



Année Universitaire : 2021-2022



Licence Sciences et Techniques en Génie Industriel

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'Obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques

**Etude d'une modification dans un
moule d'injection plastique**

Lieu : HISPAMOLDES TANGER

Référence : 16 /22-LST GI

Présenté par:

LAILA ELKHOLFY

Soutenu Le 5 Juillet 2022 devant le jury composé de:

- Mr. CHAMAT Abderrahim (encadrant)
- Mr. TAHIRI Taha (encadrant Société)
- Mr. KAGHAT Fahd (examinateur)

Dédicace

*À l'être le plus cher de ma vie, ma source d'amour, d'affection, et de patience, **ma mère.***

*À celui qui a fait de moi ce que je suis aujourd'hui, **mon père.***

*À ceux qui m'ont supporté et encouragé tout au long de mon parcours, **ma tante.***

*À ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité, **mes proches amis.***

*À tous mes amis de la promotion 2022 de la licence **GI.***

À tout le personnel d'Hispanolde Tanger

Remerciement

*<< Chacun de nous à des raisons d'éprouver une profonde gratitude pour ceux qui ont rallumé la flamme en nous. >> **Albert Schweitzer***

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin d'études et à l'élaboration de ce modeste travail. Ce rapport était le résultat d'un effort conjugué de plusieurs personnes dont j'ai profité de leurs conseils et encadrements.

En tout premier lieu, j'exprime mes profonds remerciements à **Mr. TAHIR Taha**, responsable du service d'ingénierie au sein de **HISPAMOLDES TANGER**, et à **Mr. BOUSLHAM Zubair** technicien mouliste, pour l'aide compétente qu'il m'a apportée, pour sa patience et son encouragement. Son œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes sections.

Je suis particulièrement redevable à **Mr. CHAMAT Abderrahim**, professeur à la **FST** de Fès, et l'encadrant de mon projet. Je voudrais le remercier chaleureusement et j'exprime une grande considération pour ses conseils, ses directives, sa disponibilité, et son soutien pour l'accomplissement de mon projet.

Je tiens également à remercier infiniment tous les professeurs de la licence Génie industriel pour leurs générosités, et leurs efforts qui ont fourni pour nous former durant cette année.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, mes sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce projet.

Liste des abréviations

FSTT : Faculté des sciences et techniques de Tanger.

CA : Chiffre d'affaire.

AFB : Analyse fonctionnelle du besoin.

FP : Fonction principale.

FC Fonction contrainte.

S.A.D.T: Structured analysis and design technique.

CDC : Cahier des charges.

PA6 GF30 : Polyamide 6 chargé 30% en fibre de verre.

Ra : Rugosité Moyenne Arithmétique.

CN : Commande numérique.

CAO : Conception assisté par ordinateur.

FAO : Fabrication assisté par ordinateur.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des principales matières plastiques utilisées — 9

Tableau 2: Les fonctions de service (moule d'injection) — 11

Tableau3: Caractéristique de la matière PA6GF30 — 14

Tableau4: L'ensemble des postes et interventions à réaliser — 18

Tableau 5: Paramètre de coupe — 20

LISTE DE FIGURE

Figure 1 : logo de group Hispamoldes	2
Figure 2: Répartition des sociétés du groupe HISPAMOLDES dans le monde.	2
Figure 3 : logo Hispamoldes-Tanger.	3
Figure 4 : Fiche de présentation de la société.	4
Figure 5: organigramme de group Hispamoldes Tanger	4
Figure 6: les produits de la société Hispamoldes Tanger.	5
Figure 7: les clients du groupe Hispamoldes Tanger.	6
Figure 8: principe de l'injection plastique	7
Figure 9: Les parties constituant d'une Presse d'injection.	8
Figure 10: moule d'injection.	10
Figure 11: Nomenclature d'un moule simple	10
Figure 12 : Diagramme pieuvre d'un moule d'injection plastique	11
Figure13: Capture du 3D de la pièce plastique modifiée.	12
Figure14: La zone modifiée dans la pièce plastique.	13
Figure15: Dépouille de démoulage de la pièce plastique.	14
Figure16: la mise en position de la pièce plastique dans le moule	15
Figure17: Rainures ajoutée dans la partie injection du moule.	15
Figure18: Dépouille positive de démoulage.	16
Figure19: la réalisation des événements de dégazage dans le moule.	17
Figure20: Partie fixe de moule.	18
Figure21: Exemple des électrodes.	19
Figure22: Machine Heidenheim ITNC 530.	19

Figure23: Logo logiciel Power MILL.	20
Figure24: Processus d'électroérosion	21
Figure25: Electrode.	21

Sommaire

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIETE ET PROCEDE D'INJECTION PLASTIQUE

1. Présentation de l'organisme d'accueil

1.1 Groupe HISPAMOLDES

1.1.1 Répartition des sociétés du groupe HISPAMOLDES dans le monde

1.1.2 L'évolution du groupe HISPAMOLDES

1.2 HISPAMOLDES Tanger

1.2.1 Fiche d'identité

1.2.2 Organigramme de l'entreprise

1.2.3 Produits finis

1.2.4 Les clients de Grupo Hispamoldes Tanger

2. Le procédé d'injection des matières plastiques

2.1 Définition

2.2 Principe de l'injection plastique

2.3 Les Presses d'injection plastique

2.4 Cycle d'une presse d'injection

2.5 Généralités sur la matière d'injection

3. Outillages d'injection (moule)

3.1 Définition d'un moule d'injection plastique

3.2 Nomenclature de moule d'injection

3.3 Analyse fonctionnelle d'un moule d'injection plastique

CHAPITRE II : CAHIER DES CHARGES ET ETUDE DE FAISABILITE

1. Cahier des charges

1.1 Définitions

1.2 Les éléments nécessaires dans un cahier des charges pour modification d'un moule

1.3 Plan 3D détaillés de la pièce plastique

1.4 Le plan 2D du moule dans son état fonctionnelle

1.5 Analyse de la modification

2. Etude de faisabilité

2.1 Définition

2.2 Etude des risques :

CHAPITRE III : MODE OPERATOIRE ET LE CHIFFRAGE DE PROJET

1. Mode opératoire :

1.1 Démontage :

1.2 Usinage des électrodes :

1.3 Electroérosion :

1.4 Polissage :

2. Chiffage technique :

2.1 Définition :

2.2 Méthode de chiffage de projet :

3. Devis d'un projet :

3.1 Définition :

3.2 Constituants d'un devis :

4. Chiffage technique de notre projet :

Introduction générale :

A nos jours les pièces en matières plastiques peuplent notre vie quotidienne dans tous les domaines d'utilisation. La matière plastique remplace les autres matériaux à savoir, le métal, le carton, le bois, les verres, la céramique et autres matériaux. Qu'il s'agisse des châssis des fenêtres dans le bâtiment, des éléments de carrosserie et autres composants dans les domaines de l'automobile, de l'aéronautique et navale aussi les meubles, les appareils électroménagers, le matériel électrique, le matériel médical et les moyens de transport. Partout l'utilisation des matériaux plastiques apportent des solutions de fabrications simples, de réalisations fiables et esthétiques suite à la diversité des procédés de mise en forme comme l'injection, l'extrusion et le thermoformage avec un prix de revient compétitifs, autant d'atouts qui concurrencent les autres matériaux tels que les métaux et le bois.

J'ai eu l'occasion d'effectuer mon stage à la société GRUPO HISPAMOLDES TANGER exerçant dans la fabrication et transformation de pièces en plastique de différents grammages et différentes couleurs : Etude, conception, développement, fabrication, réparation et maintenance de moules. au sein du service conception, ma mission était de faire une modification d'un moule d'injection plastique selon un cahier de charge.

Le travail suivant va contenir trois chapitres, le premier va cerner une présentation de la société Hispamoldes et la procède d'injection, ses composants et les outils que nous avons utilisés pour définir et résoudre la problématique, puis le deuxième chapitre va se baser sur l'analyse du cahier de charge. En plus, nous allons présenter l'étude de faisabilité. En fin, le troisième chapitre va regrouper les étapes de mode opératoire de réalisation de moule et le chiffrage de projet.

*CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA
SOCIETE ET PROCEDE D'INJECTION
PLASTIQUE.*

1 Présentation de l'organisme d'accueil :

1.1 Groupe HISPAMOLDES :

La figure 1 représente le logo du groupe HISPAMOLDES.



Figure 1 : logo du groupe Hispamoldes

Groupe HISPAMOLDES est une entreprise dédiée à la fabrication des pièces thermoplastiques par injection avec différentes finitions fonctionnelles, visant fondamentalement le secteur de l'automobile avec plus de 30 ans d'activité en matière de recherche, développement et innovation.

1.1.1 Répartition des sociétés du groupe HISPAMOLDES dans le monde :

Actuellement le Group Hispamoldes est composé de trois sociétés de production et de différents sièges commerciaux répartis partout dans le monde, figure 2.

