et faire entrer le nom du projet

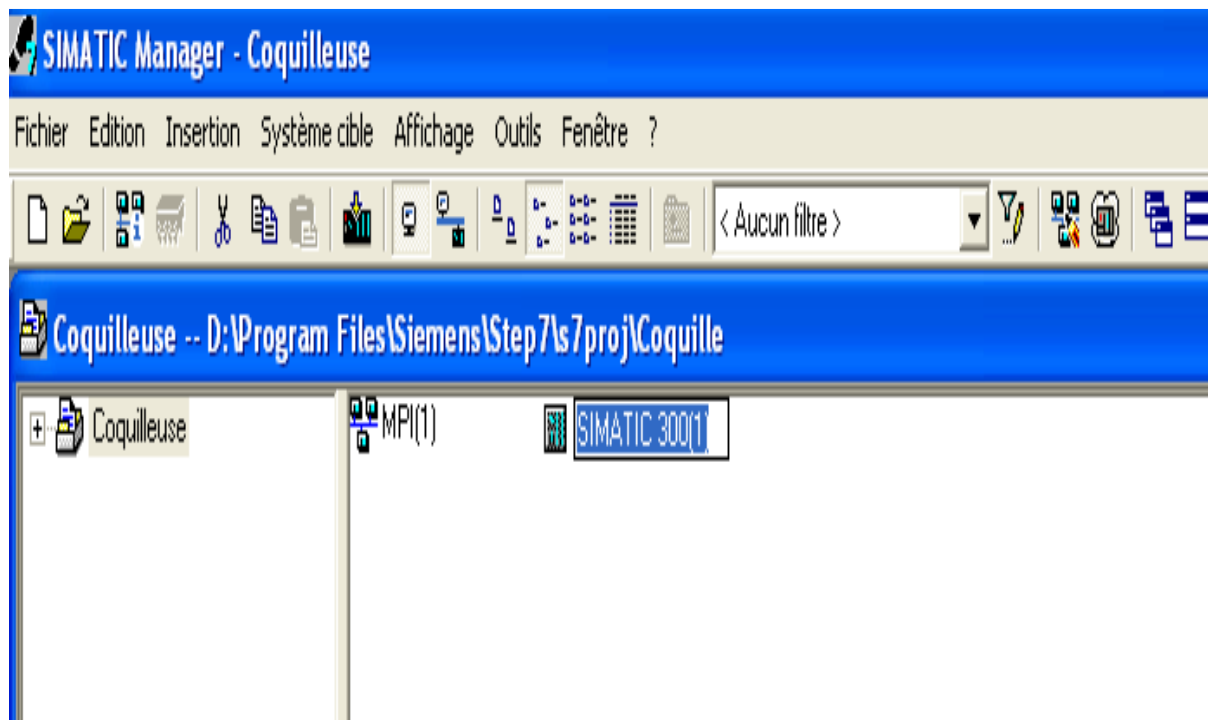




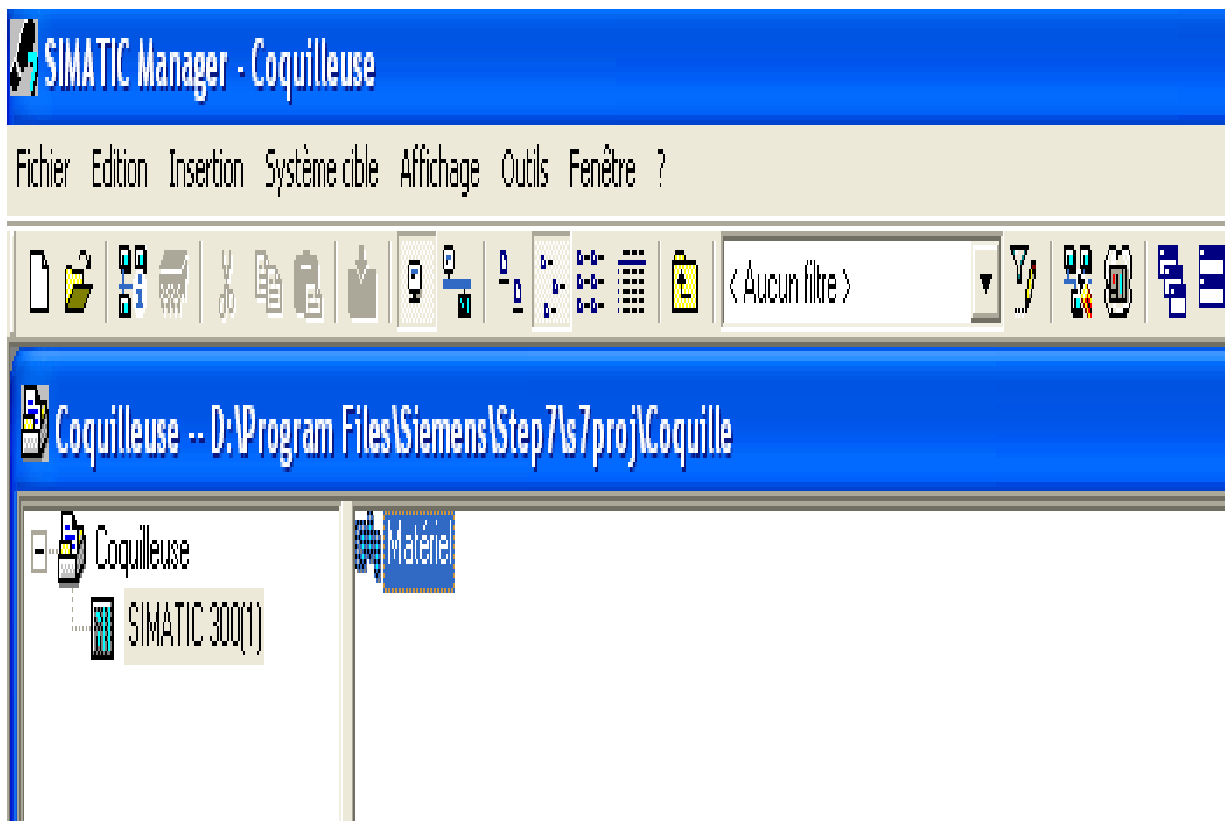
Etape2 : création de la station S7 300 :



