



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
Génie électrique

 RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Automatisation de la presse à injection**

**Réalisé Par :**

YOUSRA SAIKOUK

**Encadré par :**

Pr ZAZ GHITA (FST FES)  
Mr EL-HAMDAOUI OMAR  
(CEAC FES)

**Soutenu le 8 Juillet 2021 devant les jurys**

**Pr G. ZAZ (FST FES)**  
**Pr A. AHAILOUF (FST FES)**  
**Pr A. BOUHAREB (FST FES)**  
**Pr T. LAMAMDI (FST FES)**



# I. Dédicace :

*Te projet fin d'étude est dédié à mes chers parents  
 , qui m'ont toujours poussé et motivé dans mes  
 Études . Sans eux, n'aurais certainement pas fait  
 D'études longues. Te projet fin d'étude représente donc  
 L'aboutissement du soutien et des encouragements qu'ils  
 M'ont prodigués tout au long de ma scolarité. Qu'ils en  
 Soient remerciés par cette trop modeste dédicace.*

*C'est un moment de plaisir de dédier cet oeuvre, à mes grands frères  
 , Enseigne d'amour et de reconnaissance et de gratitude  
 Pour le dévouement et les sacrifices dont vous avez fait toujours  
 Preuve à mon égard.*

*Et finalement a les ami(e)s Nesrine, Othmane, Anas,  
 Boutaina et Khadija qui n'ont jamais cessé(e) De  
 Me soutenir.*



## II. Remercîment :

*Sans l'aide précieuse de plusieurs personnes, ce rapport n'aurait pas vu le jour. Aussi je tiens, à travers ces lignes, à exprimer toute la gratitude à ceux qui m'ont aidée à le réaliser.*

*J'exprime ma profonde gratitude à Madame **Ghita ZAZ** mon encadrante pour le temps qu'elle m'a consacré pour le bon déroulement de stage ainsi que son aide et ses conseils.*

*J'adresse, aussi mes sincères considérations à Monsieur **KOUHEN** le directeur général de CEAC Fès.*

*Monsieur **Omar HAMDANI**, mon parrain industriel pour m'avoir donné l'opportunité de passer ce stage dans les meilleures conditions professionnalisme, matérielles et morales, et pour ses directives et conduites dont il m'avait épargné à chaque fois qu'il était sollicité.*

*Vers la fin, il m'est très agréable d'exprimer toutes mes reconnaissances à l'ensemble du personnel de la CEAC : cadres, employés et opérateurs pour leur soutien, leur aide et, surtout, pour leur sympathie. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance et mon profond respect.*



# III. Table des matières

I. Dédicace :	1
II. Remercîment :	2
IV. Liste des figures :	5
V. Liste des tableaux :	5
VI. Liste des acronymes :	6
VII. Résumé :	7
VIII. Introduction générale :	8
IX. Chapitre 1 :	9
Présentation de la société CEAC.....	9
Introduction :	10
1. Historique et activité principale :	10
2. Organigramme :	11
.....	11
3. Activités :	11
3.1. Activités principales :	11
3.2. Activités secondaires :	13
Conclusion :	14
X. Chapitre 2 :	15
Etude de l'existant.....	15
Introduction :	16
I. Description des ateliers :	16
1. Atelier d'injection :	16
2. Atelier de montage :	17
3. Atelier d'étalonnage :	17
4. Atelier de peinture :	18
18	
5. Atelier de réparation :	19
19	
II. Constitution d'un compteur :	19
1. Le boîtier :	19
2. Les bobines :	20
a) La bobine tension :	20



b) La bobine de courant :.....	20
3. <i>Le disque</i> :.....	20
4. La minuterie :.....	21
5. La vis de faible charge :.....	21
6. L'aimant de freinage :.....	21
7. Le curseur :.....	22
III. Principe de fonctionnement d'un compteur :.....	22
IV. Etude Presse à injection .....	23
1. Présentation de moulage par injection :.....	23
2. La presse à injecter :.....	23
3. Le moule d'injection :.....	24
4. Fonctionnement de la presse :.....	24
Conclusion :.....	24
XI. Chapitre 3 :.....	25
Automatisation de la presse et solutions proposées.....	25
Introduction :.....	26
I. Cahier de charge de la presse à injection :.....	26
II. GRAFCET :.....	27
1. Grafcet niveau 1 :.....	27
Commande manuelle :.....	27
Commande automatique :.....	29
2. Grafcet niveau 2 :.....	31
III. Problématique :.....	32
Définir le projet.....	32
1. Les incomplets :.....	32
2. Solution :.....	32
3. Matériels utilisés :.....	32
4. Montage :.....	33
5. PROGRAMME :.....	34
6. Principe de fonctionnement :.....	34
7. Autres solutions :.....	35
Conclusion :.....	35
XII. Conclusion générale :.....	36
XIII. Bibliographie :.....	37



## IV. Liste des figures :

Figure 1: organigramme .....	11
Figure 2: compteur HLD03 .....	12
Figure 3: compteur DT58.....	12
Figure 5 : diagramme de Gantt.....	14
Figure 6 : Presse à injection.....	16
Figure 7: Atelier de montage.....	17
Figure 8: Atelier d'étalonnage .....	17
Figure 9 : Appareil de fabrication des plaques signalétique .....	18
Figure 10 : plaques signalétique d'un compteur DT58 .....	18
Figure 11: Atelier de réparation .....	19
Figure 12: compteur complet.....	19
Figure 13: bobine de tension.....	20
Figure 14 : bobine de courant .....	20
Figure 15 : Le disque.....	20
Figure 16 : La minuterie.....	21
Figure 17 : La vis de faible charge .....	21
Figure 18 : Aimant de freinage .....	22
Figure 19 : Le curseur .....	22
Figure 20 : Description de la presse .....	23
Figure 21 : Le thermorégulateur .....	24
Figure 22 : <i>Grafcet niveau 1 : Commande manuelle</i> .....	28
Figure 23 : <i>GRAF CET niveau 1 commande automatique</i> .....	30
Figure 24 : <i>GRAF CET niveau 2</i> .....	31
Figure 25 : <i>Matériels utilisés</i> :.....	32
Figure 26 : <i>Montage</i> .....	33

## V. Liste des tableaux :

Tableau 1 : types de compteur HLD03 .....	12
Tableau 2 : types de compteur DT58 .....	13
Tableau 3 : Tableau de Gantt .....	13



## **VI. Liste des acronymes :**

CEAC : Construction Electrique Appareillages de Comptage.

GRAFCET : Grafcet Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions.

TSP : Terminaux de saisie portable.

ISO : Organisation internationale de normalisation



## VII. Résumé :

La presse à injection est une machine dont Le rôle est la production des différentes parties du boîtier du compteur.

La société achète cette machine de l'étranger avec un manuel d'utilisation, par conséquent elle ne sait pas assez d'information sur son principe de fonctionnement et son automatisation, Ceci fera le but de notre projet permettant une automatisation de la presse à injection à l'aide du Grafset en proposant deux commandes : commande manuelle et automatique, afin de simplifier et faciliter son utilisation.

De plus, l'alimentation de la presse se fait par la trémie qui contient la bakélite sous forme de granulé, mais le contrôle de la quantité de bakélite se fait visuellement par un technicien qui doit à chaque fois jeter un coup d'œil à une surface transparente de la trémie pour voir s'il doit ajouter de la bakélite. Ceci nous fait perdre du temps, pour palier de cela on va ajouter un capteur ultrason pour contrôler la quantité de matière, ce capteur va être mené d'une alarme pour avertir le technicien avant que la bakélite soit finie de la trémie.

Aussi on va essayer de transmettre à partir de ce projet des informations vers la Constitution d'un compteur et son principe de fonctionnement.



## VIII. Introduction générale :

La faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF) demande à l'étudiant d'avoir une expérience pratique sur le terrain. Pour cela l'étudiant devra effectuer un stage de fin d'étude dans une entreprise, sur une thématique reliée au génie électrique.

Dans cette formation en Licence Sciences et Techniques, branche génie électrique, nous avons eu l'opportunité d'effectuer un stage durant deux mois au sein de la CEAC (Construction électrique et appareillage de comptage). Cette société a comme activité principale la production des compteurs électriques.