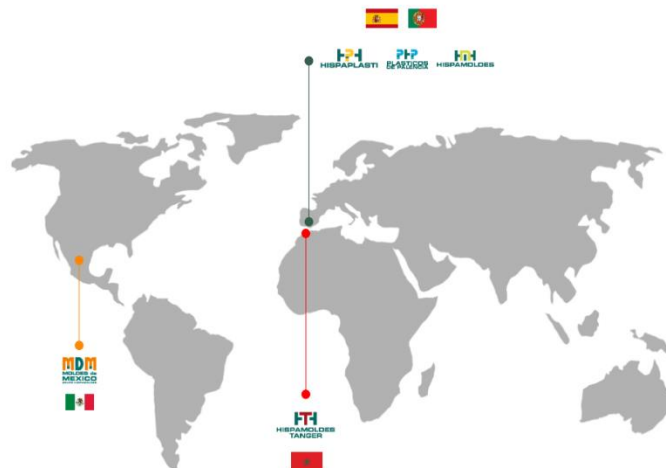


Figure 2 : Répartition des sociétés du groupe HISPAMOLDES dans le monde.

1.1.2 L'évolution du groupe HISPAMOLDES :

Le succès d'HISPAMOLDES est passé par plusieurs étapes importantes :

1984 : Fondation du groupe HISPAMOLDES dans Parc Technologique de Galice en Espagne.

1988 : HISPAMOLDES a inauguré le premier bureau d'études dans le site de décisions et de production du Parc Technologique de Galice en Espagne.

1990 : Création d'HISPAPLASTI comme site de production avec les moyens et ressources cédés par HISPAMOLDES.

1998 : Création et inauguration de PLASTICOS DE PALENCIA comme centre de production dans le Parc Technologique de Galice en Espagne.

2002 : Transfert des locaux HISPAMOLDES, dans un site de nouvelle création situé à l'intérieur du Parc Technologique de Galice.

2002-2008 : Augmentation des installations du site de PLASTICOS DE PALENCIA.

2012 : Constitution HISPAMOLDES-Tanger (moule+ injection)

2014 : Elaboration de MOLDES DE MEXICO (finalisation du site prévu en fin 2015)

2014 : Bureau HISPAMOLDES en Chine (suivi technique permanent) et Allemagne (bureau Commercial permanent).

1.2 HISPAMOLDES Tanger :

La société HISPAMOLDES-Tanger a commencé son activité en 2012, avec l'inauguration d'une usine de moules dans la zone franche de Tanger, au Maroc. Elle est spécialisée dans la fabrication de moules, l'industrialisation et l'injection de pièces d'automobile. Le choix d'investir au Maroc a été justifié, entre autres, par sa stabilité politique, sa proximité de l'Europe, sa disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée ainsi que le soutien accordé par les autorités marocaines pour investir dans la zone franche de Tanger.

HISPAMOLDES-Tanger est construit sur une superficie de 4.400 m² distribuée sur deux étages avec 20 presses d'injection pour une pression de fermeture de 28 à 1,000 tonne.



Figure 3 : logo du Hispamoldes-Tanger.

1.2.1 Fiche d'identité :

Figure 4 : Fiche de présentation de la société.

- **Nomination** : Grupo Hispamoldes Tanger.
- **Régime Juridique** : Société à Responsabilité Limitée à Associé Unique.
- **Capital Social** : 2 300 000 EUR.
- **Secteur d'activité** : Fabrication et Maintenance des moules ainsi que l'injection de pièces en plastique et assemblage.
- **Effectif** : 100 Salariés.
- **Adresse** : Zone Franche D'exportation De Tanger.
- **Directeur générale** : ISIAS VITAL
- **Téléphone/ fax** : [05393-95253](tel:05393-95253)

1.2.2 Organigramme de l'entreprise :

Au sommet de l'organigramme du groupe, figure 5, la direction générale décide de la politique générale du groupe, viennent ensuite aux niveaux inférieurs, les responsables par spécialité sont chargés à un objectif et une tâche bien déterminée.

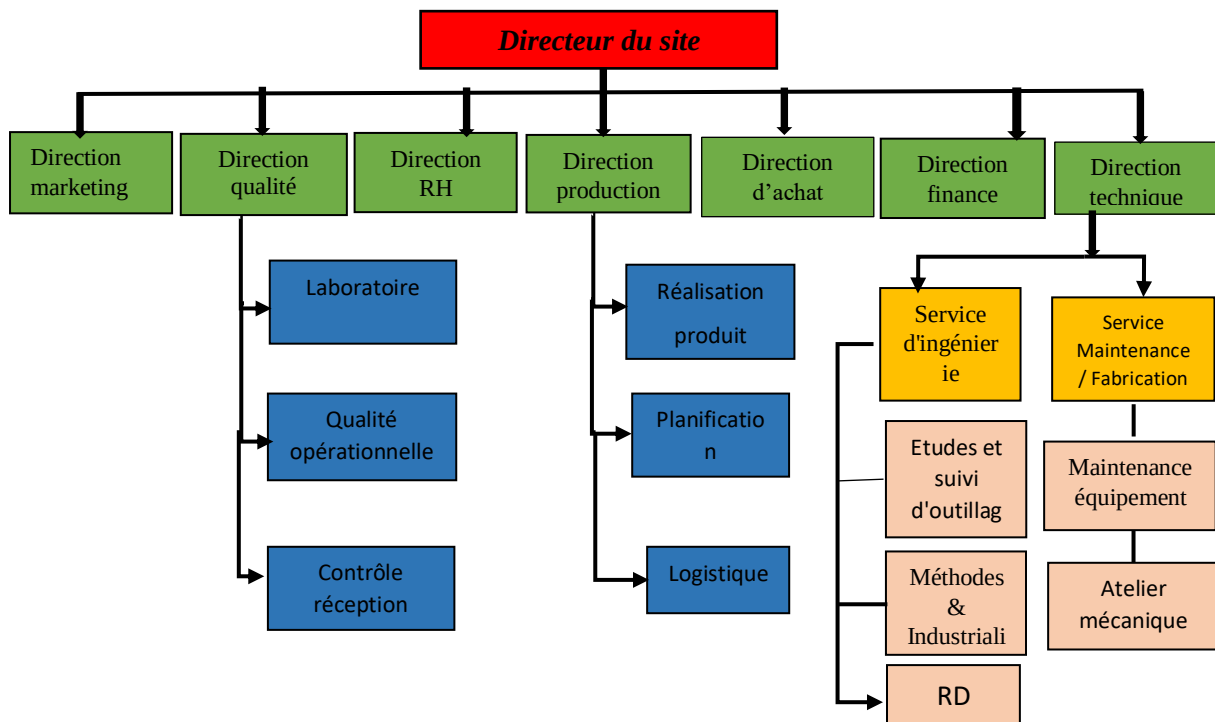


Figure 5: organigramme du groupe Hispamoldes Tanger

1.2.3 Produits finis :

HISPAMOLDES Tanger fabrique une variété de produits à savoir :

- Les pièces Intérieures :
 - Tableau de bord.
 - Les composants structuraux.
 - Consoles.
 - Composants du siège.
 - Composants du tableau de bord.
 - Panneaux de porte.
- Les pièces extérieures :
 - Composants de pare-chocs.
 - Bandes de porte - Puits d'aile.



Figure 6 : les produits de la société Hispamoldes Tanger.

Vous pouvez visualiser les produits sur le site Web de la société : <https://hispamoldestanger.com/en/productos-en>

1.2.4 Les clients du Grupo Hispamoldes Tanger :

La clientèle est l'élément essentiel d'un fonds de la société. D'une manière générale, la clientèle est la valeur qui représente les relations entre la société et les personnes qui demandent à l'exploitant des biens et des services.

En s'installant au Maroc, le groupe HISPAMOLDES-Tanger se rapproche de ses clients implantés en Afrique du Nord.



Figure 7: les clients du groupe Hispamoldes Tanger.

2 Le procédé d'injection des matières plastiques :

2.1 Définition :

L'injection plastique est un procédé de mise en forme des thermoplastiques. Il consiste à mollifier la matière plastique pour la transformer en phase plastique et à l'injecter dans un moule pour la mettre en forme et à la refroidir.

2.2 Principe de l'injection plastique :

La matière en granulés, ramollie par la chaleur est injectée dans un moule sous forte pression.

Après refroidissement ces moules permettent la réalisation d'objets de dimensions et formes variables, ainsi que de pièces techniques très complexes et de grande précision.