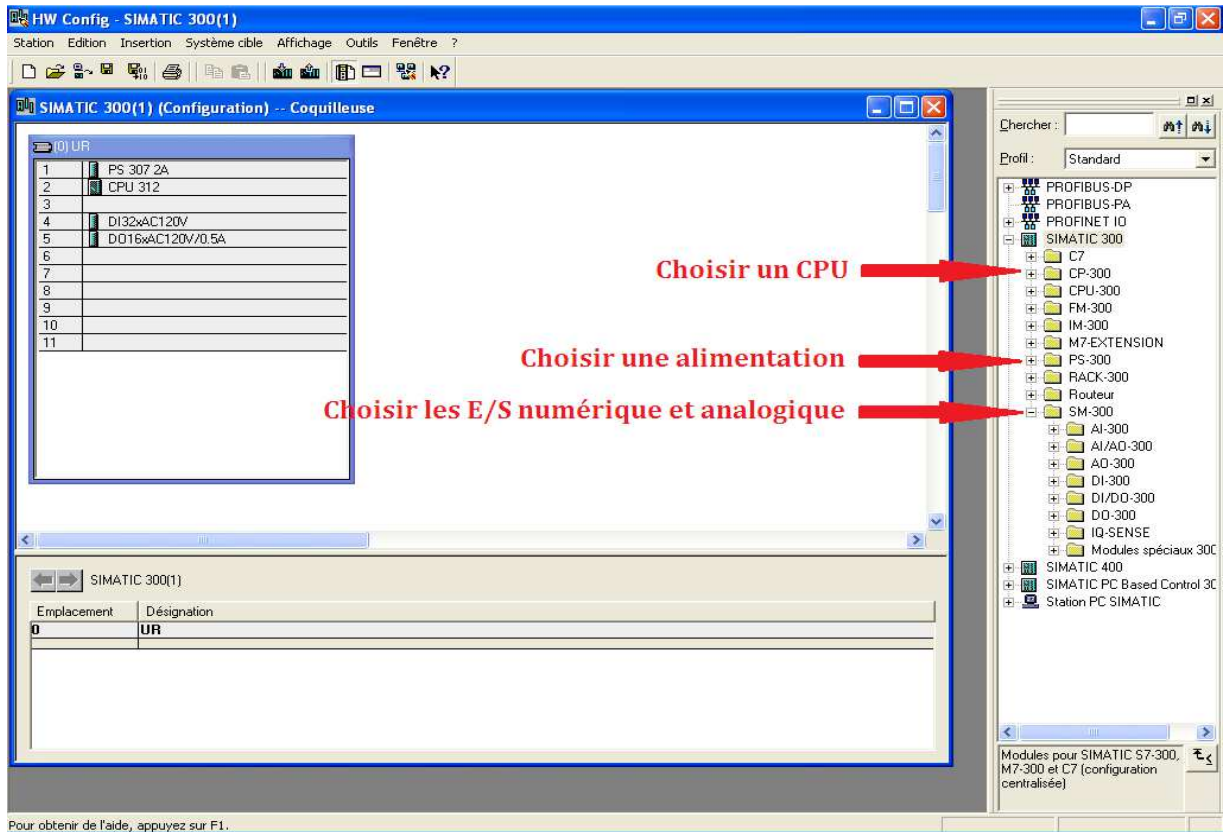
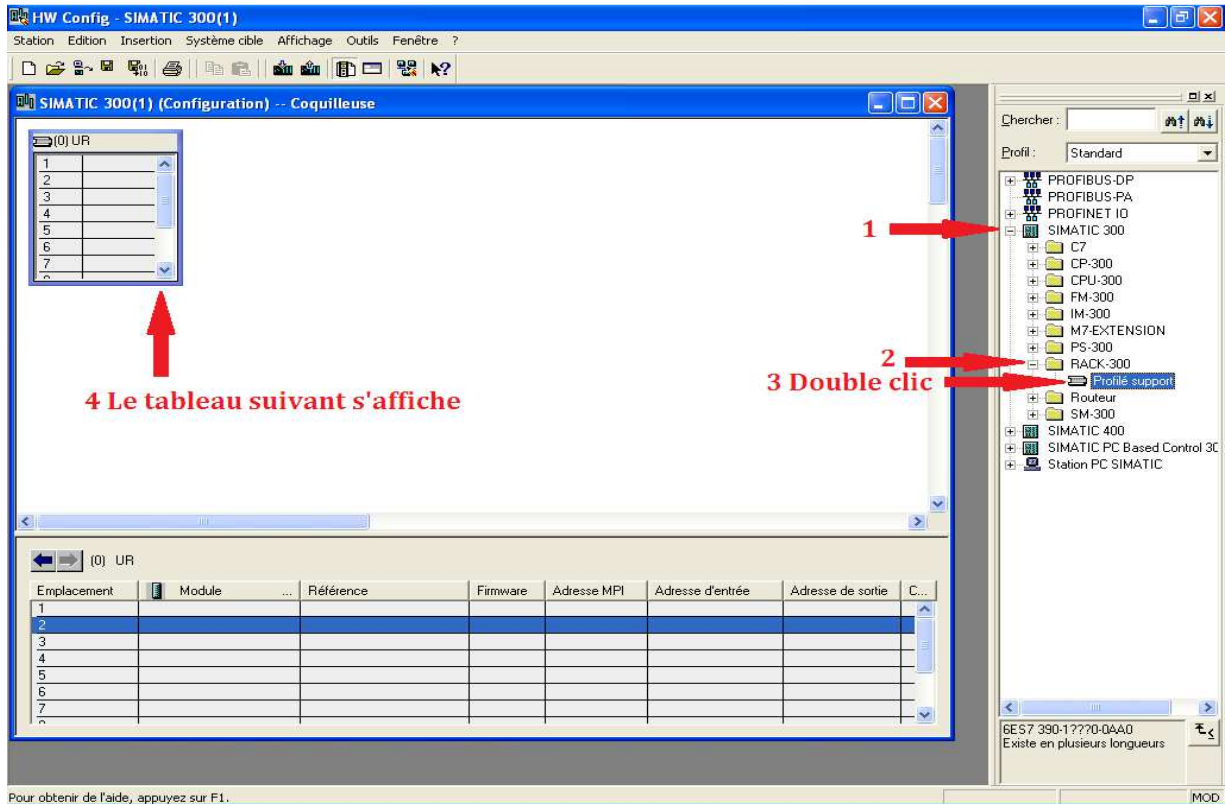
Station créée :