Ce stage avait pour objectif l'approfondissement de nos connaissances théoriques et de pratiquer dans les bonnes conditions les connaissances acquises dans notre formation.

Dans ce mémoire que nous avons réalisé, la première partie est consacrée à la découverte de la société et ses activités principales et secondaires. Dans la deuxième partie, nous allons présenter les différents ateliers de la CEAC, la construction d'un compteur électromécanique, son principe de fonctionnement et une étude de la presse à injection. Dans la troisième partie, nous allons présenter une élaboration d'automatisation de la presse à injection à l'aide du Grafset en proposant deux commandes : commande manuelle et automatique, réalisation d'un prototype de la solution proposée pour répondre à la problématique.



CEAC

# **IX. Chapitre 1 :**

## **Présentation de la société CEAC**



## Introduction :

À travers cette partie nous donnons un aperçu de la CEAC, de son historique, ses activités principales et secondaires.

### 1. Historique et activité principale :

La CEAC (Constructions Electriques Appareillages de Comptage) est une entreprise principalement de fabrication des compteurs électriques ou ce qu'on appelle appareil de mesure d'énergie consommée.

↳ Créée en 1979 avec un capital de 6millions de dirhams.

↳ Démarrer sa production en 1982, avec la fabrication des compteurs monophasés de type 4 et triphasé de type GH sous licence de GANZ (HONRIE).

↳ A partir de 1990, avec Les conditions économiques mondiales (la crise), des sociétés ont commencé à être vendus. Ainsi après l'achat de la société GANZ par SHLUMBERGER elle produisait sous licence SHLUMBERGER. Elle passe ensuite sous licence ACTARIS et aujourd'hui elle produit sous licence ITRON.

↳ En 1996 du compteur de type C114.

↳ En 1998 du compteur monophasé de type H10.

↳ En 1999, la CEAC a commencé la production de monophasés de types M2XS4, prévue initialement pour l'ONE (Office Nationale de l'électricité).

↳ Aujourd'hui, la CEAC a atteint un capital de 11millions de dirhams, et alimente en compteurs toute les régions du Maroc.

↳ Aujourd'hui, elle produit des compteurs électriques monophasés HLD03 et triphasés DT58 [1].



## 2. Organigramme :

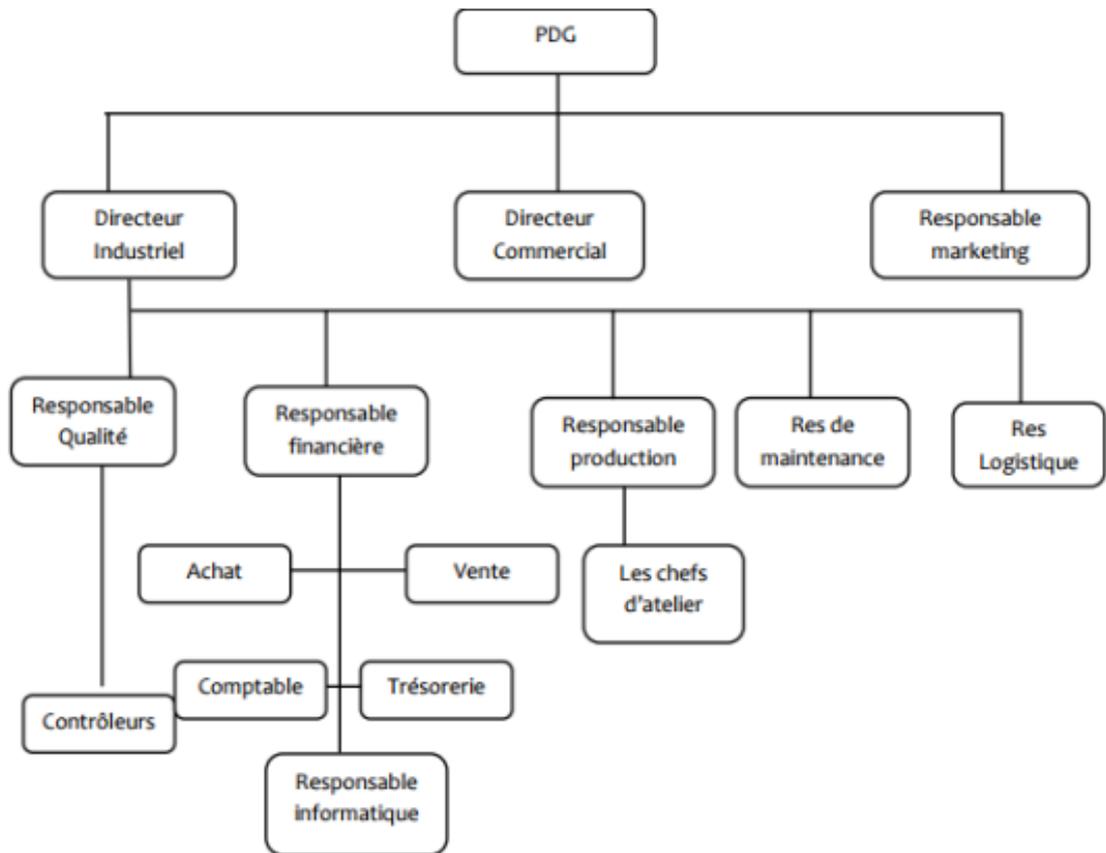


Figure 1: organigramme

## 3. Activités :

### 3.1. Activités principales :

Fabrication des compteurs d'énergie électrique active basse tension monophasée 2 fils et triphasés 4 fils.

#### ❖Types de compteurs fabriqués au CEAC :

Le procédé de fabrication de la société consiste à fabriquer deux types des compteurs électromécaniques qui sont :

- ♦Compteur monophasé HLD03.
- ♦Compteur triphasé DT58.

#### a) Compteurs d'énergie électrique monophasés de type HLD03 :

Le compteur HLD03 classe 2 est le plus récent fabriqué et vendu par SCHLUMBERGER. Avec un système d'horloge différent. Le compteur est conforme à la norme CEI521. Il est conçu pour mesurer l'énergie électrique active en distribution 2 fils, le type HLD03 est construit par :



- ↳ Supporter le climat sévère des pays tropicaux.
- ↳ Assurer l'exactitude des mesures, la stabilité et la précision.
- ↳ Assurer la sécurité contrôlée effets d'environnement extrême.
- ↳ Assurer la protection contre les chocs électriques ou les incendies.



Figure 2: compteur HLD03

Il en existe plusieurs types et ils varient par le nombre de spires au niveau de la bobine de courant :

calibre du compteur HLD03(en Ampère)	Nombre de spires
5-20 et 5-30	6 spires
10-30	3 spires
20-60	2 spires

Tableau 1 : types de compteur HLD03

**b) Compteurs d'énergie électrique triphasés de type DT58 :**

Le compteur d'énergie électrique triphasé de type DT58 est composé de deux disques jumeaux et de trois blocs moteurs. Sa conception moderne lui assure une large gamme de mesure avec un courant maximal de 120 Ampère.

Le compteur DT58 est conçu conformément à la norme CEI et à la norme marocaine. Il assure une grande précision et stabilité, une excellente tenue aux environnements sévères en plus sa grande sécurité contre les incendies et les chocs thermiques [1].