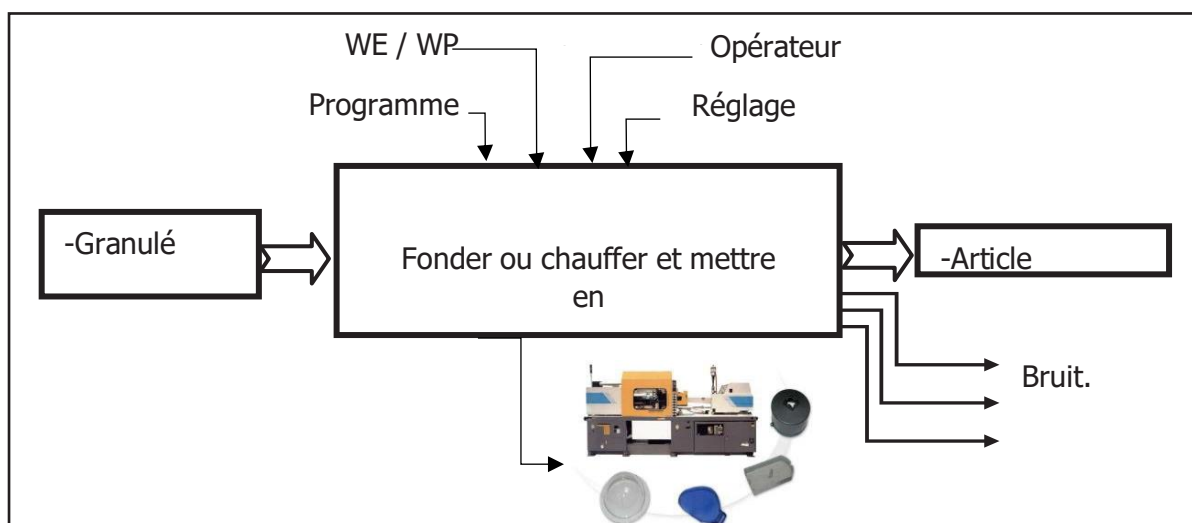


Figure 8 : principe de l'injection plastique

2.3 Les Presses d'injection plastique :

Les presses d'injection sont utilisées pour des productions de grandes et très grandes séries allant jusqu'à plusieurs milliers de pièces.

La presse à injecter se compose de plusieurs parties : la buse, le plateau mobile, le plateau fixe, le collier chauffant, la trémie d'alimentation, la vis sans fin (ou vis de plastification), le système d'évacuation, le mécanisme de fermeture et de consoles. En outre, il est possible de classer les éléments d'une presse à injecter en deux ensembles principaux.

Groupe d'injection plastification : Il accorde plusieurs applications comme l'alimentation en granulés et la fusion de la matière, par la suite dosée et injectée sous pression.

Groupe de fermeture : Ce dernier sert de verrouiller, ouvrir, fermer le moule et d'éjecter les pièces.

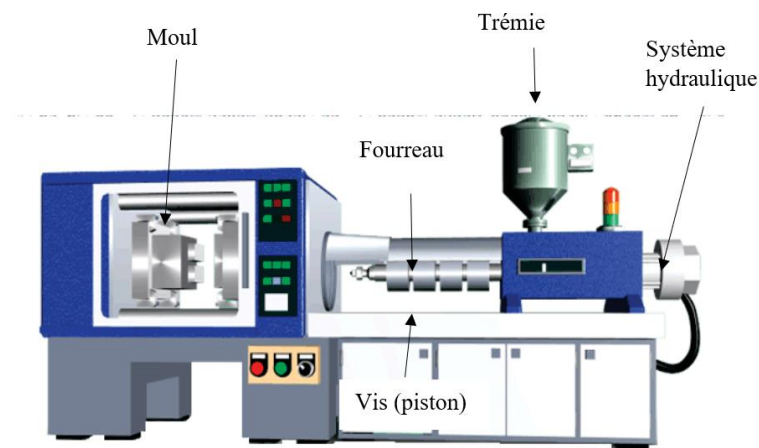


Figure 9 : Les parties constituant d'une Presse d'injection.

2.4 Cycle d'une presse d'injection :

A/ Le moule se ferme.

B/ La buse machine vient s'ajuster contre la buse moule.

C/ Les empreintes du moule se remplissent. Souvent, le maximum de la pression est obtenu quand le moule est rempli.

D/ La machine passe alors en pression et temps de maintien, la masse se solidifie dans le moule. Dans certains cas, la pression de maintien est nécessaire pour compenser la différence de volume du polymère entre la phase liquide et la phase de solidification. En même temps, cela permet d'alléger la formation de zones de retrait (retassures ou dépressions).

E/ La matière en fusion s'accumule en tête de la vis en phase dosage.

F/ Le groupe d'injection s'éloigne du moule, si cela est nécessaire.

G/ Le moule s'ouvre.

H/ La pièce est éjectée.

I/ Le cycle recommence.

2.5 Généralités sur la matière d'injection :

Un thermoplastique est une matière plastique qui, sous l'effet de la chaleur, fond ou ramollit suffisamment pour pouvoir être remodelée un nombre infini de fois. Il est donc possible de leur donner une nouvelle forme, et ce, à répétition, sans affliger leurs propriétés mécaniques initiales. Cette particularité permet un recyclage plus facile de cette catégorie de plastique, en comparaison avec celui des deux autres types. Les thermoplastiques sont de loin les plastiques les plus utilisés, formant plus des trois quarts de toutes les matières plastiques produites dans le monde, tableau 1.

	Résistance mécanique	Résistance aux chocs	Aspect	Usage extérieur	Transparence possible
ABS	**	**	***	**	OUI
PA 6	***	***	**	**	NON
PA 6 30% FV	***	***	*	**	NON
PEBD	*	***	**	**	NON
PEHD	*	**	**	**	NON
PP	**	**	**	**	NON
PS	*	*	***	*	OUI
PMMA	**	*	***	***	OUI
POM	***	***	**	*	NON
PC	***	***	***	***	OUI
SEBS	*	***	**	**	NON

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des principales matières plastiques utilisées

3 Outillages d'injection (moule) :

3.1 Définition d'un moule d'injection plastique :

Le moule est un ensemble mécanique de très grande précision qui permet de fabriquer des milliers de pièces en injectant de la matière plastique ou du métal en fusion dans des empreintes prévues à cet effet. Il est utilisé sur une machine appelée presse à injecter.

Un moule d'injection, figure 10, se constitue généralement de deux parties :

- **Partie injection** : En général, pour tous les moules d'injections, la partie d'injection c'est le Côté qui se monte dans la partie fixe de la machine d'injection, et qui se connecte avec la vise d'injection (cette partie c'est elle qui reçoit la matière plastique dans la première phase de cycle d'injection).

- **Partie éjection** : Généralement, la partie éjection est montée dans la partie mobile de la machine pour assurer l'éjection de la pièce dans la dernière phase de cycle d'injection.

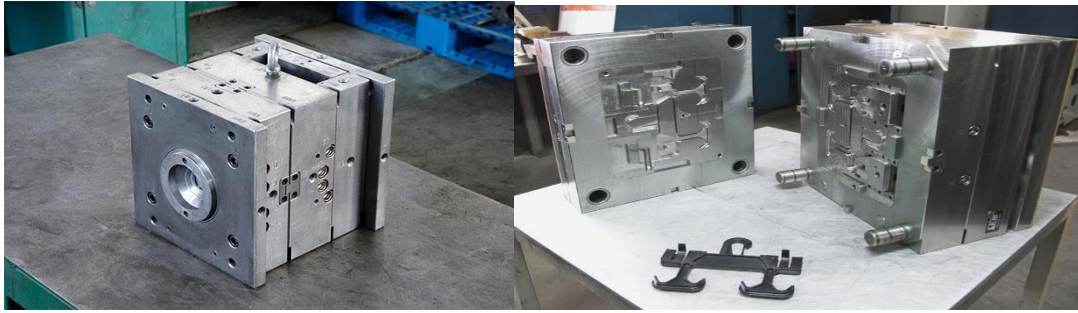
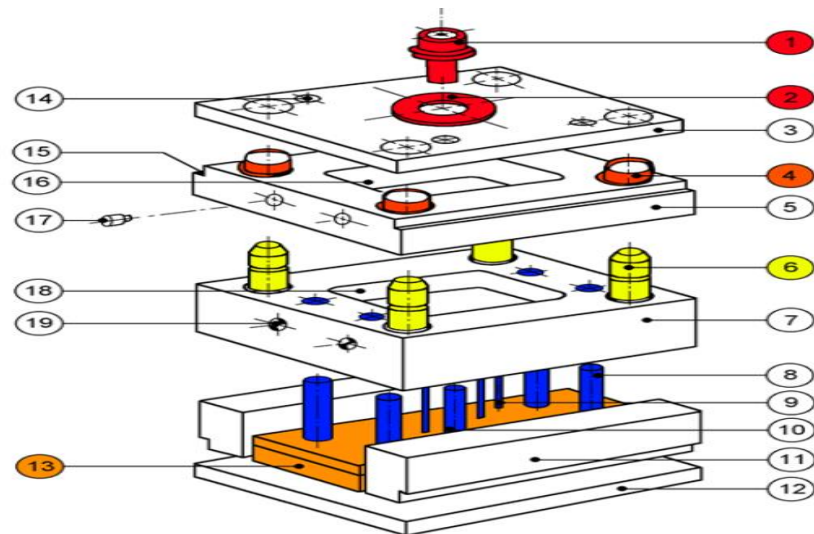


Figure 10 : moule d'injection.