Etape3 : configuration matérielle : double clic sur Matériel

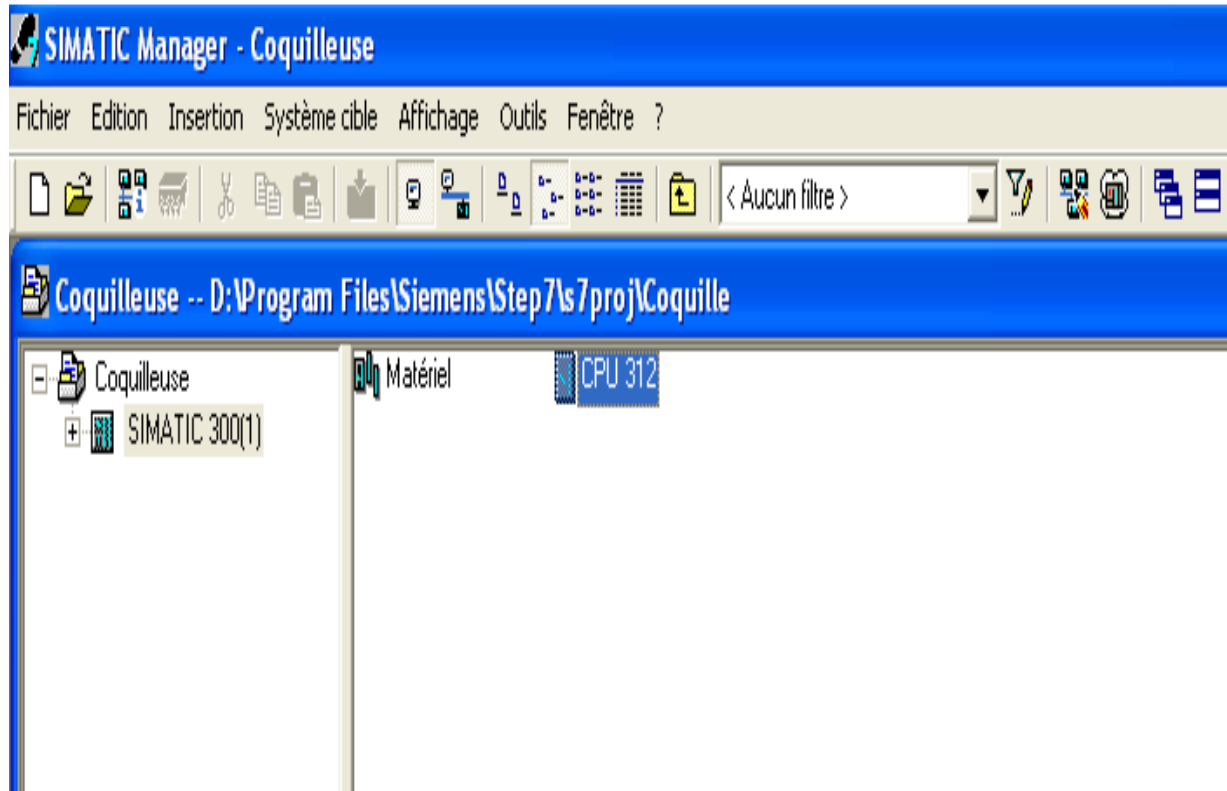


Etape4 : Remplissage de notre RACK

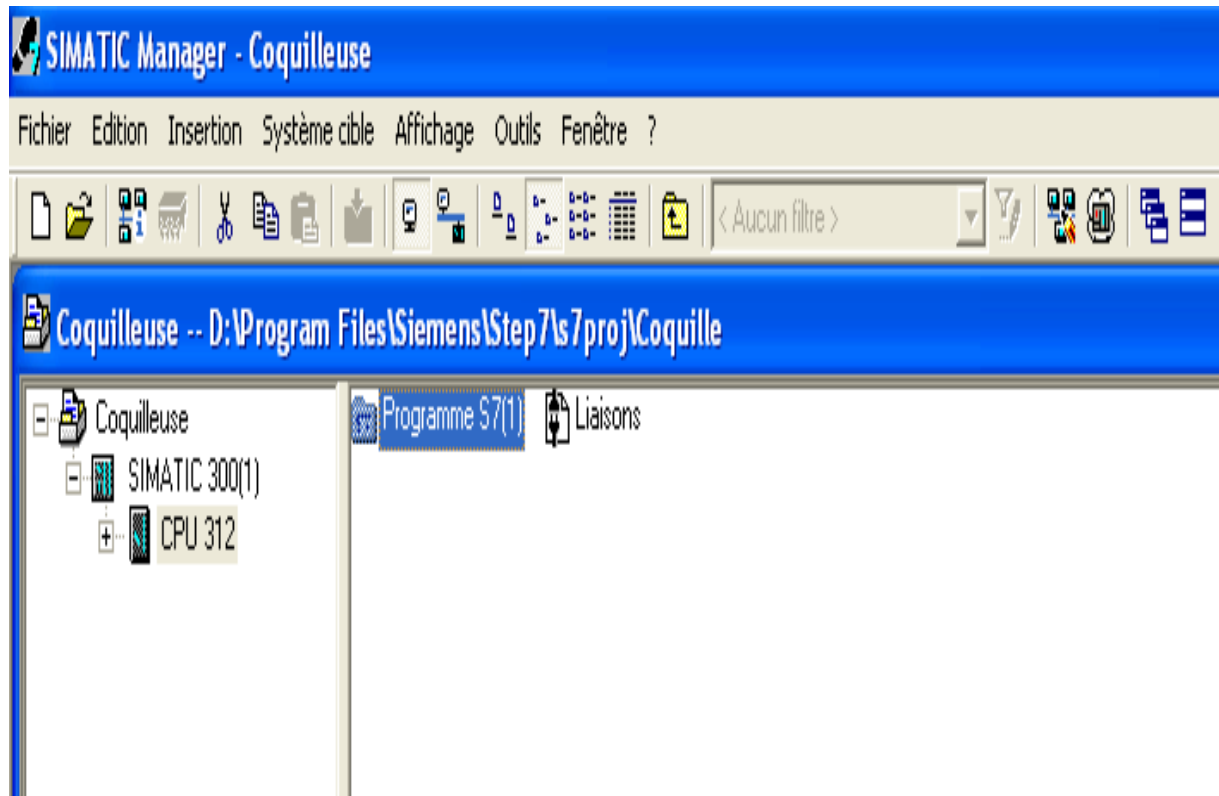


Etape5 : création d'un programme S7 :