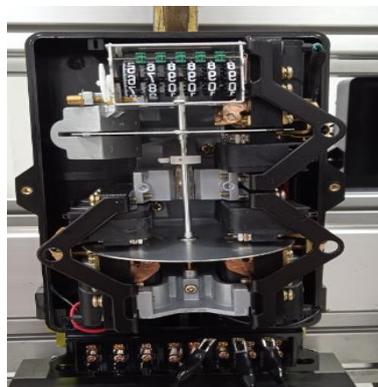


Figure 3: compteur DT58



La différence entre elle se remarque au niveau du nombre de spires de la bobine de courant :

calibre du compteur DT58(en Ampère)	Nombre de spires
5-20 ET 5-30	3 spires
10-30 ET 10-60	2 spires
30-90	1 spire à gauche et 2 spires à droite
20-100	1 spire de grande section

*Tableau 2 : types de compteur DT58*

### 3.2. Activités secondaires :

- ↪ Maintenance des compteurs numériques spectraux
- ↪ Services dans l'environnement du compteur : ventes et maintenance des TSP (Terminaux de saisie portable), systèmes de télé relèvement, gestion de la Clientèle,... [1]

## 4. Présentation du projet :

Lors de mon travail sur ce sujet au sein de la CEAC, nous avons remarqué l'absence d'un système automatisé pour la machine à injection, aussi nous avons un autre problème c'est que le technicien qui contrôle visuellement la quantité de la bakélite ou la trémie, doit à chaque fois jeter un coup d'œil à une surface transparente de la trémie pour voir s'il doit ajouter de la bakélite, donc ceci nous fait perdre du temps.

## 5. Objectifs du projet :

- Élaboration d'une automatisation de la presse à injection à l'aide du Grafcet en proposant deux commandes : commande manuel et automatique.
- Réalisation d'un prototype pour répondre à la problématique de la trémie.

## 6. Diagramme de GANTT :

### 1. Tableaux de Gantt :

1	Taches	date de de	Durée/jour
2	Visite de la société	date de de	1
3	Visite du magasin	date de de	2
4	Visite de l'atelier d'injection	date de de	2
5	Détermination du sujet	date de de	1
6	Visite des différents ateliers de montages, étalonnage, peintures, réparation et d'emballage	date de de	7
7	Bibliographie et collecte d'informations	date de de	6
8	Définition de la problématique, identification des causes et objectifs à atteindre	date de de	2
9	Développement du Grafcet	date de de	14
10	Développement du code informatique pour la surveillance du niveau de bakélite	date de de	7
11	Réalisation du Prototype	date de de	7
12	Test et validation de la solution proposée	date de de	6

*Tableau 3 : Tableau de Gantt*



## 2. diagramme de Gantt :



Figure 4 : diagramme de Gantt

## Conclusion :

Dans cette partie nous avons mentionné les activités principales et secondaires de la société, aussi nous avons présenté le contexte général du projet, ses objectifs et le planning que nous avons adopté pour réussir ce projet.

Dans le chapitre suivant nous allons étudier la société d'un angle plus profond.



# **X. Chapitre 2 : Etude de l'existant**



## Introduction :

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents ateliers de la CEAC puis nous allons procéder à l'étude de la construction d'un compteur électromécanique sans oublier son principe de fonctionnement. A la fin, nous allons étudier la presse à injection.

### I. Description des ateliers :

La fabrication du compteur électromécanique de la CEAC passe par plusieurs étapes avant d'être mis au point. Certaines pièces sont fabriquées sur place. Il s'agit des pièces injectées qui sont mis en forme à l'atelier d'injection. D'autres pièces sont importées de l'étranger : le bloc moteur, la minuterie, l'aimant. Toutes ces pièces se trouvent dans l'atelier de montage. Le compteur monté subit un étalonnage. A la fin du processus, il est contrôlé par le service de contrôle avant d'être emballé et livré au client.

#### 1. Atelier d'injection :

Cet atelier contient plusieurs machines autre que les presses : utilisées pour le refroidissement du capot, pour l'échauffement d'huile à une valeur très précise et pour insérer des vis, donc elles possèdent trois installations :

- Pneumatique
- Hydraulique
- Electrique

#### Matière première :

La matière première utilisée c'est la bakélite ; elle est fournie par la société ACTARIS. Cette matière a une couleur noir brillant et elle à des propriétés mécaniques élevées :

- Résistance à la traction : 100 MPA
- Résistance à compression : 150 MPA
- Résistance à la flexion statique : 115 MPA
- Rigidité diélectrique transversale : 5 KV/mm [2]

#### Machine d'injection :



*Figure 5 : Presse à injection*

Le rôle de la machine est la production des différentes parties du boîtier du compteur monophasé ou triphasé. Chaque machine comporte un moule permettant la mise en forme de la pièce désirant (la base, le capot, et le bloc à bornes...).



## 2. Atelier de montage :

Il s'agit de l'atelier qui fait l'assemblage de la majorité des composants des compteurs à savoir : La base ; Le capot ; Le bloc moteur ; La visserie ; La minuterie ; Le disque ; Pivot supérieur ; Pivot inférieur ; L'aimant.



Figure 6: Atelier de montage

## 3. Atelier d'étalonnage :

Après sa sortie de l'atelier de montage, le compteur n'est pas encore prêt à être utilisé. Il doit être étalonné afin d'assurer des valeurs de l'énergie affichées dans la minuterie, qui correspondent à un tel nombre de tours bien précis et que le taux d'erreur soient conformes aux normes imposées par ISO 9001 et à la marge imposée par la régie.



Figure 7: Atelier d'étalonnage

Dans cet atelier climatisé ( $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), nous faisons l'ensemble d'opérations d'étalonnage, qui consiste à déterminer les valeurs d'erreurs des compteurs en lançant une séquence de tests avec des paramètres différents d'un essai à un autre :

↳ La tension

↳ L'intensité du courant

↳ Le déphasage

#### 4. Atelier de peinture :



Figure 8 : Appareil de fabrication des plaques signalétique

Dans cet atelier se fait l'impression, dans les plaques signalétiques des compteurs fabriqués par la CEAC, des informations :

- ↪ Client (régie de distribution de l'électricité)
- ↪ La constante C (Wh/tour)
- ↪ Le numéro de série
- ↪ La marge de courant des deux types de compteurs HLD03 MD58

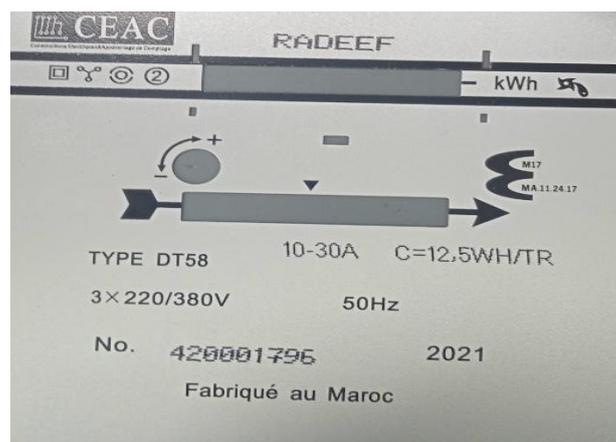


Figure 9 : plaques signalétique d'un compteur DT58



## 5. Atelier de réparation :



*Figure 10: Atelier de réparation*

C'est là où nous réparons tous les compteurs défectueux et les compteurs qui viennent du laboratoire d'étalonnage et qui n'ont pas donné des résultats conformes aux normes et /ou aux exigences des clients.

Chaque compteur est accompagné d'une étiquette qui indique la nature du défaut. En lisant attentivement l'étiquette, nous déterminons la nature de défaut et nous faisons un contrôle général.

## II. Constitution d'un compteur :

Un compteur électrique est constitué des composants suivants :

### 1. Le boîtier :

Le boîtier se compose de la base, du capot, du bloc à bornes et de la cache borne qui sont fabriqués de la bakélite.



*Figure 11: compteur complet*

**Un bloc moteur** : contenant une bobine de tension, une bobine de courant, d'un curseur, une vis de faible charge et d'un support.



## 2. Les bobines :

### a) La bobine tension :

Appelée encore système tension, la bobine de tension comporte une multitude de spire dont le nombre et le diamètre dépendent selon les tensions prise en charge.



Figure 12: bobine de tension

### b) La bobine de courant :

La bobine de courant est constituée d'un fil enroulé en un certain nombre de spires.



Figure 13 : bobine de courant

## 3. Le disque :

C'est un plateau circulaire en aluminium qui tourne sous l'effet de 2 types de champs magnétiques générés par les deux bobines de courant et de tension, de même le disque fait tourner la minuterie du compteur. Ce disque a une épaisseur de 1mm et présente sur ses bordures 162 dents qui permettent de faire des tests stroboscopiques.