3.2 Nomenclature de moule d'injection :

La figure 11 présente les différents composants d'un moule.



1	Buse moule
2	Rondelle de centrage
3	Plaque arrière (Côté injection)
4	Bague de guidage
5	Porte empreinte (Côté injection)
6	Colonne de guidage

7	Porte empreinte (Côté injection)
8	Ejecteur de rappel
9	Ejecteur
10	Arrache-carotte
11	Tasseau
12	Plaque arrière (Côté éjection)

13	Contre-plaque d'éjection
14	Fixation plaque
15	Rainure de bridage
16	Logement empreinte (Côté injection)
17	Raccord rapide de circuit d'eau
18	Logement empreinte (Côté éjection)
19	Circuit de régulation thermique

Figure 11: Nomenclature d'un moule simple

3.3 Analyse fonctionnelle d'un moule d'injection plastique :

Le meilleur outil qui sert à exprimer les fonctions de service est le diagramme des inters acteurs ou encore appeler diagramme pieuvre.

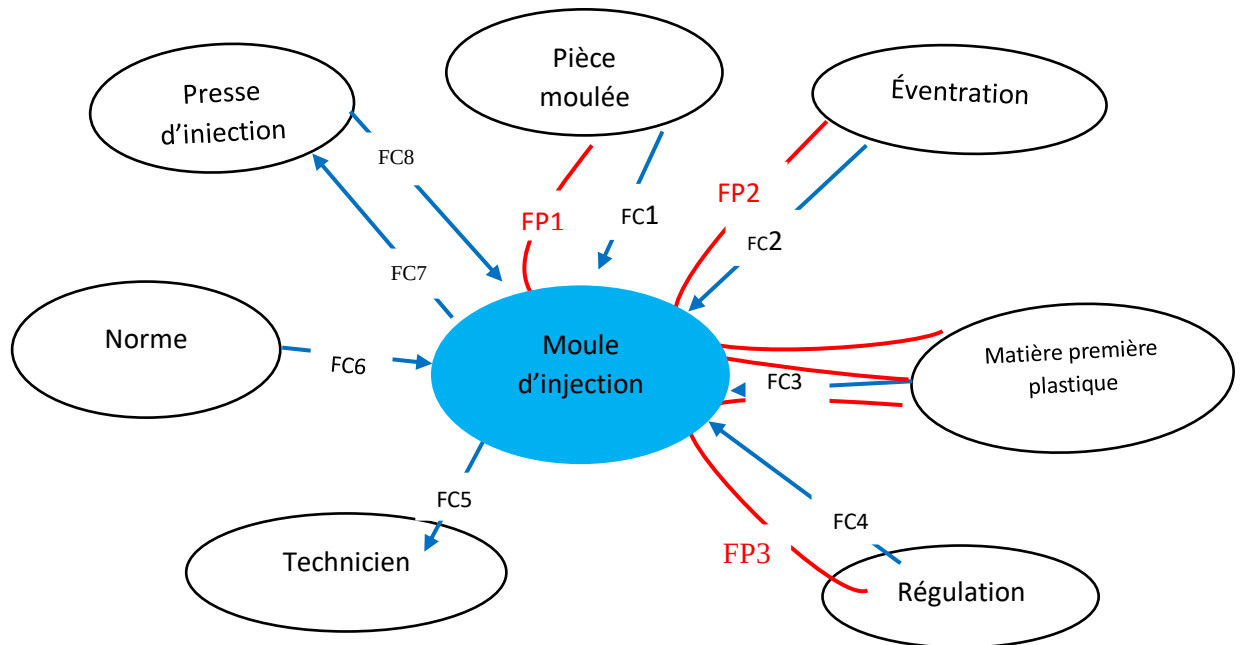


Figure 12 : Diagramme pieuvre d'un moule d'injection plastique

FONCTIONS	
FP1	permettre à la pièce d'être moulé avec le plastique.
FP2	optimiser l'évacuation de l'air du moule d'injection.
FP3	optimiser la régulation thermique du moule d'injection.
FC1	mouler la pièce.
FC2	évacuer l'air.
FC3	contenir le plastique.
FC4	se raccorder sur le réseau d'eau.
FC5	communiquer les informations de fonctionnement au technicien.
FC6	respecter les normes (dimension, sécurité mécanique).
FC7	se fixer à la presse d'injection.
FC8	actionner le mouvement de moule.

Tableau 2: Les fonctions de service (moule d'injection).

Conclusion :

Le moulage par injection aussi connu sous le nom d'injection plastique est une méthode dont les hautes qualités de résultats ne sont plus à prouver.

CHAPITRE II : CAHIER DES CHARGES ET ETUDE DE FAISABILITE

1 Cahier des charges :

1.1 Définitions :

Le cahier des charges (CDC) est un document contractuel à respecter lors d'un projet. Le cahier des charges permet au maître d'ouvrage de faire savoir au maître d'œuvre ce qu'il attend de lui lors de la réalisation du projet, entraînant des pénalités en cas de non-respect. Il décrit précisément les besoins auxquels le prestataire ou le soumissionnaire doit répondre, et organise la relation entre les différents acteurs tout au long du projet.

Dans notre cas, le sujet a pour but **d'étudier une modification à réaliser dans un moule d'injection plastique**. Pour répondre de manière précise à la demande, le client nous a délivrés le cahier des charges suivant :

1.2 Les éléments nécessaires dans CDC pour modification d'un moule sont :

1.2.1 Plan 3D détaillé de la pièce plastique à produire :

La première chose que le client doit fournir est un plan 3D contenant le plus de détails possibles, figure 13.

Pourquoi un simple plan 2D n'est pas suffisant ?

- Parce que c'est efficace de réaliser une étude de faisabilité avec un plan 3D, il est aussi essentiel de fournir un plan 2D de la pièce parce qu'il contient les contraintes géométrique et dimensionnelle.

Dans notre cas, on a une capture du 3D de notre pièce plastique modifiée.

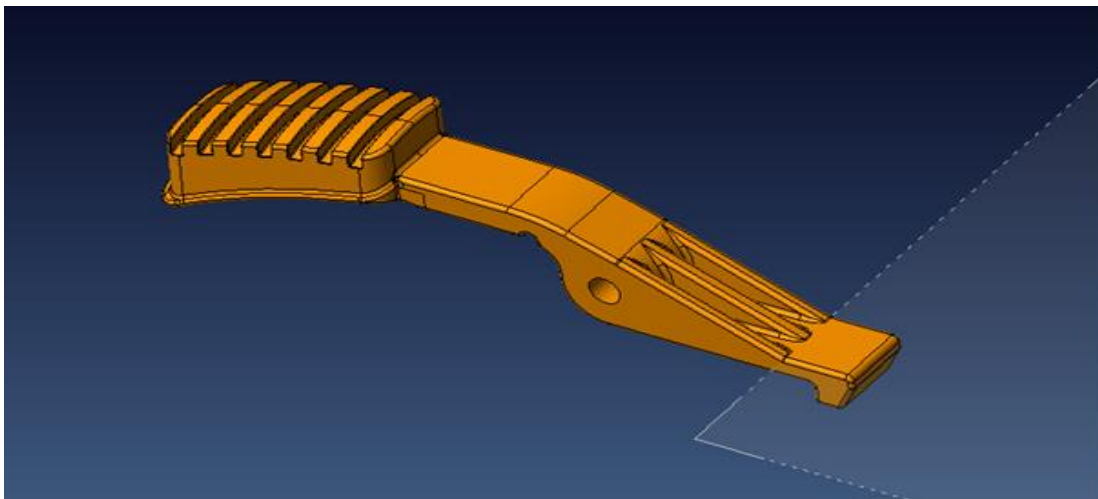


Figure 13 : Capture du 3D de la pièce plastique modifiée.

1.2.2 Le plan 2D du moule dans son état fonctionnelle :

Cela est nécessaire pour réaliser une faisabilité d'implantation de la modification dans le moule, il nous permet de voir la configuration actuelle de ce dernier puis l'état après modification. (**Voir Annexe 2**).

1.2.3 Analyse de la modification :

■ Présentations de la zone modifiée :

Dans notre cas, nous avons une modification dans la pièce plastique à réaliser sous forme d'ajout de deux nervures comme le montre la figure 14.

