



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : fabrication Mécanique

Présenté par :

HAMADI Ahmed

Thème

CONCEPTION D'UN MOULE

INJECTION PLASTIQUE

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
ZAOUI MOUSSA	MCA	Président
FARSI CHAOUKI	MCA	Encadreur
ZEGANNE HOUARI	MCB	Examineur

Année Universitaire : 2019 / 2020

N° d'ordre : GM/...../2020

Remerciements

De prime abord Nous remercions DIEU de nous avoir facilité la tâche et nous avoir accordé beaucoup de chance pour réaliser ce modeste mémoire, lequel nous espérons être à la hauteur des efforts fournis.

Nous remercions nos parents qui ont contribué beaucoup pour l'élaboration de ce travail ET MA CHER PETIT ET GRAND FAMILLE.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et remerciements DIRECTEUR ET PERSONNELLE entreprise ALMOULES SETIF titulaire BOURASE .W et GHADJATI SAIFE pour son assistance, courage et orientation qu'il nous a fournis.

Nous tenons à exprimer nos plus vifs remerciements à MR CHAOUKI FARSI mon encadreur,

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour les réalisations de ce projet.

Dédicace

Je dédie se travaille :

A ma très chère mère qui ma toujours soutenu et qui ma encourager tout le long de cette formation.

A la mémoire de mon pères que dieu lui accord sa miséricorde

A ma petite famille ma femme ma toujours soutenu et qui ma encourager tout le long de cette formation

A Mes FILLES les trois Nour

Nour el djanjna- Nour el amani- Norelhouda

A mes frés chère frère et Seurre.AKHALIL-SOFIANE – SEDEK

OUSSAMA-MAROUNA –N-Z-M-L-W

Je dédie aussi ce travailla mes amis,

MEBAREK-FERCE –MAROUAN-SAMIR

Résumé

Le thème traité parle de la conception de moule pour injection plastique.

Le but de recherche est d'arriver à simplicité de domaine de plasturgiste. de faire les étapes de la conception de moule et les savoirs et savoirs faire en prénom compte tout le détail dans la conception. et utilisant de logiciel pour la conception pièce et la validation et l'analyse des résultats ainsi de consistance techniques. la modalisation de l'outillage à travers de logiciel sont perdre de temps et le choix de construction d'empreinte, éléments standard, la conception sera facile et active pour entamer la réalisation de moule, dans un temps plus court. et répandre au besoin de Client.

Mots clés : injection. moule, plasturgiste, moulage, éjection. Logiciel. Pièce
Conception. Empreinte. Réalisation.

الملخص

موضوع دراستنا يتمحور عن تصميم القالب. الهدف من البحث هو تحسين بساطة صناعة البلاستيك، لجعل مراحل تصميم القوالب سهلة ومعرفة المهارات الأساسية. نستخدم البرمجيات في تصميم القالب وذلك بأخذ كل التفاصيل في التصميم و استخراج المعلومات المضبوطة للمساعدة في الحسابات و استخراج جميع التفاصيل، ليكون تحقيق القالب مضمون بصناعته في وقت وجيز والتحقق من صحة النتائج وتحليلها وكذلك الاتساق الفني. إن نمذجة الأدوات من خلال البرمجيات هي اختصار الوقت واختيار بناء القالب والعناصر القياسية، سيكون التصميم سهل ونشط لبدء صنع القوالب، في وقت أقصر وينتشر وفقاً لاحتياجات العملاء.

الكلمات المفتاحية : تصميم القالب. صناعة البلاستيك. البرمجيات. استخراج المعلومات.

Abstract

The theme is the design of molds for plastic injection. the research is to arrive at the simplicity of the field of the plastic technician. Make sure that the stages of mold design and the knowledge and skills of given names stake into account all the details of the design, and the use of software for the design of parts and the validation and analysis of results as well as technical. the modeling of the tooling by software is a waste of time and the choice of the construction of the cavities, and standard elements the design will be easy..

Codewords : Molds. Design. plastic. Plastic. Technicl. consistency. tooling.
Construction. Standard.