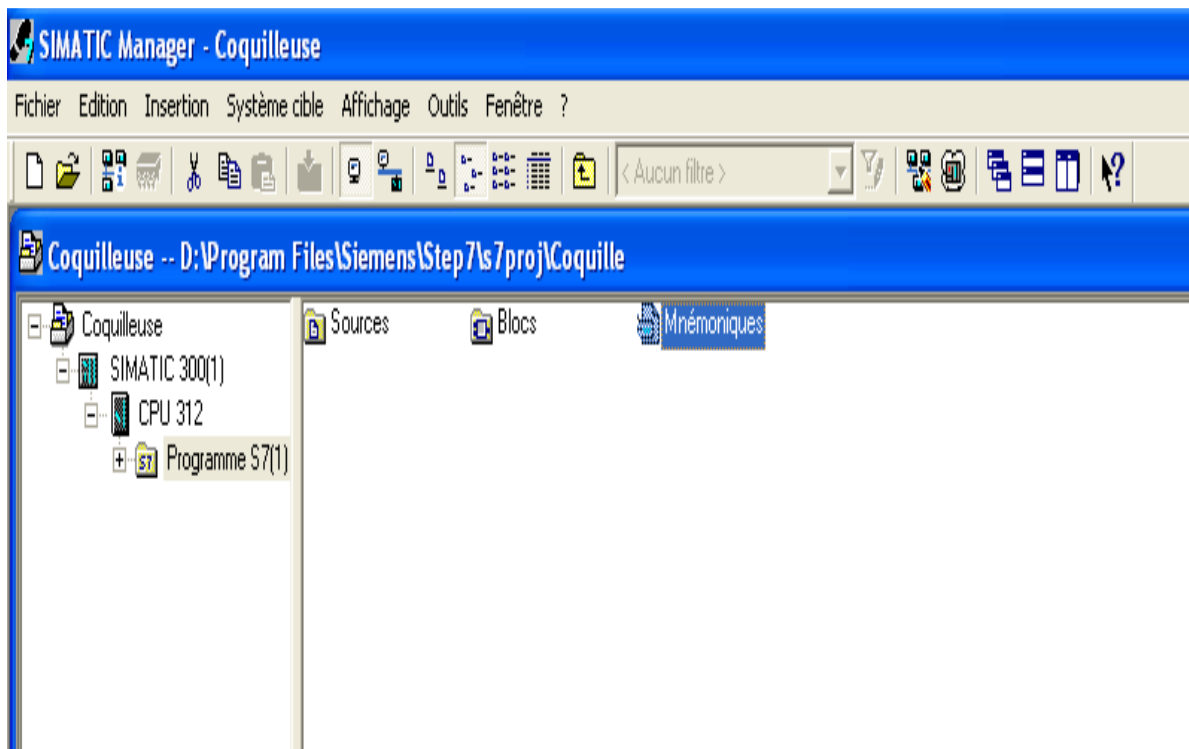
Après avoir fermé la fenêtre de la configuration matérielle cliquer sur CPU 313



Ensuite cliquer sur programme S7



Pour faire une programmation symbolique faire un clic sur mnémonique :