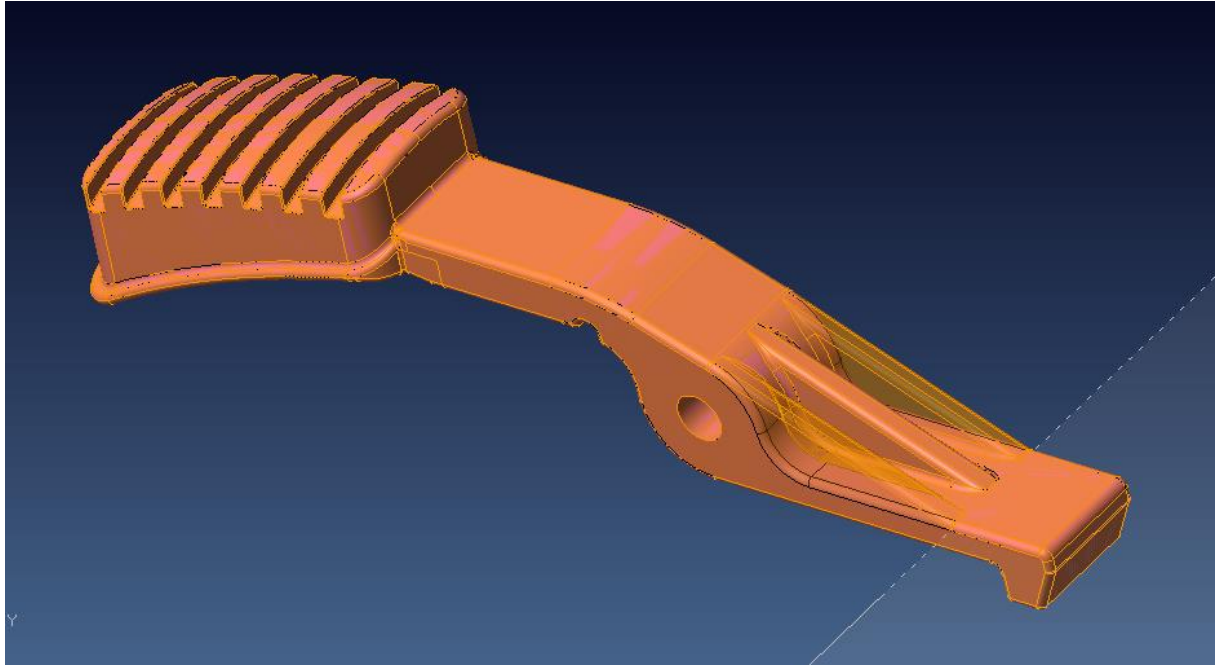


Figure 14 : La zone modifiée dans la pièce plastique.

■ caractéristiques de la pièce plastique à produire :

Nous avons une pièce en polyamide 6 (chargé 30% en fibre de verre), abréviation sous forme **PA6 GF30**, elle se caractérise par :

➤ Le retrait :

L'une des caractéristiques les plus importantes dans une pièce plastique, c'est la valeur du retrait (shrinkage), il nous permet de vérifier les dimensions fonctionnelles de la pièce après injection. En général le plastique dans le moule à des dimensions plus grande que dans la température ambiante.

- Retrait longitudinal : 0.34%
- Retrait transversal : 0.94 %
- Retrait isotrope : $x = y = z = 0.64$.

➤ Dureté après refroidissement :

La dureté de la matière **PA6GF30** a une grande relation avec le pourcentage de l'ajout de fibre de verre dans le plastique. Pour notre polyamide, il est chargé de 30% de fibre de verre, cela donne une dureté après refroidissement selon l'essai de brinell de 232 MPa.

➤ Autres caractéristiques, tableau 3 :

<i>Propriétés mécaniques</i>	<i>paramètre</i>	<i>valeur</i>	<i>unité</i>	<i>norme</i>
Résistance à la traction	50mm/min	98	MPa	DIN EN ISO 527-2
Module d'élasticité (test de traction)	1mm/min	5700	MPa	DIN EN ISO 527-2
Résistance à la traction au seuil d'écoulement	50mm/min	98	MPa	DIN EN ISO 527-2
Elongation au seuil d'écoulement	50mm/min	4	%	DIN EN ISO 527-2
Allongement à la rupture (test de traction)	50mm/min	5	%	DIN EN ISO 527-2
Effort de flexion	2mm/min, 10 N	140	MPa	DIN EN ISO 178
Module d'élasticité (test de flexion)	2mm/min, 10 N	5200	MPa	DIN EN ISO 178
Résistance à la compression	1% / 2% / 5% 5mm/min, 10N	21/42/107	MPa	EN ISO 604
Module de compression	5mm/min, 10 N	4200	MPa	EN ISO 604
Résistance au choc (Charpy)	max. 7,5J	60	kJ/m ²	DIN EN ISO 179-1eU

Tableau 3 : Caractéristique de la matière PA6GF30

▪ **Analyse de dépouille :**

Pour chaque pièce plastique injectée par un moule d'injection, elle doit contenir des dépouilles positives de démoulage dans le sens d'éjection de la pièce plastique. En général cette dépouille varie entre 0.5° et 3° selon la forme injectée.

Dans notre pièce plastique, la dépouille de démoulage est égale à 0.5°.

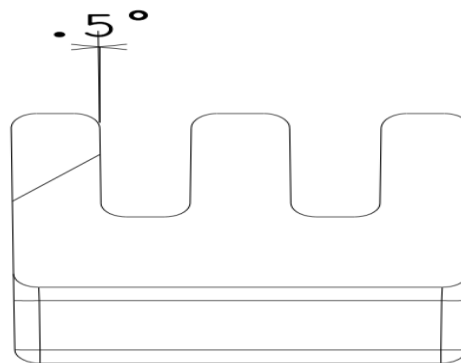


Figure15 : Dépouille de démoulage de la pièce plastique.

2 Etude de faisabilité :

L'étude de faisabilité dans la gestion de projets est une étude qui s'attache à vérifier que le projet soit techniquement faisable et économiquement viable. Plus largement, on peut distinguer les volets suivants dans une étude de faisabilité : étude technique et commerciale.

Dans notre étude de faisabilité, la mise en position de la pièce plastique dans le moule est nécessaire en prenant le retrait plastique en considération, figure 16, (retrait de 0.64 pour PA6GF30).

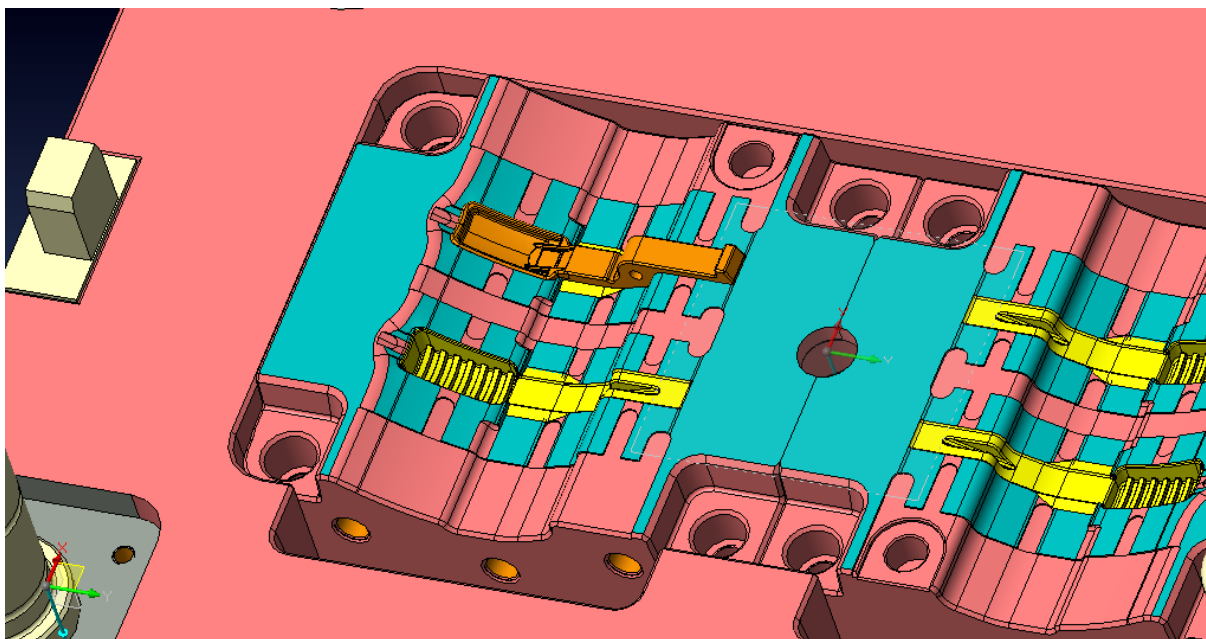


Figure 16 : la mise en position de la pièce plastique dans le moule

Dans notre cas, les nervures dans la pièce plastique vont être taillées dans les empreintes de la partie injection du moule , figure 17.