LISTE DES FIGURES

figure (1.1) : presse d'injection	01
figure (1.2) : groupe d'injection	04
figure (1.3) : groupe de fermeture cycle de production.....	05
figure (1.6) : moule avec empreinte.....	07
figure(1. 7) : plan de joint.....	08
figure (1.8) : empreinte.....	09
figure (1.9) : bloc empreinte mobile.....	10
figure (1.10) : dispositif d'équilibrage.....	11
figure (1.11) : section des canaux.....	13
figure (1.12) : g centre de gravité.....	14
figure (1.13) : méthode de calcul.....	14
figure (1.14) : seuil d'injection.....	15
figure (1.15) injection capillaire	16
figure (1.16) : buse à seuil capillaire.....	17
figure (1.17) : buse plongeante.....	19
figure (1.18) : canaux circulaire et demi-circulaire.....	19
figure (1.19) : canaux trapézoïdale.....	19
figure (1.20) : canal principal et canal secondaire	21
figure (1.21) : système des canaux	21
figure (1.22) : exemples de l'emplacement des canaux	22
figure (1.23) : events sur le plan de joint.....	23
figure (1.24) : events supplémentaires	23

figure (2.1) section de l’empreinte d’un moule d’injection.....	24
figure(2.2) temps de refroidissement	27
figure(2.3) défauts de la régulation thermique.....	30
figure (2.4) enthalpie des polymères.....	31
figure (2.5) profil de la chaleur	34
figure (2.6) réfrigérant courant	34
figure(2.7) échange de la chaleur à la surface latérale des trous.....	34
figure(2.8) dimension des circuits de refroidissement.....	35
figure(2.9) dimension d’usinages.....	36
figure (2.10) répartition homogène de la chaleur	36
figure(2.11) répartition hétérogène de la chaleur.....	37
figure(2.12) refroidissement d’une empreinte rectangulaire	37
figure (2.13) refroidissement d’une empreinte rectangulaire	38
figure (2.14) conduite circulaire	38
figure (2. 15) circulation du fluide	39
figure(2.16 montage en série)	39
figure(2.17) montage en parallèle.....	40
figure (2. 18) schéma de circuit.....	40
figure (2.19) bouchon.....	40
figure(2.20) joint torique	47
figure(2.20) contribution moyenne de chaque phase en temps de cycle.....	50
figure(3.1) raccordement des parois et des congés.....	50
figure (3.2) éjection cote bloc mobile.....	51
figure (3.3) éjection bloc fixe.....	51
figure (3.4) éjection latérale.....	52
figure (3.5) éjecteur a lame.....	52
figure (3.6) éjecteur tubulaire.....	53
figure (3.7) mécanisme de rappel d’éjection.....	54
figure (3.8) éjection des carottes.....	54

figure (4.1) représentation de la pièce	59
figure (4.2) : model cao de la pièce.....	59
figure (4.3) cartographie des épaisseurs de la pièce	61
figure (4.4) résultat d'analyse de dépouille	61
figure (4.5) représentation du résultat d'analyse de contre dépouille	62
figure (4.6) plan de joint	62
figure (4.7) exemple de contrainte de dimensionnement de carotte.....	64
figure (5.1) plaque de moule d'éléments standard.....	64
figure (5.2) moule modulaire.....	70
figure (5.3) plateau fixe.....	72
figure(5.4) course de fermeture.....	73
figure (5.5) plateau mobile.....	73
figure(5.6) pièce maquette numérique.....	74
figure(5.8) surfaces fonctionnelles plan de joint.....	75
figure(5.9) partie moule fixe	76
figure(5.9) partie moule mobile	76
figure(5.10) plans de refroidissement	77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° : (1.2) Nomenclature presse injection.....	2
Tableau N° : (1.2) coefficient de fluidité.....	11
Tableau N° : (1.3) démentions des canaux	19
TableauN : (2.1) dimension de circuits de refroidissement.....	33
Tableau N° : (2.2) diamètre recommandée de perçage.....	35
Tableau N° : (4-1) liste de matière plastique.....	54
Tableau N° : 5-2 cotes et dimensions nominale	57
Tableau N° : 5-3 caractéristique matière (PE hd)	58
Tableau (5.1) : Nomenclature moule standard.....	59
Tableau (5.2) : Nomenclature moule proposer	75

Annexe

Chapitre IV

Annexe N° :01.....	52
--------------------	----

Chapitre V

Annexe N° :02.....	76
Annexe N° :03.....	67
Annexe N° :04.....	76
Annexe N° :05.....	76
Annexe N° :06.....	76
Annexe N° :07.....	76
Annexe N° :08.....	76
Annexe N° :08.....	76

LES NOTATIONS DES SYMBOLES

symbole	Désignation	Unité
C	l'épaisseur minimale	(en mm)
K_F	coefficient de fluidité	/
L	longueur du canal	(en mm)
M	masse de la pièce	(g-kg)
K	la viscosité matière	/
S	Section des entrée	(mm ²)
P	volume à injecter	(cm ³)
V	vitesse d'écoulement	(cm/s)
t (s)	temps d'écoulement	(S)
d	l'orifice de buse	(cm)
d	Diameter Φ Canal	mm
D	canal principal	mm
D₁	canal secondaire	mm
t	Temps de refroidissement	S
e	Epaisseur	mm
ρ	Masse volumique	Kg/m³
c	Capacité thermique	(J /Kg K)
k	Coefficient de conductibilité calorifique	/
« T »	La température degrés Celcus	C°
L	Longueur à chaud	mm
L ₀	Longueur initiale	mm
α_L	Coefficient de dilatation thermique	C° ⁻¹
Q	Quantité de chaleur échangée	(J)
C	Capacité thermique massique	(J/Kg)