Le disque est supporté par 2 pivots comportant des crapaudines dont le rôle est de faire tourner librement l'axe tout en minimisant au maximum les frottements susceptibles de provoquer l'usure des pièces. Il en faut 1 pour les compteurs monophasé HLD03, et 2 pour le compteur triphasé DT58.



Figure 14 : Le disque



#### 4. La minuterie :

La minuterie constitue l'élément d'affichage des compteurs électriques, son fonctionnement est lié par celui du disque. En fait, le pivot supérieur du disque contient une vis sans fin, qui entraîne la première roue dentée du système d'engrenages entraînant à son tour les roues numérotées. La vitesse du disque est réglée (laboratoire d'étalonnage) de façon à ce que la minuterie affiche directement le nombre de KWh.



Figure 15 : La minuterie

#### 5. La vis de faible charge :

C'est une vis en laiton, située juste en dessous de la bobine de tension. Grâce à sa position, elle permet d'agir de façon très sensible sur le flux émis par la bobine de tension et par conséquent, sur le mouvement du disque engendré par ce flux. La vis de faible charge n'a aucun lien physique avec le système de tension ou le système de courant.

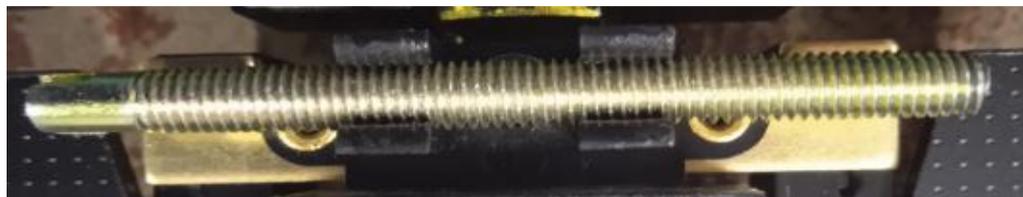


Figure 16 : La vis de faible charge

#### 6. L'aimant de freinage :

Lorsque le compteur est traversé par un courant important, la vis de faible charge n'aura plus d'influence sur le flux engendré par les bobines. Pour pouvoir régler la vitesse du disque suivant les caractéristiques techniques exigées par les clients, un dispositif est établi de façon à agir sur la rotation du disque, Il s'agit de 2 aimants disposés face à face sur un support métallique entre lesquels passe le disque. L'interaction entre ces 2 aimants engendre un couple résistant qui agit directement sur la vitesse du disque. Chaque aimant est muni d'un orifice à travers lequel passe une vis qui permet ainsi de diminuer ou d'augmenter le couple résistant créé par 2 aimants, ce qui engendre directement une diminution ou une augmentation de la vitesse de rotation du disque [3].



Figure 17 : Aimant de freinage

### 7. Le curseur :

Permet de régler le déphasage entre le courant et la tension ce qui le rend très important dans l'étalonnage. Plus le déphasage est petit plus les pertes sont minimales.



Figure 18 : Le curseur

## III. Principe de fonctionnement d'un compteur :

L'énergie électrique est composée d'une tension et d'un courant électrique alternatif dont la fréquence est de 50Hz .Le disque est mis en rotation à une vitesse proportionnelle à la puissance active consommée ( $p=u*i$ ).Ce sont les bobinages inducteurs qui font tourner le disque grâce aux courants de Foucault générés par les champs magnétiques variables.

Le compteur est composé de deux bobines : une bobine de tension et une bobine de courant. Les noyaux 1et 2 sont complémentaires : ils créent un noyau fermé (le disque est conducteur), ce qui forme un circuit électrique créant un champ magnétique variable très intense dans l'entrefer A et B.

Sous l'effet de ce champ magnétique se crée un flux proportionnel au courant I, qui est lui-même alternatif. Ce flux varie, ce qui crée un couple sur le disque et entraine sa rotation.

Cette rotation du disque se transforme aux nombres de Kilowattheures consommés affichés à la minuterie grâce à un système d'engrenages. Donc ce qui est affiché sur la minuterie est le nombre de tour multiplié par la constante du compteur. Cette constante n'est rien d'autre que le nombre de Wh qui sont consommés lorsque le disque fait un tour [4].



## IV. Etude Presse à injection

### 1. Présentation de moulage par injection :

Le moulage par injection permet la fabrication de pièces en grande ou très grande série. La quantité du moule et la précision du processus permettent d'obtenir des pièces de production visuelles et fonctionnelles.

La matière est ramollie, puis injectée dans des moules installés sur une machine spéciale (presse), et composés de deux coquilles (partie fixe et partie mobile). La matière est ensuite refroidie puis la pièce est éjectée du moule.

Le moulage par injection : est un procédé de transformation de matières thermoformables, comme les matières plastiques, les élastomères (caoutchoucs), et les métaux et alliages à point de fusion relativement bas comme l'aluminium, le zinc ou le laiton. Ces dernières se présentent sous forme de granulés avant la phase de transformation. Elles sont ramollies sous l'effet de la chaleur. Une fois sous forme liquide, la matière est injectée dans un moule et prend l'empreinte de celui-ci. Ensuite, elle va refroidir et se solidifier. Lorsqu'elle retrouve sa dureté, on peut extraire la pièce qui devient utilisable (démoulé la pièce) [5].

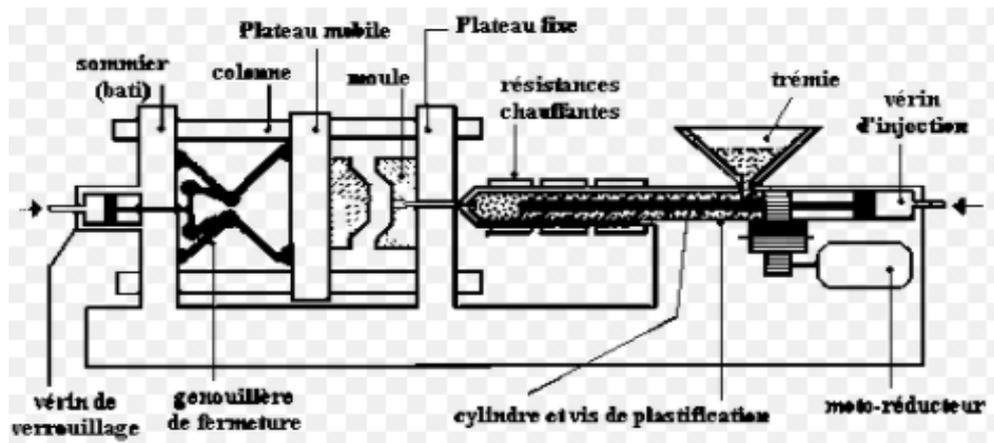


Figure 19 : Description de la presse

### 2. La presse à injecter :

La presse à injecter est composée de 2 parties :

Groupe d'injection plastification et groupe de fermeture. Permettent la fusion et le transfert de la matière fondue dans le moule.

Les fonctions de groupe à injection sont les suivantes :

- Alimentation en granulés.
- Fusion de la matière : transformation de granulés en état visqueux.
- Dosage de la matière injectée.
- Injection de la matière fondue sous pression.

Les fonctions du groupe de fermeture :



Le groupe de fermeture permet le verrouillage, l'ouverture et la fermeture du moule, ainsi que l'éjection des pièces.

### 3. Le moule d'injection :

Le moule d'injection est un outillage usiné généralement en acier dont les fonctions sont :

- L'acheminement de la matière jusqu'à la cavité ou « empreinte »
- La mise en forme de la pièce à injecter.
- Le refroidissement : étape essentielle car une bonne homogénéité thermique du moule assure les qualités esthétiques et dimensionnelle de la pièce finie.
- L'éjection de la pièce une fois que la phase de refroidissement et achevée.

### 4. Fonctionnement de la presse :

Le cycle est divisé par deux parties nommées chambres. La première chambre connaît une température de 60°, par l'intermédiaire d'un thermorégulateur qui fait circuler l'huile chauffée dans un serpentin à l'intérieur de la première chambre connaît une température de 56°C grâce au thermorégulateur.