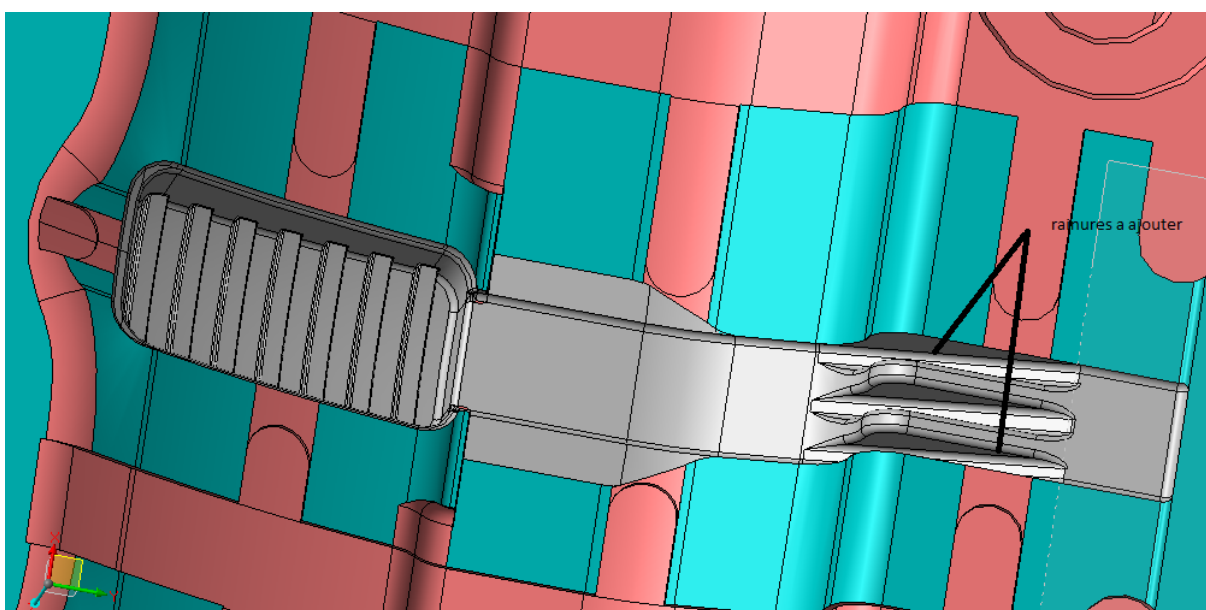


Figure 17 : Rainures ajoutée dans la partie injection du moule.

2.1 Etude des risques :

Une analyse de risques est utilisée comme première étape d'un processus d'évaluation des risques. Le résultat d'une analyse des dangers est l'identification de différents types de dangers. Un danger est une condition potentielle et existe ou non.

▪ **Risque de démoulage :**

Les rainures doivent contenir des dépouilles positives dans le sens d'éjection pièce, selon l'étude de la pièce plastique. Une dépouille de démoulage de 0.5mm doit être aussi réalisé dans le moule, figure 18.

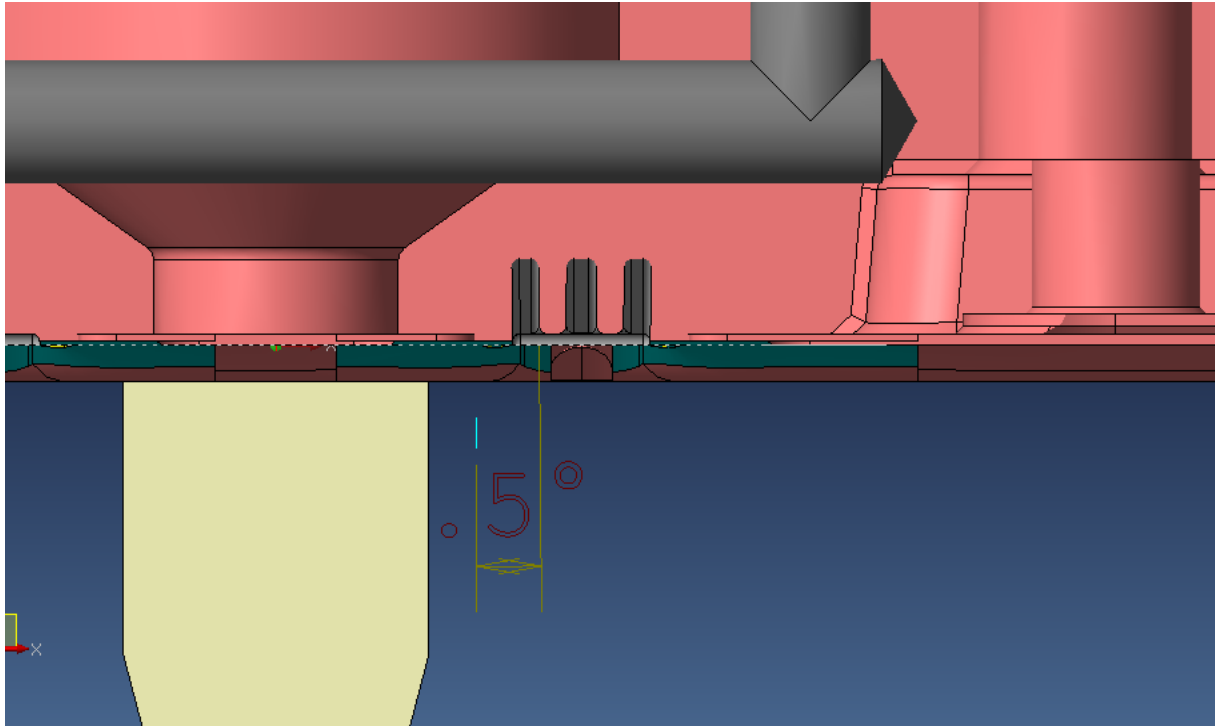


Figure 18 : Dépouille positive de démoulage.

▪ **Risque d'accrochage :**

Pour ne pas avoir un accrochage de la pièce plastique dans la partie injection, il faut avoir un état de surface de rugosité inférieur à un **Ra** 0.2. Pour avoir cet état de surface, on va réaliser un polissage des rainures après la réalisation.

▪ **Risque de remplissage :**

Pour éviter les problèmes de remplissage des nervures lors de l'injection et aussi l'accumulation des gaz dans la pièce plastique, on doit prévoir la réalisation des événements de dégazage.

Les événements de dégazage ne doivent pas dépasser en général une profondeur de 0.02 mm, sinon on va avoir un problème de bavure dans cette zone, figure 19.

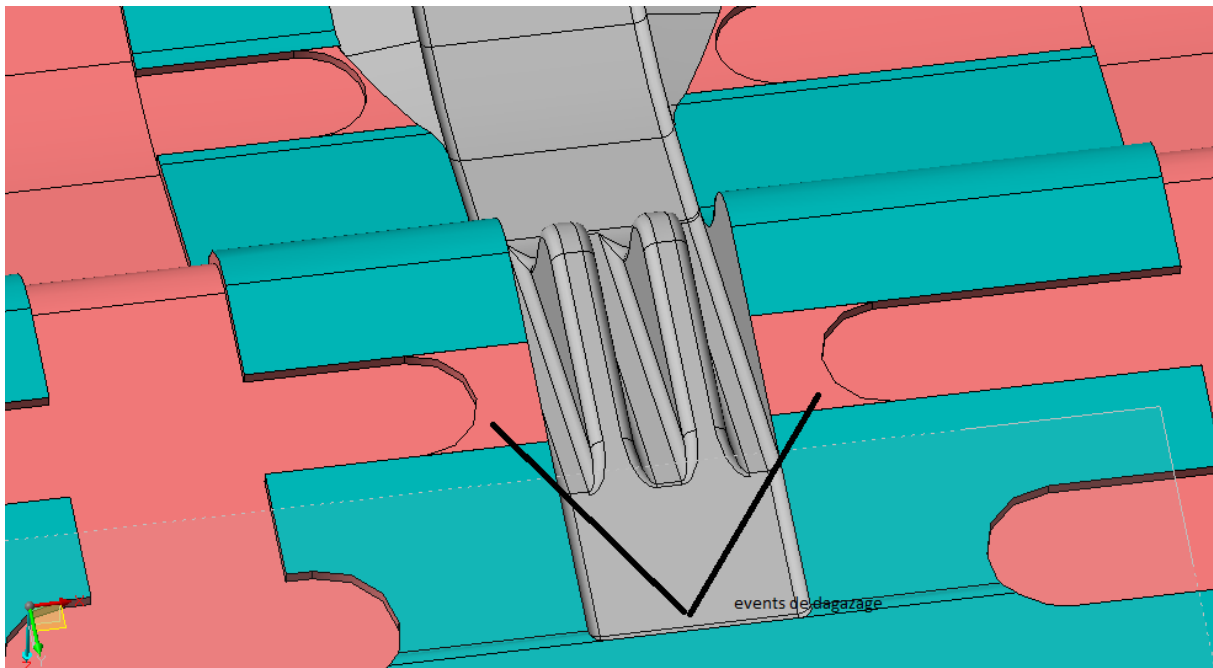


Figure19 : la réalisation des événements de dégazage dans le moule.

Conclusion :

Ce document permet de définir vos besoins et de donner une première vision de votre projet d'application, de son contexte, de ses limites et de son objectif.

Chapitre III : Mode opératoire

Et

Le chiffrage de projet

1 Mode opératoire :

Un mode opératoire consiste à décrire en détail les actions nécessaires à l'obtention d'un résultat.