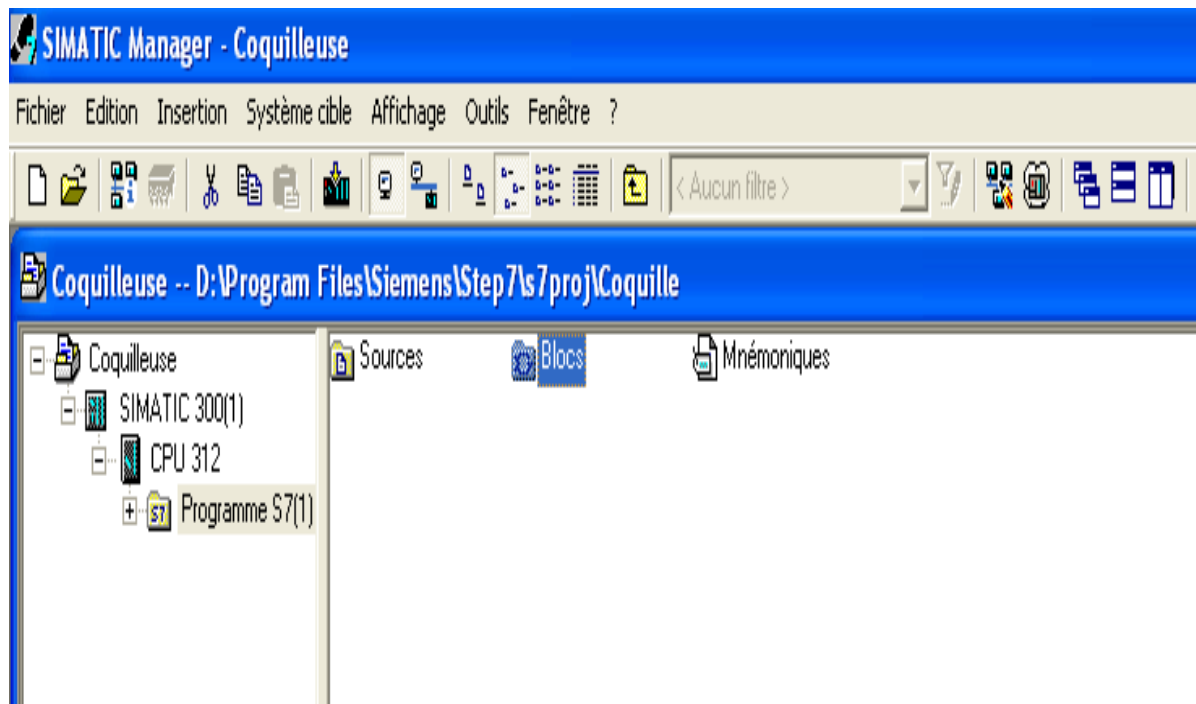


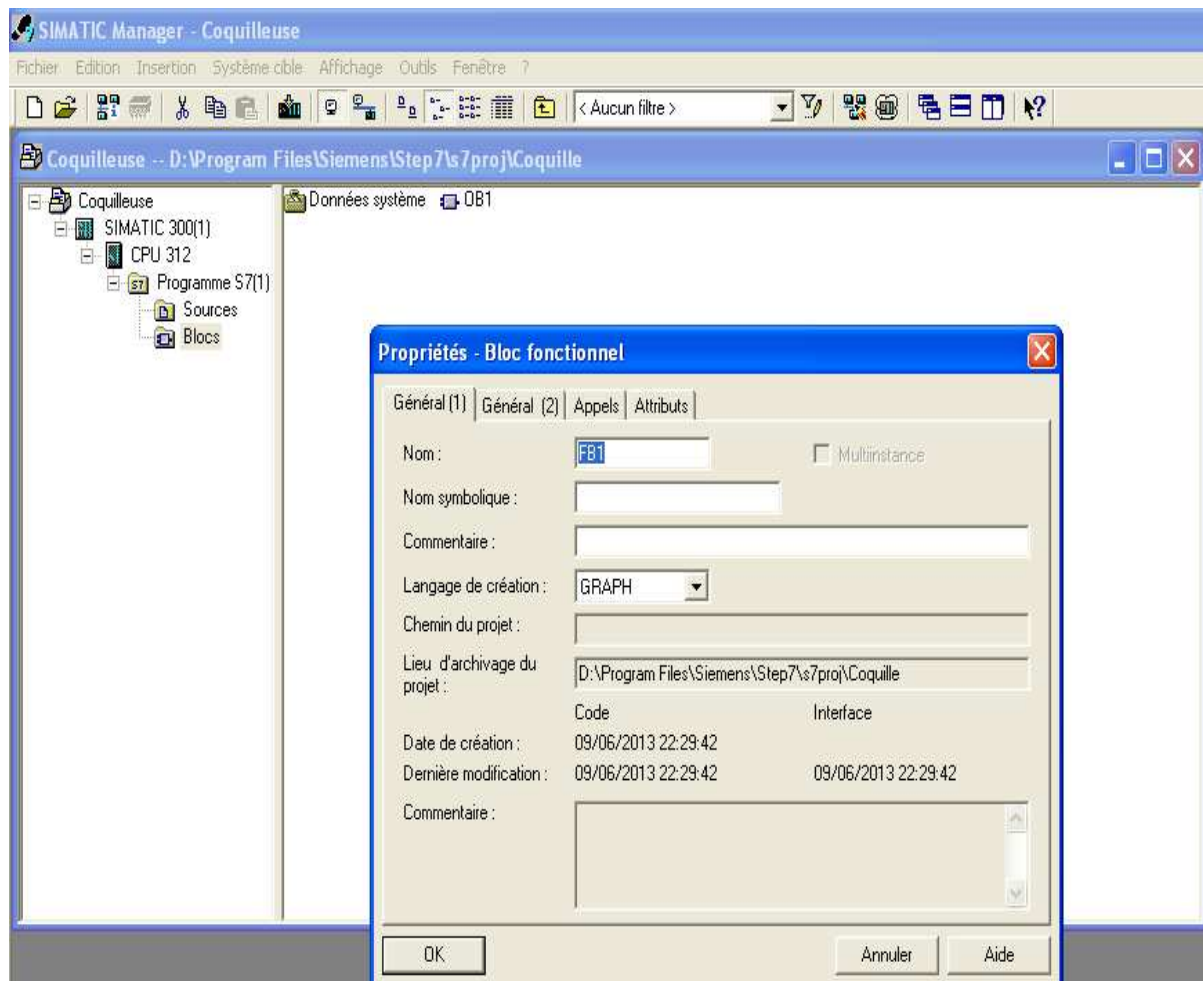
Remplir la table de mnémonique suivant le cahier des charges : (voilà notre mnémonique)