Le thermorégulateur :



Figure 20 : Le thermorégulateur

Le thermorégulateur est l'ensemble des mécanismes qui permet à un organisme ou à un système de se maintenir à une température souhaitée.

### Conclusion :

Après avoir étudié la presse à injection, il nous apparaît plus utile de mettre en place un outil d'automatisation de cette dernière afin de simplifier et faciliter son utilisation. Ceci fera l'objet du chapitre suivant.



# **XI. Chapitre 3 :**

## **Automatisation de la presse et solutions proposées**



## Introduction :

Ce dernier chapitre décrit la phase finale de notre projet. Le système intelligent de contrôle du niveau de la bakélite que nous proposons dans ce travail est basé sur une carte Arduino UNO. Ce chapitre décrira les caractéristiques essentielles des éléments utilisés pour la mise en œuvre de notre système. Pour se faire nous élaborons dans un premier temps une automatisation de la presse à injection à l'aide du Grafcet en proposant deux commandes : commande manuelle et automatique, ensuite nous réalisons un prototype de la solution proposée pour répondre à la problématique, et nous concluons par faire des tests afin de valider le fonctionnement de notre système.

### I. Cahier de charge de la presse à injection :

Avant le démarrage de la presse il faut régler la température, la pression, le volume ensuite il faut fermer la porte de la presse, un capteur vas indiquer la fermeture de la porte.

Nous chargeons la matière bakélite dans la trémie. D'abord le moule sera fermé par un vérin (vérin A) et quand il est verrouillé un capteur à lame souple vas détecter le verrouillage de moule. La matière entre dans le cylindre à partir d'un trou à la fin de la trémie vers la première zone du cylindre correspond à la température de l'aire ambiante.

La vis sans fin entraine à partir d'un moteur hydraulique (Rotation de vis sans fin) et un vérin (vérin B) pour translater la vis sans fin qui pousse la matière vers l'avant à travers son filetage. Un fin de course B vas indiquer la fin de rotation et de translation de vis. La matière se trouve dans la première chambre du cylindre (la présence de la matière sera détectée par un capteur de présence). Cette matière (bakélite) commence à se transformer en pâte sous effet de la chaleur .Quand la matière se trouve dans la deuxième chambre elle aura sa forme pâteuse finale. Alors elle est ensuite prête à être injecter dans le moule par un injecteur commandé par un vérin (vérin C). Un fin de course D vas indiquer la fin d'éjecteur idem par un vérin (vérin C).

La buse se déplace vers le moule (vérin D), un fin de course D vas indiquer la fin de déplacement de bus et de dosage commence. Quand l'injection se termine, la buse retourne à son état initial, et la pièce prend sa forme à l'intérieur du moule à un temps précis de 1 min.

Le moule est constitué de deux parties appelées empreintes mâle et femelle.



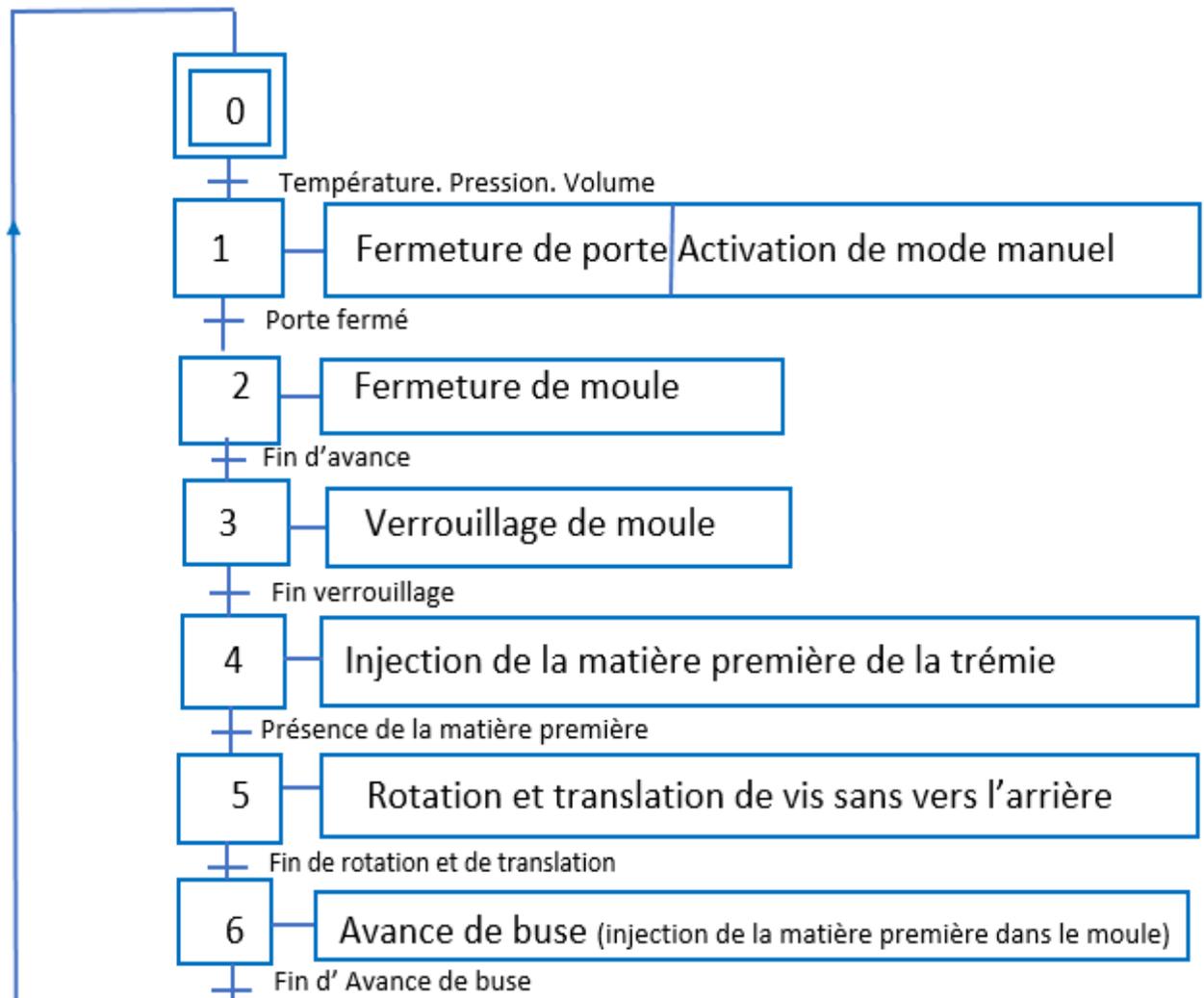
## II. GRAFCET :

### 1. Grafcet niveau 1 :

#### Commande manuelle :

La société utilise le mode de travail manuel dans les cas des pièces défectueuses afin de minimiser au maximum les pertes de la matière et de tester la machine à chaque fois. Le GRAFCET suivant montre les étapes de la production en carreaux et les transitions (condition) en tirets.