Dans notre mode opératoire, on détermine le processus de réalisation des rainures dans l'empreinte. Pour cela, notre moule va passer dans un process qui contient plusieurs postes pendant sa fabrication, tableau 4.

POSTE	intervention
Démontage	Démontage de la partie mobile du moule pour réaliser l'érosion et le polissage dans les empreintes.
Usinage des électrodes	Usinage CN des électrodes en cuivre.
Erosion	Erosion des nervures dans les empreintes.
Polissage	Polissage des nervures.
remontage	Remontage des nervures.

Tableau 4 : L'ensemble des postes et interventions à réaliser

1.1 Démontage :

Cette action de démontage est réalisée dans l'atelier, par les moulistes spécialisés, de la partie injection (Partie fixe) du moule.

La partie qui nous intéresse pour la modification sont les 2 empreintes se trouvant dans la partie fixe qui sont montées dans le bâti empreinte par 8 vis CHC M8 (vis à tête cylindrique 6 pans creux), figure 20.

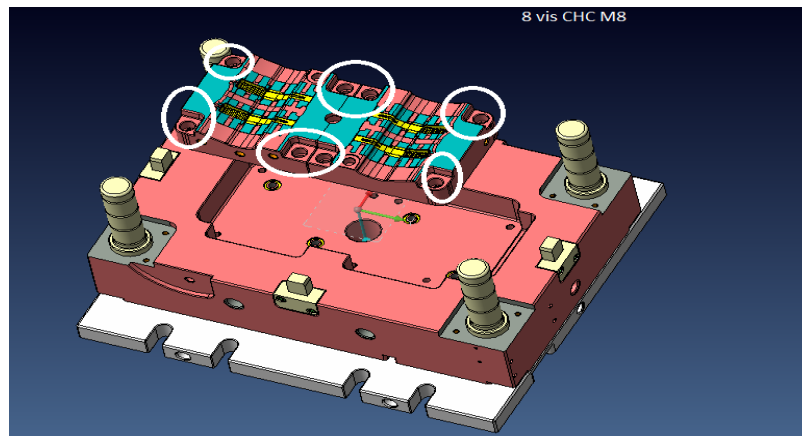


Figure 20 : Partie fixe de moule.

Les empreintes sont en acier faiblement allié réf (1.2738) 40 Cr Mn Ni Mo 8-6-4 nitrurer pour avoir une dureté allant jusqu'à 48 HRC (dureté de Vickers) pour résister à l'usure lors de l'injection de la matière plastique chargée à 30% de fibres de verre.

1.2 Usinage des électrodes :

L'usinage par électroérosion est une technique procédant par fusion, vaporisation et éjection de la matière. L'énergie est apportée par des décharges électriques passant entre deux électrodes, la pièce et l'outil.

Cette technique modifie les caractéristiques de la matière en surface et en sous-couche (augmentation de la dureté, présence de contraintes résiduelles de traction d'origine thermique, présence de microfissures). Il s'ensuit une meilleure résistance à la corrosion et à l'usure, mais une baisse notable de la tenue en fatigue des pièces. La surface usinée est faite de cratères, sa rugosité est grossière en ébauche ($R_a = 10$ à $30 \mu\text{m}$) ; elle peut être bonne en finition ($R_a = 0,4$ à $1,6 \mu\text{m}$). Le débit de matière est plutôt faible de l'ordre du centimètre cube en ébauche, du millimètre cube, voire moins en finition. Les électrodes sont réalisées en cuivre pour assurer une bonne conductivité électrique lors de l'érosion, figure 21.

Dans notre situation nous devront usiner 3 électrodes, le premier pour l'ébauche, le deuxième pour la semi-finition et le troisième pour la finition.



Figure 21 : Exemple des électrodes.

Pour cela on utilise un programme CN généré par le logiciel Power MILL et pour qu'il soit insérer dans la machine CN il doit être compatible avec le processeur machine qui est (Heidenheim ITNC530), figure 22.



Figure 22 : Machine Heidenheim ITNC 530.

- Programme CN : La programmation de commande numérique (CN) permet de définir les séquences d'instructions permettant le pilotage des machines-outils à commande numérique. Cette programmation est actuellement fortement automatisée à partir de plans réalisés en CAO.

- Logiciel Power MILL, figure 23 : Power MILL est une solution de FAO 3D qui s'exécute sur Microsoft Windows pour la programmation des trajectoires d'outils des fraiseuses CNC 2 à 5 axes développées par Autodesk Inc.



Figure 23 : Logo logiciel Power MILL.

- Paramètres de coupe et programme d'usinage :

Pour réaliser le programme d'usinage, on doit choisir nos outils de coupes et les paramètres compatible avec la matière et les outils.

Selon l'électrode et sa forme, on va réaliser l'usinage dans une phase en 2 opérations, tableau 5 :

- Fraise D 10 R0.5 (torique) pour l'ébauche.
- Fraise D3 R 0.2 (torique) pour la finition.

opération	Vc	N (théorique)	N (pratiques)	Vf	outil	Profondeur de passe
OP000	150 m/min	4777	5000 tr/min	2000	Fraise torique D10 R 0,5	0,1 mm
OP100	80 m/min	8493	9000 tr/ min	1800	Fraise ARS torique D3F 0,2	0,05 mm

Tableau 05 : Paramètre de coupe

1.3 Electroérosion :

Ce processus permet l'enlèvement de la matière plastique par érosion électrique. Pour réaliser ce type d'usinage, on a besoin de deux éléments essentiels :

- ❖ Machine d'électroérosion : c'est une machine-outil qui assure l'enlèvement de la matière par érosion électrique en fonction d'une électrode, figure 24.

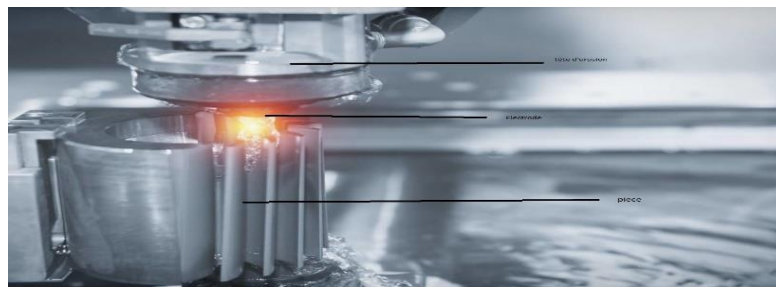


Figure 24 : Processus d'électroérosion

- ❖ Electrode : c'est l'élément qui joue le rôle de l'outil dans l'usinage, généralement il est fabriqué ou bien en cuivre ou bien en gravite pour assurer la conductivité électrique.

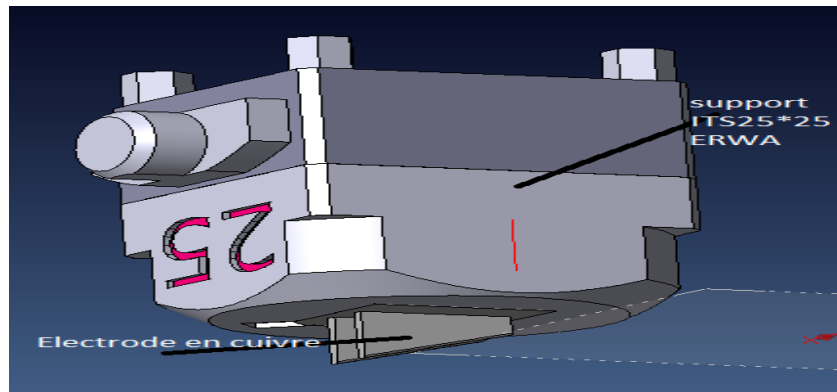


Figure 25 : Electrode.

La figure 25 représente une capture de l'électrode qui va nous assurer la forme des rainures.

1.4 Polissage :

Le polissage est une composante du parachèvement (ou finition) des pièces en tout matériau (métalliques, plastiques, bois...) visant à obtenir un bel aspect, un fini ou un état de surface de haute qualité. Cette qualité de surface est caractérisée par la rugosité, la brillance, l'éclat...

Le polissage peut être manuel ou robotisé :

Méthodes utilisées :

- Tourets à polir.
- Machines automatisées.
- Polissage par Tribofinition en mode vibratoire.
- Polissage ou ébavurage par centrifugeuse satellitaire.

Dans notre cas, le polissage réalisé par des moulistes qualifiés utilisant des pierres céramiques avec un grade variant :

- Pierre ébauche grade 500 pour éliminer les crêtes d'usinage.
- Pierre finition grade 1200 pour assurer l'état de surface demandé.
- Finition avec pates diamant pour assurer l'état de surface demandé.

2 Chiffrage technique :

2.1 Définition :

Une des phases les plus délicates d'un projet est d'estimer les charges avant son démarrage. Ce travail d'équilibriste demande de la rigueur pour obtenir un chiffrage suffisamment précis et pertinent.