Programme S7(1) (Mnémoniques) -- CoquilleuseSIMATIC 300(1)\CPU 312

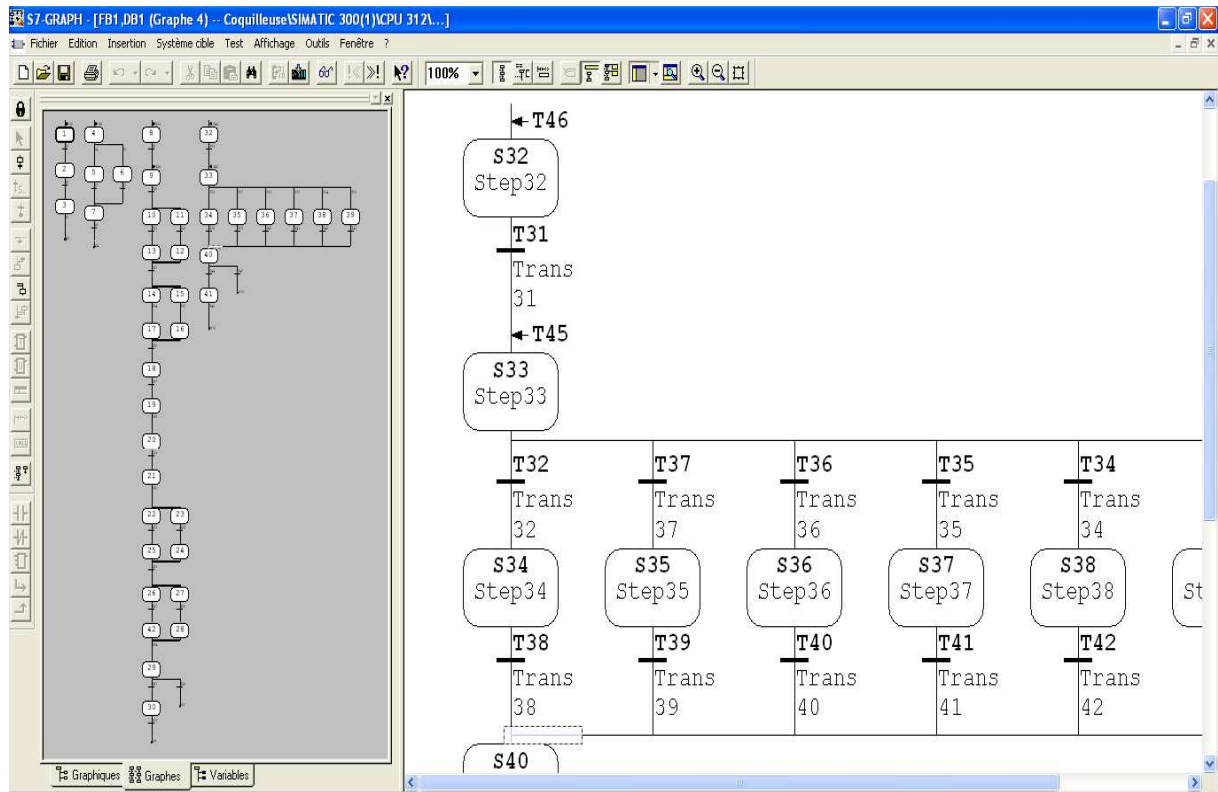
	Etat	Mnémonique ▲	Opérande	Type de d	Commentaire
1		BPH	E 0.0	BOOL	
2		AU	E 0.1	BOOL	
3		AUTO	E 0.2	BOOL	
4		MANU	E 0.3	BOOL	
5		F1	E 0.4	BOOL	
6		F2	E 0.5	BOOL	
7		F3	E 0.6	BOOL	
8		F4	E 0.7	BOOL	
9		F5	E 1.0	BOOL	
10		F6	E 1.1	BOOL	
11		F7	E 1.2	BOOL	
12		F8	E 1.3	BOOL	
13		F9	E 1.4	BOOL	
14		F10	E 1.5	BOOL	
15		BPT	E 1.6	BOOL	
16		T	E 1.7	BOOL	
17		ACY1	E 2.0	BOOL	
18		BP1	E 2.1	BOOL	
19		BP2	E 2.2	BOOL	
20		BP3	E 2.3	BOOL	
21		BP4	E 2.4	BOOL	
22		DCY1	E 2.5	BOOL	
23		DCY2	E 2.6	BOOL	
24		BP5	E 2.7	BOOL	
25		BP6	F 3.0	BOOL	

Création du programme :





Programmation du Grafcet dans FB1.



Lancement et configuration de s7-PLCSIM :

Pour tester le programme sans connecter le PC à un automate, il suffit d'activer le simulateur S7-PLCSIM. Tous les accès à l'interface de l'automate sont simulés de manière interne par le logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Première étape : lancement du simulateur

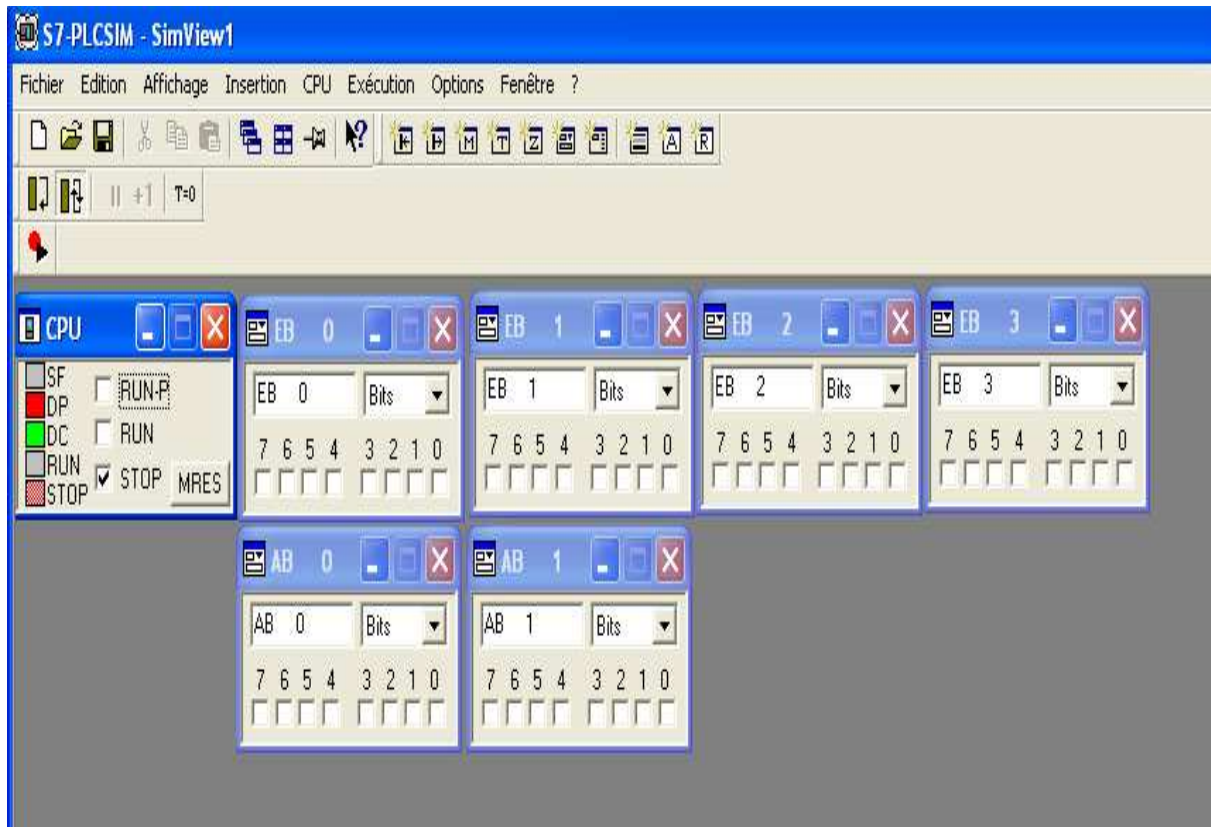
Tout simplement, dans l'interface du logiciel STEP7, cliquez sur le raccourci indiqué comme suit :