**NB** : le cahier de charge p (25) explique en détails le GRAFCET.



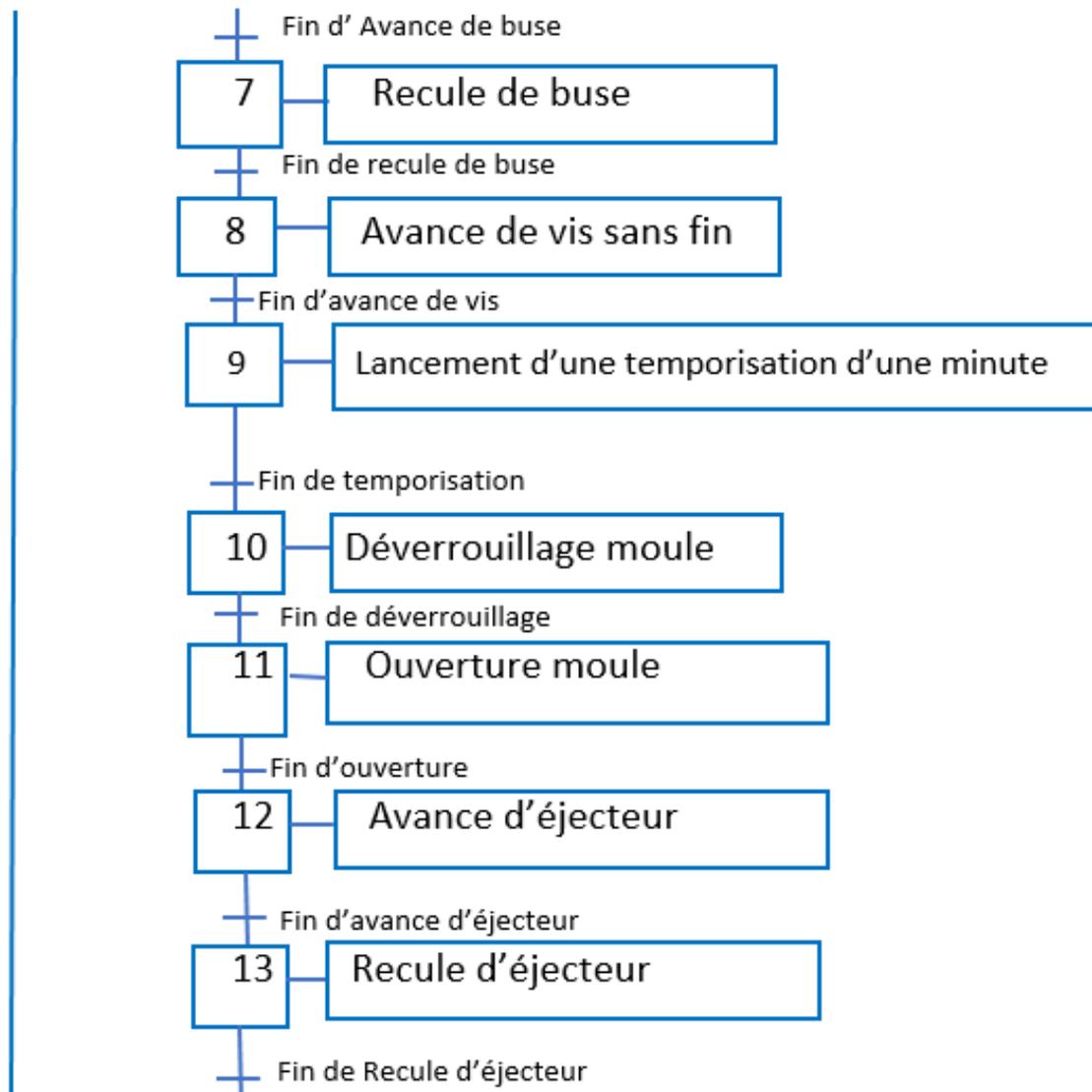


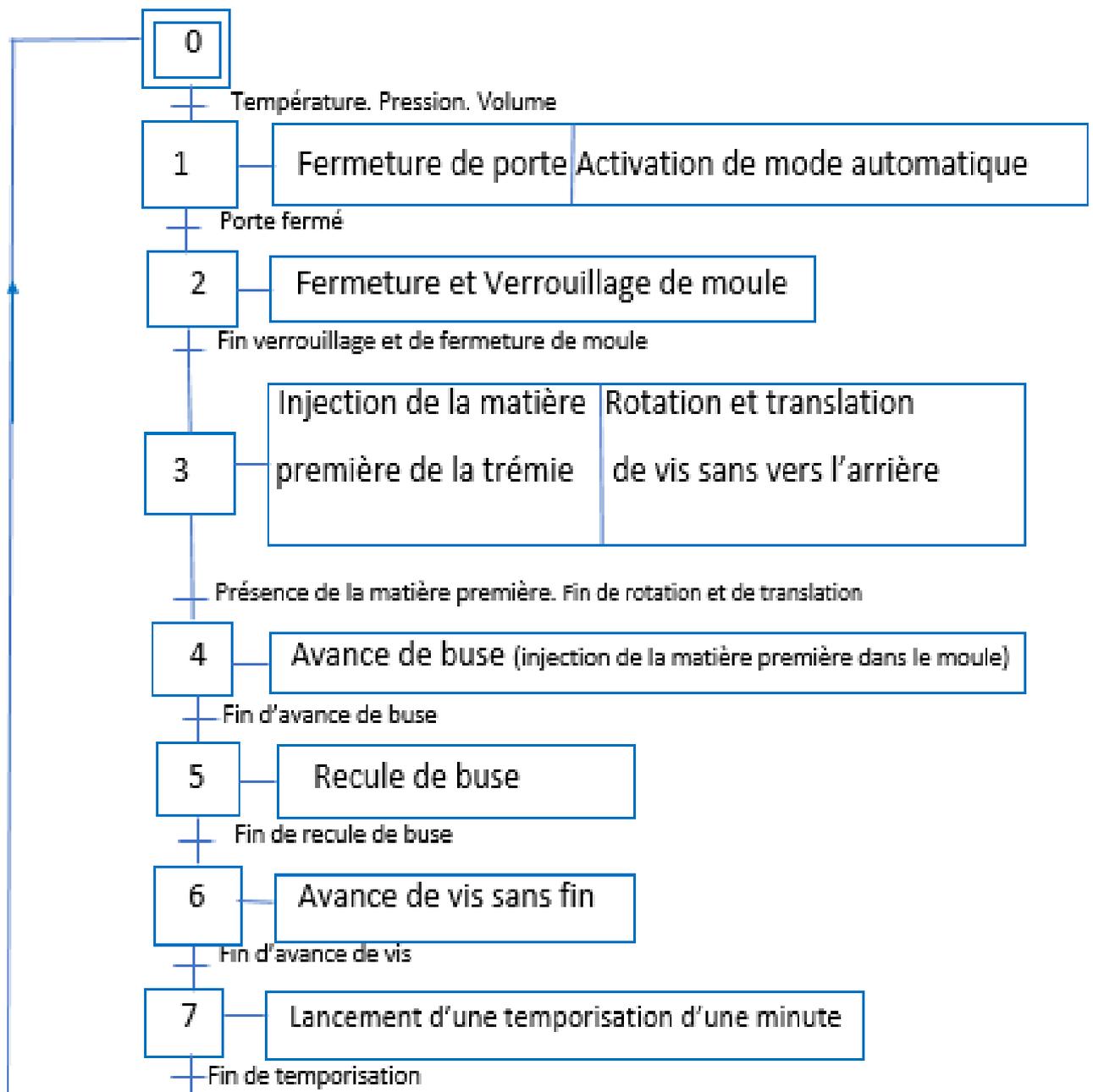
Figure 21 : Grafset niveau 1 : Commande manuelle