θ_1	température de moulage	(C°)
H_2	Enthalpie correspondant à température du Moulage	(KJ/Kg)
H_1	Enthalpie à la température de démoulage	(KJ/Kg)
Lr	Largeur du canal de refroidissement	(mm)
dr	Diamètre du canal de refroidissement	(mm)
H	Hauteur du canal de refroidissement	(mm)
a	Dimension entre la pièce moulée et la surface de la pièce	(mm)
s	Largeur entre les deux extrémités du canal de refroidissement	(mm)
P_1	puissance	(w)
C_1	capacité thermique massique du moule	(J /Kg K)
M_1	masse du moule	Kg)
P_3	Puissance	(W)
θ_2	température initiale du moule	(C°)
λ	Conductivité thermique	(W/m . K)
S	Surface d'échange de température	(m ²)
θ_3	Température à l'ext opposé des en contact avec le moule	(C°)
$P_{2.1}$	convection	(W)
K c	coefficient	/
$P_{2.3}$	puissance	(W)
σ	constante de STEFAN	W/m ² K ⁴
α	Pouvoir émissif de la surface du moule	/
D mont	Diamètre de montage	mm
PEhd	POLYETHYLENE haut densité	/
D ext	Dimensions et cotes max	mm

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHPITERE I :PRINCIPE DE PRESSE ET MOULE D'INJECTION POUR THERMOPLASTIQUE

<i>I-1- PRESSE INJECTION PLASTIQUE.....</i>	<i>1</i>
<i>I-2- CHOIX D'UNE PRESSE.....</i>	<i>2</i>
<i>I-3- FONCTIONNEMENT DE LA PRESSE.....</i>	<i>4</i>
<i>I-3 SUIVI DE L'INJECTION.....</i>	<i>6</i>
<i>I-4-LES MOULES AVEC EMPREINTE INTERNE.....</i>	<i>9</i>
<i>II-4-1- ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MOULE</i>	<i>9</i>
<i>II-4-2-PLAN DE JOINT</i>	<i>10</i>
<i>I-4-3- EMPREINTE</i>	<i>10</i>
<i>I-4-4-EMPREINTE MOBILE.....</i>	<i>11</i>
<i>I-4-5- NOYAUX</i>	<i>11</i>
<i>I-4-6- LA RECHAUSSE.....</i>	<i>11</i>
<i>I-4-7-REPLISSAGE DES EMPREINTES</i>	<i>11</i>
<i>I-4-8- ALIMENTATION DE L'EMPREINTE</i>	<i>12</i>
<i>I-4-9-FORME DE LA SECTION DES PLANS DES CANAUX</i>	<i>13</i>
<i>I-5- POSITION DU POINT D'INJECTION</i>	<i>14</i>
<i>I-5-1-RECHERCHE DU CENTRE DE GRAVITE.....</i>	<i>14</i>
<i>I-5-2-SEUILS</i>	<i>15</i>
<i>I-5-3-TYPES DE SEUILS D'INJECTION</i>	<i>16</i>
<i>I-6-ATTAQUE OU SEUIL D'ALIMENTATION.....</i>	<i>17</i>
<i>I-6-1-CHOIX DE SA POSITION</i>	<i>17</i>
<i>I-6-2-ATTAQUE A SECTION CAPILLAIRE</i>	<i>18</i>
<i>I-7-LES OUVERTURES NECESSAIRES DE TRANFERT</i>	<i>18</i>
<i>I-7-1-BUSES D'INJECTION.....</i>	<i>18</i>
<i>I-7-2-CALCUL DES BUSE DES PRESSE D'INJECTION.....</i>	<i>19</i>
<i>I-8-CANNAUX D'ALIMENTATION.....</i>	<i>20</i>
<i>I-8-1-CANAUX A SECTION CIRCULAIRE</i>	<i>21</i>
<i>I-8-2-CANAUX A SECTION TRAPEZOÏDALE.....</i>	<i>21</i>
<i>I-8-3-DIMENSIONS DES CANAUX</i>	<i>21</i>
<i>I-8-4-SYSTEME DES CANAUX.....</i>	<i>22</i>
<i>I-8-5-IMPLANTATION DES CANAUX.....</i>	<i>22</i>
<i>I-9-EVENTS D'ÉVACUATION DE L'AIR</i>	<i>22</i>