Simulateur lancé.

Deuxième étape : insertion des blocs

- Insertion de la CPU (unité centrale avec processeur) :
- La mise sous tension de la CPU
- Insertion des bloc d'entrées/sortie..
- Insérer à l'aide du menu 'Insertion' toutes les 'Entrées' et 'Sorties' utilisées dans le programme que vous désirez tester.
- Ensuite entrez les adresses voulues, et le mode de représentation (bit, décimale...).

**Troisième étape : test du programme S7 avec le logiciel de simulation S7-PLCSIM**

VI. Amélioration et sécurité :

Les machines sont construites de telle manière à rendre les tâches de l'opérateur plus aisées, plus efficaces et plus performantes. De toutes les qualités d'une machine, on ne peut pas aujourd'hui faire l'impasse sur la sécurité, parce qu'elle est intégrée dans la machine dès sa conception.

En effet, les machines doivent être construites de manière à protéger l'homme, les biens et l'environnement. L'objectif est donc de prévenir des dommages physiques de toute sorte en ayant l'assurance de mettre en place des mesures de sécurité.

Les nouvelles technologies sont connues par des critères plus évolués (précision, rapidité, durée de vie...), ceci nous a menées à améliorer la machine traitée, en ce qui concerne la restauration de ses anciens composants, et l'ajout de certaines normes de sécurité.

1. Amélioration :

L'automatisation de la machine et l'utilisation de deux moules au lieu d'un utilisé auparavant permet d'accroître 2 fois la production journalière. Dans ce cas, le rôle des techniciens responsables de la machine se limitera uniquement au dégagement des pistons bruts une fois l'action achevée. La main d'œuvre qualifiée sera ainsi réduite de moitié et peut être redéployée pour d'autres tâches au niveau de l'entreprise. Aussi le produit sera de très bonne qualité et peut être délivré au client dans les délais.

2. Choix de matériels:

➤ Les vérins hydrauliques

Le **vérin hydraulique** transforme l'énergie hydraulique (pression, débit) en énergie mécanique (effort, vitesse). Il est utilisé avec de l'huile sous pression, jusqu'à 350 bars dans un usage courant. Il est utilisé pour des efforts plus importants et des vitesses plus précises (et plus facilement réglables) qu'il peut développer.

Les vérins utilisés dans la machine coquilleuse sont à double effet :



Figure 23 : Vérin hydraulique à double effet

➤ Les capteurs de position :

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique.



Figure 24 : Capteurs de position

Principe :

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique. De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multidirectionnel associée à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier, à tige).

La tête de commande et le dispositif d'attaque sont déterminés à partir de :

- la forme de l'objet : came 30°, face plane, forme quelconque
- la trajectoire de l'objet : frontale, latérale, multidirectionnelle
- la précision de guidage

3. Sécurité d'opérateur :

➤ Voyant sonore :

Il est utilisé pour avertir l'opérateur du moment de coulage, et la fin de refroidissement de l'aluminium.



Figure 25: Voyant sonore

➤ Capteur de sécurité SC300 : la vision pour protéger les mains des opérateurs

Pour des raisons de protection contre les risques posés par la machine, nous avons proposé le capteur de sécurité SC300 (figure 26). Le capteur de sécurité de détection de main SC300 est un système de capteur de sécurité compact dont le fonctionnement est basé sur la technologie de traitement des images. La fonction de détection de sécurité est exécutée par un seul capteur d'image qui voit une seule image en deux dimensions sur un motif passif comme arrière-plan. Le principe de détection est basé sur un objet d'une résolution spécifique qui bloque la vision du motif depuis le capteur d'image.



Figure 26 : Capteur de sécurité SC300

Caractéristiques

- Dispose d'un boîtier en aluminium compact moulé sous pression pouvant être monté à l'intérieur OU sur le côté d'un cadre
- Dispose d'un champ optique de 110°
- Permet un alignement automatique
- Vous permet de doubler l'ouverture maximum en installant deux caméras de sécurité SC300 dos-à-dos, avec des entrées de synchronisation connectées
- Ne requiert pas de logiciel pour programmer la zone d'ouverture surveillée

➤ Conception d'un bras robotisé :

Permet de prélever les pièces (pistons) pour éviter le contact direct de l'opérateur avec la machine.

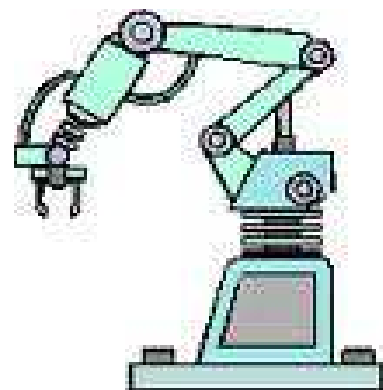


Figure 27: Bras robotisé

VII. Estimation des prix des équipements :

L'étude économique s'impose comme une partie indispensable pour la réalisation de tout projet, dans la mesure où elle permet de donner une représentation financière du projet.