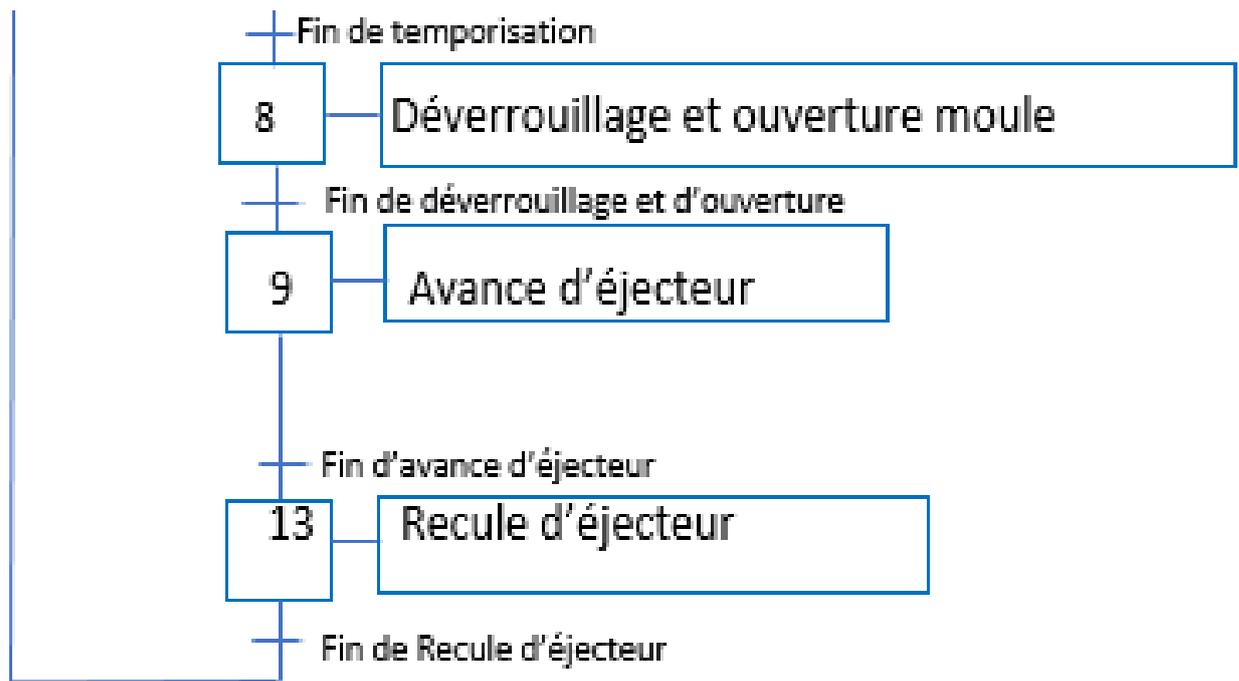


### Commande automatique :

La société utilise le mode de travail automatique au travail permanent afin de réduire le temps. Le GRAFCET suivant montre les étapes de la production en carreaux et les transitions (condition) en tirets.

**NB** : le cahier de charge p (25) explique en détails le GRAFCET.



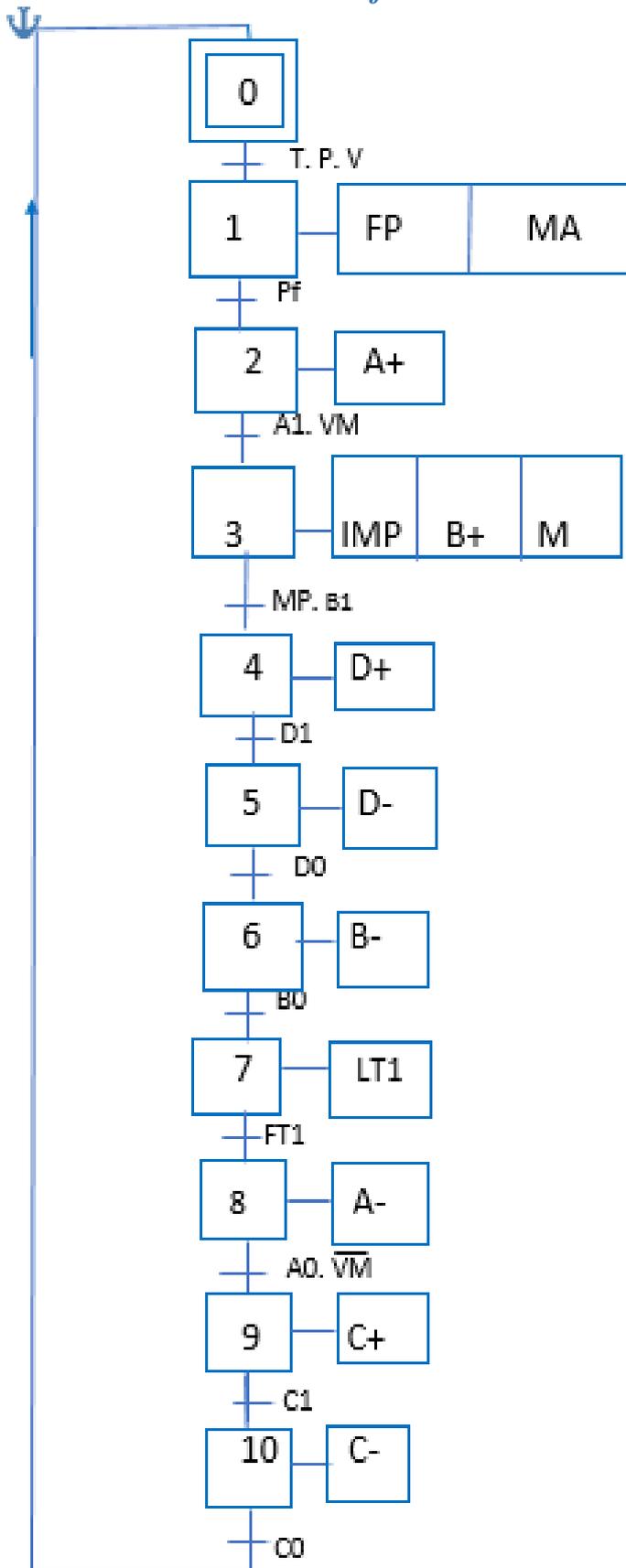


*Figure 22 : GRAFCET niveau 1 commande automatique*

**NB :** Le GRAFCET niveau 2 n'est que le GRAFCET niveau 1 commande automatique en utilisant des symboles.



## 2. Grafset niveau 2 :



### Informations :

Pf : Porte fermé

T : température

P : pression

V : volume

MP : capteur de présence de la matière première

VM : capteur qui indique le verrouillage de moule

FT : fin de lancement temporisation

### Fin de course des vérins :

A1 : fin de course a1 actionnée (moule fermé)

A0 : fin de course a0 actionnée (moule ouvert)

B1 : fin de course b1 actionnée (fin d'avance de vis sans fin)

B0 : fin de course b0 actionnée (fin de recule de vis sans fin)

C1 : fin de course c1 actionnée (fin d'avance d'éjecteur)

C0 : fin de course c0 actionnée (fin de recule d'éjecteur)

D1 : fin de course d1 actionnée (fin d'avance de bus)

D0 : fin de course d0 actionnée (fin de recule de bus)

### Ordres :

IMP : injection de la matière première

M : actionner le moteur

FP : fermeture de la porte

LT1 : Lancement de temporisation

### Commande des vérins :

A+ : avance de vérin A (fermeture du moule)

A- : recule de vérin A (ouverture du moule)

B+ : avance de vérin B (recule de vis sans fin)

B- : recule de vérin B (avance de vis sans fin)

C+ : avance de vérin C (avance d'éjecteur)

C- : recule de vérin C (recule d'éjecteur)

D+ : avance de vérin D (avance de bus)

D- : recule de vérin D (recule de bus)

Figure 23 : GRAFCET niveau 2



### III. Problématique :

#### Définir le projet

L'application de la méthode QQQQCP va nous permettre de bien cadrer et définir le problème afin de trouver des bonnes solutions. Cette méthode consiste à répondre d'une manière successive aux questions suivantes :

- **QUOI ?** Etudier les problèmes qui mènent à la dégradation de la production et faire des propositions d'amélioration de la production.
- **QUI ?** Le problème concerne en premier lieu les techniciens.
- **Où ?** Atelier d'injection.
- **QUAND ?** Depuis la création de la société.
- **COMMENT ?** Chercher les causes possibles et principales qui présentent un obstacle à la production.
- **POURQUOI ?** Pour optimiser la production.

#### 1. Les incomplets :

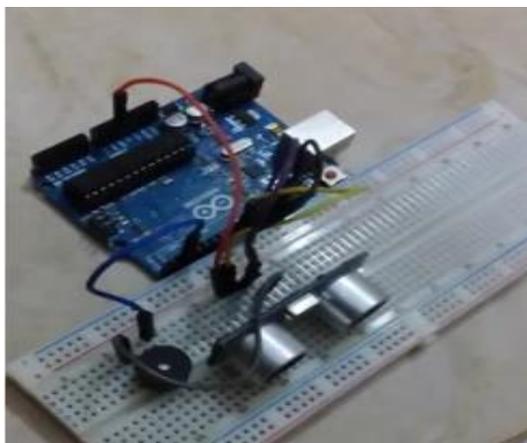
Si la trémie contient une quantité de bakélite insuffisante, l'écoulement se solidifie avant le remplissage des trajectoires d'écoulement.