Afin d'évaluer le coût d'un projet, il faut d'abord définir ses constituants de base :

- Le planning initial du projet,
- La durée de chaque tâche,
- La durée totale du projet,

- La quantité de ressources humaines nécessaire,
- La quantité de ressources matérielles nécessaire.

2.2 Méthode de chiffrage de projet :

Pour estimer au mieux les charges du projet, nous allons proposer une méthode simple, mais des approches plus sophistiquées existent, dont la démarche est :

- 1) Listez en détails les tâches à mener,
- 2) Pour chaque tâche, déterminez qui doit intervenir,
- 3) Évaluez le temps nécessaire à consacrer à chaque tâche,
- 4) Remplissez une fiche d'estimation de charges.

Il est conseillé d'utiliser un fichier Excel (ou autre tableur) pour saisir toutes les données. On peut ajouter le TJM (Taux Journalier Moyen) pour un prestataire ou le coût horaire en interne.

3 Devis d'un projet :

3.1 Définition :

Le "devis" est un document écrit dans le texte duquel un fournisseur propose de vendre un bien à un certain prix qu'il s'engage à ne pas modifier tant que l'acheteur n'a pas exprimé son intention de renoncer à en faire l'acquisition.

Le devis sert à sécuriser la relation commerciale avec le client : lorsque ce dernier a donné son accord pour l'exécution de la prestation, il est engagé sur l'offre qui a été convenue.

3.2 Constituants d'un devis :

Le devis doit nécessairement contenir une description détaillée des estimations de tous les travaux prévus par le prestataire. De cette façon, il est possible d'avoir une idée précise du matériel qui sera utilisé et ce aux niveaux qualitatif et quantitatif.

- **les mentions qui doivent obligatoirement apparaître sur un devis sont :**

- La mention « devis » ou « proposition de prix »,
- La date de création du devis,
- Le nom du chef d'entreprise (ou la raison sociale de l'entreprise), statut et forme juridique et son adresse,
- Le numéro individuel d'identification à la TVA,
- Le numéro de registre de commerce et des sociétés (ou le numéro de répertoire des métiers),
- Le nom du client ou la raison sociale du client, ainsi que l'adresse où va avoir leur l'exécution de l'intervention (travaux, etc.),
- La somme globale HT, les charges, et la somme globale TTC. Il faut également indiquer les différents taux de TVA qui s'appliquent,

- Le décompte détaillé de la quantité et du prix des différentes prestations et des produits nécessaires à la réalisation des travaux. Pour plus de clarté, ce décompte devra, également contenir la dénomination du produit ou de la prestation et l'unité de référence,
- Le prix horaire ou forfaitaire de main d'œuvre,
- Le coût du devis lui-même, s'il est payant et les éventuels frais de déplacements. En effet, un devis est payant lorsque l'entreprise prestataire est obligée de se déplacer ou de faire une étude approfondie en rapport avec le projet,
- La date de début et durée estimée des travaux ou de la prestation,
- Les modalités de paiement, de livraison et d'exécution du contrat,
- Les modalités des réclamations et conditions du service après-vente (garantie notamment).

D'autres informations peuvent également apparaître sur le devis :

- La durée de validité de l'offre,
- L'indication manuscrite datée et signée du client,
- La mention « lu et accepté », datée et signée par l'entrepreneur.

Par contre, d'autres informations sont facultatives :

- Les coordonnées bancaires de l'entrepreneur,
- Le numéro de téléphone,
- Les horaires d'appel,
- Le service après-vente.

Enfin, le devis doit être daté et signé par la société prestataire et éditer en double exemplaire pour que la société et le bénéficiaire puissent avoir chacun leur propre exemplaire.

4 Chiffrage technique de notre projet :

	Chiffrage technique			
matière	Type	Masse	prix / Kg	
	cuivre	2 kg	180 Dh	
			Prix total : 360 Dh	
	OP	prix unitaire	Nbr Heurs	total (Dh)
Operation	Demontage/remontage	350 Dh/h	1 h	350
	Usinage des eletrodes	450 Dh /h	6 h	2700
	erosion	450 Dh /h	8 h	3600
	polissage	350 Dh / h	7 h	2450
				9100
total OP + matière (Dh)		total final (total OP + matière +15%) (Dh)		
9460		10867,5		

Conclusion :

Devis est une offre de contrat proposée par un professionnel à un client : Le client à l'obligation de payer le prix ; Le professionnel est tenu d'exécuter les travaux ou de livrer le bien.

Conclusion générale

Ce rapport de stage de fin d'étude a pour vocation la présentation des résultats d'un projet d'étude d'une modification d'un moule pour l'injection plastique, effectué dans la société HISPAMOLDES Tanger.

Au terme de ce projet, les objectifs fixés dans le cahier des charges du client n'ont pas atteints. Il reste encore une autre partie de la fabrication du moule.

Dans ce rapport, on a travaillé juste sur l'étude technique dont on a présenté une des technologies d'obtention des pièces qui est l'injection plastique et le moule d'injection. Une analyse de cahier des charges a été réalisée pour justifier les besoins de client. Ensuite nous avons étudié la faisabilité de projet pour confirmer le cahier des charges, et finalement, un chiffrage technique a réalisé pour justifier le devis.

Annexe 1 :

Les logiciels utilisent



Bibliographies:

The QFD Handbook, John Wiley & Sons, 17.02.1998

- Mesure et calcul des contraintes résiduelles dans les pièces injectées en thermoplastiques avec et sans fibres de renfort, Thomas Giroud, Ecole nationale supérieure des mines de Paris, 2001.
- Plastification en injection des polymères fonctionnels et chargés, Thuy Linh Pham, INSA de Lyon, 2013
- Proposition et développement d'une approche pour la maîtrise conjointe qualité/coût lors de la conception et de l'industrialisation du produit, Alaa Hassan, Arts et Métiers ParisTech, 2010.

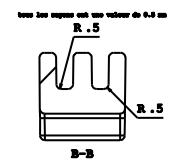
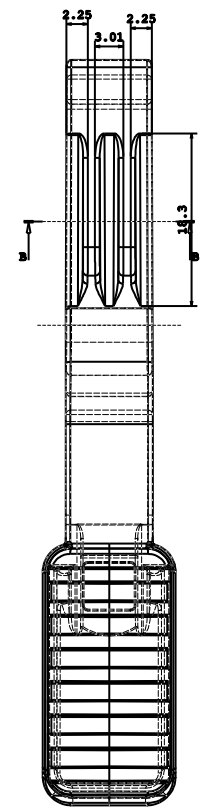
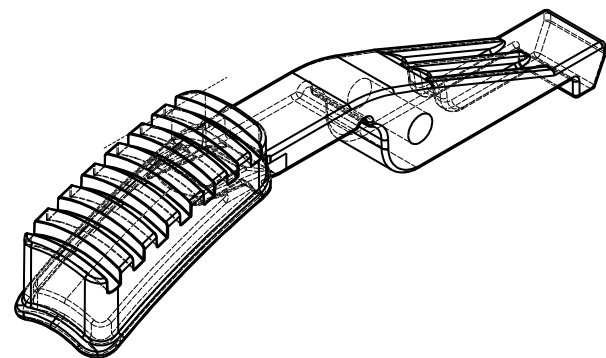
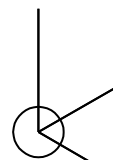
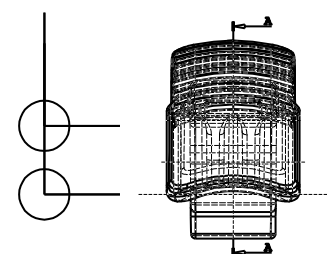
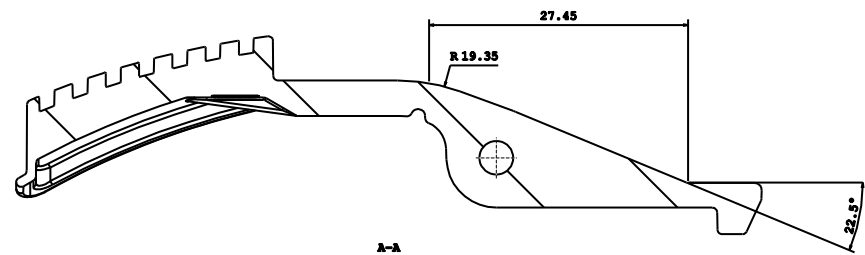
Webographie :

- <https://www.protolabs.fr/ressources/conseils-de-conception>
- <https://www.plastisem.fr/guide-plastique/les-regles-de-base/>
- <https://www.3dhubs.com/fr/guides/moulage-par-injection/#design-for-injection-molding>
- <https://www.grupohispamoldes.com/fr/home-fr>

Annexe 1 :

Plan 2D de la pièce modifié

DO NOT SCALE IF IN DOUBT ASK



Tous les cotes ont une tolerance de +/-0.1 mm

TITRE plan de piece latch GBT	DRAWN	DATE 14/06/22
	CHECKED	DATE 16/06/22
vero Software	All Dimensions in MM	
	SCALE 1/1	SHEET 1/1