Le tableau ci-dessous récapitule le prix des équipements nécessaires :

	Quantité	Total HT
FIN DE COURSE A PRECISER	10	750
CAPTEUR DE NIVEAU	1	280
BOUTONS TOURNANT 2 POSITIONS	1	102
BOUTON POUSSOIR	7	336
VOYANT SONORE	2	325
TEMPORISATEUR	1	260
OPERATEUR INGENIEUR EXTERIEUR	1	2500
AUTOMATE PROGRAMMABLE SIEMENS+ALIMENTATION	1	30000

Net à pays HT (Dh)	34553
TVA à 20%	6910.6
Net à pays TTC (Dh)	41463.6

Tableau 6 : Estimation des prix des équipements

VIII. Justification de l'automatisation :

En raison de l'évolution rapide de la technologie industrielle, qui va dans le sens de l'amélioration des performances des machines par la réduction au minimum de l'intervention de l'homme, il a été jugé nécessaire de procéder à l'automatisation de la machine coquilleuse, suite au désir et aux souhaits des responsables de la société. Cette automatisation trouve sa justification et sa pertinence dans ce qui suit.

Comme, il a été mentionné précédemment, l'automatisation va permettre :

- La réduction de l'effectif journalier de la main d'œuvre responsable du fonctionnement de la machine de 50%. Soit une réduction mensuelle de 6600 Dh (le salaire de 3 ouvriers par mois), à noter que cette machine fonctionnait 24h/24h en alternance de 3 fois par jour avec 2 ouvriers par tâche de 8h.
- Augmentation de la performance de la machine en matière de la production journalière de 100 %, la production passera de 150 pistons par jour à 300 pistons par jour (avec le système double moule). La marge bénéficiaire résultante sera augmentée de 100%. De ce fait la trésorerie de la société sous l'effet de cette automatisation va être améliorée après six mois et demi, sans compter le bénéfice engendré par l'augmentation de la production qui correspond à l'amortissement du matériel nouvellement acquis en ce qui concerne uniquement le fonctionnement de la machine, soit :

$$41463.60 \text{ Dh} / 6600 \text{ Dh} = 6.5 \text{ mois}$$

Il convient de signaler en effet que l'effectif réduit en main d'œuvre déjà travaillant d'une manière permanente pourra être redéployé ailleurs dans la société et servira de ce fait à améliorer l'efficacité au niveau des autres services de l'entreprise.

Par ailleurs il convient aussi de signaler qu'une étude économique et financière détaillée relative à cette automatisation exige des données chiffrées sur :

- Coût de la machine
- Date d'acquisition et durée de vie (pour déterminer l'amortissement de la machine)
- Les frais d'entretien de la machine (Consommation huile, électricité, gardiennage,...)
- La valeur locative du local par rapport à toute la société
- Le prix de revient d'un jeu de piston (Un jeu de piston est constitué de 4 pièces)

On n'a pas pu obtenir ces informations malgré plusieurs tentatives, sachant aussi qu'il y a un chevauchement dans le fonctionnement des différents services l'entreprise.

IX. Conclusion

L'Automatisation de la machine était une véritable occasion pour nous d'apporter une contribution à l'optimisation de l'utilisation du matériel au niveau de l'entreprise, notamment cette machine qui se situe à la tête de chaîne de production.

Cette automatisation une fois mise en application aura des retombées positives en matière de revenu. Cependant on aurait dû automatiser les autres tâches, qui sont encore effectuées manuellement, comme la récupération du piston à la fin du cycle, dans le but de garantir la sécurité de l'opérateur et en même temps garantir des produits répondant à des normes de qualité.

CONCLUSION

Répondant à la demande incessante du marché local et international, il est indispensable de suivre l'évolution des techniques d'automatisation industrielle. Actuellement, les industriels sont passés du stade de la machine à fonctionnement manuel à celui d'une chaîne utilisant des machines automatisées.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet du stage intitulé : « automatisation de la machine coquilleuse par l'automate SIEMENS S7-300 ».

Au terme de ce stage, une brève rétrospective permet de dresser le bilan de travail effectué avec ses difficultés, ses contraintes, mais aussi et surtout le supplément de formation si riche dont nous avons eu la chance d'en bénéficier.

En effet, il fallait avoir un aperçu général mais aussi exhaustif sur le fonctionnement de la société, ses différents services et notamment le service de fonderie où se situe la machine Coquilleuse. En outre, Il a fallu s'intégrer le plus rapidement possible avec le potentiel humain pour pouvoir accéder à sa collaboration, ses conseils et sa convivialité.

Sur le plan technique, nous avons pu maîtriser, dans un premier temps, le fonctionnement de la machine coquilleuse, ce qui nous a offert l'opportunité de proposer des améliorations et des sécurités à appliquer après validation finale par les responsables.

Concernant le cahier des charges qui nous a été confié, nous avons proposé une solution d'automatisation de la machine coquilleuse en réalisant la partie informatique relative à la partie programmation par le biais du langage GRAPH , à l'aide de l'automate siemens S7-300 disponible.

Nous avons, dès le départ, trouvé un problème majeur qui résidait dans le fait que, le sujet qui nous a été proposé et plus particulièrement l'automatisation de la machine Coquilleuse, ne figurait pas dans notre programme de formation. C'est pour cette raison que nous avons, avec l'aide de notre encadrant professionnel et nos encadrants universitaires, fait une autoformation dans le langage GRAFCET et la programmation sous S7-300.

Le stage de perfectionnement, que nous avons effectué dans la société Floquet Monopole nous a permis de connaître de très près le monde de l'entreprise industrielle, avec toutes les difficultés auxquelles il se heurte, et les atouts dont elle dispose.

Nous espérons par ce travail avoir atteint l'objectif fixé par le cahier des charges, et avoir donné satisfaction à notre encadrant de l'entreprise ainsi qu'aux aspirations de nos professeurs.

BIBLIOGRAPHIE

- ☒ Les fiches de gamme de fabrication de la SMFN
- ☒ Documentation SIEMENS S7 300
- ☒ www.siemens.co.za/Industrial-Automation
- ☒ www.Wikipedia.org
- ☒ www.automation.siemens.com