Normalement c'est le technicien qui contrôle visuellement cette quantité. A chaque fois il jette un coup d'œil à une surface transparente de la trémie pour voir s'il doit ajouter de la bakélite. Ceci nous fait perdre du temps, aussi l'erreur due à l'opérateur peut être importante.

#### 2. Solution :

Un capteur de niveau pour contrôler la quantité de matière, ce capteur va être mené d'une alarme pour avertir le technicien avant que la bakélite soit finie de la trémie.

#### 3. Matériels utilisés :



1. Bread board
2. Capteur ultrason
3. Câble Arduino
4. Alarme
5. Carte Arduino Uno

Figure 24 : Matériels utilisés :

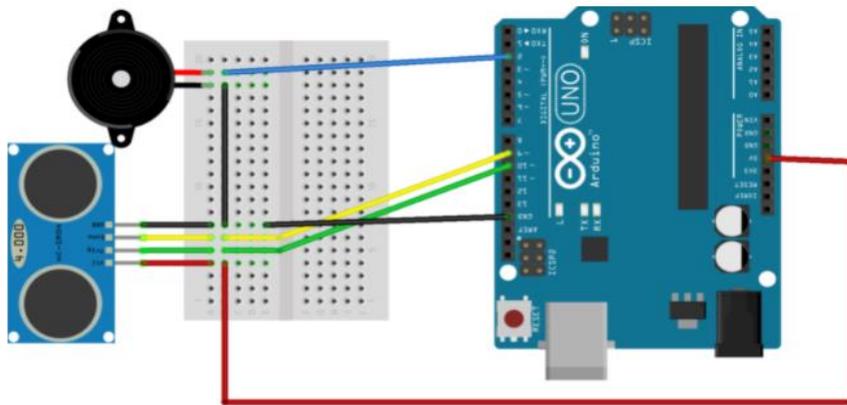


#### 4. Montage :

Nous avons connecté la borne positive de l'alarme au port 2 de la carte ARDUINO et la borne négative à la GND (Ground). Aussi le port VCC (vin de consommation courante) des ultrasons au port +5v et le GND à la terre.

Nous avons connecté le port de déclenchement au port 10 et le port d'écho au port 9.

Les images suivantes montrent les connexions réalisées.



*Figure 25 : Montage*



## 5. PROGRAMME :

```
// Define pins for ultrasonic and busser
int const trigPin = 10;
int const echoPin = 9;
int const bussPin = 2;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT); // trig pin will have pulses output
  pinMode(echoPin, INPUT); // echo pin should be input to get pulse width
  pinMode(bussPin, OUTPUT); // buss pin is output to control bussering
}
void loop()
{
  // Duration will be the input pulse width and distance will be the distance to the obstacle in centimeters
  int duration, distance;
  // Output pulse with lms width on trigPin
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delay(1);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Measure the pulse input in echo pin
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  // Distance is half the duration divided by 29.1 (from datasheet)
  distance = (duration/2) / 29.1;
  // if distance less than 0.5 meter and more than 0 (0 or less means over range)
  if (distance >=16) {
    // Buss
    digitalWrite(bussPin,HIGH );
  } else {
    // Don't buss
    digitalWrite(bussPin,LOW );
  }
  Serial.print("distance:");
  Serial.println(distance);
  // Waiting 60 ms won't hurt any one
  delay(60);
}
```

## 6. Principe de fonctionnement :

Afin de mesurer le niveau de la bakélite dans la trémie, nous avons réalisé un prototype de tel sort qu'une fois la bakélite vient d'être terminée une alarme va se déclencher pour alerter l'opérateur.

Nous avons placé un capteur ultrason en haut du cylindre et nous l'avons lié avec une carte Arduino Uno et une alarme puis nous avons lancé un programme qui va mesurer la distance entre la bakélite et le capteur ultrason, une fois la distance est supérieure à 19 cm l'alarme va se déclencher.

Pour la réalisation au sein de la société nous avons une trémie de 42cm en longueur donc nous allons ajouter le capteur en haut de la trémie et modifier le programme pour une distance de 30 cm au lieu de 19 cm ainsi qu'il nous faut une alarme industrielle.



## 7. Autres solutions :

♦ La presse à injection nécessite 2 heures de réchauffement après avoir commencé son cycle de travail, ce qui impose à la société de travailler d'une manière continue pour éviter de payer un employé pour 6 heures alors qu'il n'a travaillé que 4 heures.

↳ Comme solution, nous proposons d'ajouter une minuterie et la programmer pour lancer le réchauffement tous les jours à 6 Heures du matin.

♦ Autour des moules, nous avons des résistances chauffantes qui ont la probabilité de tomber en panne une fois par an, mais l'absence d'un outil qui va détecter si la résistance fonctionne ou pas provoque un arrêt du travail de deux à trois jours pour chercher d'où vient le problème.

↳ Comme solution, nous proposons d'ajouter un capteur de température et le relié avec une alarme, une fois la température est inférieure à une certaine valeur l'alarme va déclencher.

## Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté la solution permettant de contrôler le niveau de la bakélite ainsi qu'une automatisation de la presse à l'aide du Grafcet. Suite à cette solution, nous sommes passés à la vérification et la validation du système grâce aux tests réalisés.



## XII. Conclusion générale :

Le stage de fin d'études est une expérience enrichissante afin d'approfondir nos connaissances et de qualifier nos compétences pour répondre aux besoins du marché et d'acquérir le savoir-faire et le savoir-être.

### Apports personnels :

Le sujet que nous avons abordé concernant l'automatisation de la presse à nous a permis de développer nos connaissances acquises au sein de la FSTF, en intégrant le monde professionnel.

### Apports pour l'entreprise :

Le projet a permis à l'entreprise de :

- Gagner le temps de travail.
- Diminuer les pertes en termes de coût.
- Augmenter la cadence de production.

Nous souhaitons que ce travail soit pris en considération et finalement, cette expérience a été utile et enrichissante au niveau des informations acquises.



# XIII. Bibliographie :

[1] [https://memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/#book\\_id=3347&fmt=PDF&library\\_id=Calibre\\_Library&mode=read\\_book](https://memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/#book_id=3347&fmt=PDF&library_id=Calibre_Library&mode=read_book)

(Consulté le 01/05/2021)

[2] [http://www.plastiservice.com/uploads/produits/61/6\\_bakelite\\_ELITE-042015.pdf](http://www.plastiservice.com/uploads/produits/61/6_bakelite_ELITE-042015.pdf)

(Consulté le 07/05/2021)

[3] <https://illustrationprize.com/fr/231-energy-meter.html>

(Consulté le 20/05/2021)

[4] <https://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e08puiss.htm>

(Consulté le 29/05/2021)

[5] <https://prototechasia.com/injection-thermoplastique/etapes-moulage-injection>

(Consulté le 04/06/2021)

## Liens utiles :

<https://www.eeca.eu/capteur-capacitif-quest-ce-que-cest%E2%80%89/>

(Consulté le 08/06/2021)

[https://cira-descartes.etab.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/Capteur\\_ultrasonique\\_Li2oc.pdf](https://cira-descartes.etab.ac-lyon.fr/spip/IMG/pdf/Capteur_ultrasonique_Li2oc.pdf)

(Consulté le 08/06/2021)

[http://microcell.ma/index.php?route=product/category&path=59\\_64](http://microcell.ma/index.php?route=product/category&path=59_64)

(Consulté le 07/06/2021)

<https://www.expertise-energie.fr/compteur-generique/compteur-electrique-principes-et-fonctionnement/#:~:text=le%20compteur%20%C3%A9lectrom%C3%A9canique%20%3A%20il%20s,quantit%C3%A9%20donn%C3%A9e%20de%20kWh%20consomm%C3%A9>

(Consulté le 09/06/2021)

<https://www.plastisem.fr/guide-plastique/l-injection-plastique-1/#:~:text=Le%20fonctionnement%20d'une%20presse,et%20des%20colliers%20de%20chauffe>

(Consulté le 17 /05/2021)

<https://create.arduino.cc/projecthub/ammaratef45/detecting-obstacles-and-warning-arduino-and-ultrasonic-13e5ea>

(Consulté le 07/06/2021)