CHPITERE II :

REGULATION DES PARAMETRES CYCLE D'INJECTION

<i>II -1- PHASE DE REPLISSAGE INJECTION</i>	<i>23</i>
<i>II-2 PHASE DE MAINTIEN.....</i>	<i>20</i>
<i>II-3-PHASE DE REFROIDISSEMENT.....</i>	<i>21</i>
<i>II-3-1-ROLE DU REFROIDISSEMENT</i>	<i>21</i>
<i>II-3-2-TEMPS DE REFROIDISSEMENT DES PIECES MOULEES</i>	<i>22</i>
<i>II-3-3-REFROIDISSEMENT DU MOULE.....</i>	<i>23</i>
<i>II-3-4-PRINCIPE</i>	<i>23</i>
<i>II-3-5-DILATATION THERMIQUE</i>	<i>23</i>

II-3-6-CAPACITE THERMIQUE MASSIQUE.....	32
II-3-7-PUISSANCE DE CHALEUR	33
II-3-8-REGULATION THERMIQUE.....	33
II-3-9-QUANTITE DE CHALEUR.....	33
II-4-CIRCULATION DE LA CHALEUR	33
II-4-1-CONDUITS DE REFROIDISSEMENT	34
II-4-2-CYCLE D'ECHANGE DES CALORIES.....	36
II-4-3-TEMPERATURE DU MOULAGE.....	36
II-4-4-ECHANGE DE LA CHALEUR	36
II-5-DIMENSIONS DES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT.....	36
II-5-1-POSITION DES CANAUX.....	37
II-5-2-DIMENSION RECOMMANDEE.....	38
II-5-3-CONDITION POUR EMPREINTE.....	38
II-5-4-CONDUITE SUR PAVE.....	39
II-6-CIRCULATION DU FLUIDE	39
II-6-1-PIECES PLATES	40
II-6-2-SCHEMA D'UN CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT	40
II-6-3-ETANCHEITE	41
II-6-4-ENTRETIEN DES CONDUITE.....	41
II-7-CHAUFAGE DES MOULES ET REGULATION THERMIQUE	41
II-7-1-PUISSANCE NÉCESSAIRE A LA MISE EN TEMPERATURE	45
II-7-2--PUISSANCE NECESSAIRE AU MAINTIEN DE LA TEMPERATURE.....	46
II-7-3-LA PUISSANCE DISSIPÉE PAR L'OUVERTURE DU MOULE.....	47
II-8-TEMPS DE CYCLE.....	47

CHPITERE III : EJECTION DES PIECES

III-EJECTION DES PIECES.....	38
III-1-PROBLEMES DE DEMOULAGE.....	38
III-1-1-ORIGINES DES PROBLEMES RENCONTRES	49
III-2-EXEMPLE DE RACCORDEMENT.....	50
III-3-TYPE D'EJECTION	50
III-3-1-EJECTION COTE BLOC MOBILE	50
III-3-2-EJECTION COTE BLOC FIXE	51
III-4-CHOIX DES EJECTEURS	51
III-4-1-EJECTEUR LATÉRAL	52
III -4-2-EJECTEUR A LAME HASCO [10].....	52
III-4-3-EJECTEUR TUBULAIRE	52
III-5-RAPPEL D'EJECTION ANTICIPEE DME	52
III-6-EJECTIONDES CAROTTES [1].....	53

CHPITERE IV : CONCEPTION DE PIECE

IV-1- ETAPES DE CONCEPTION DE PIECES MOULEE	55
IV-1-2- CARACTERISTIQUES DE PIECE MOULEE.....	57
IV-1-3-CAHIER DES CHARGES.....	58
IV-1-4- RESSOURCES INFORMATIQUE	55
IV-2- PRESENTATION DE LA PIECES	59
IV -2-1- MATERIAU UTILISE	60
IV-2-2-MODEL CAO DE PIECE	61
IV-2-3 LE MODELE GEOMETRIQUE.....	61
IV-3-VERIFICATION DE CONCEPTION	61
VI-3-1- ANALYSE DES EPAISSEURS	61
IV-3-2- ANALYSE DE DEPOUILLE	62
IV-3-3-ANALYSE DES CONTRE DEPOUILLE.....	62

<i>IV-3-4-PLAN DE JOINT DE LA PIECE</i>	63
<i>IV-4-CONCEPTION DU SYSTEME D'ALIMENTATION</i>	63
<i>IV-4-1-REGLES DE CONCEPTION</i>	64
<i>IV-4-2-SECTION D'ALIMENTATION EMPRISE</i>	65
CHAPITRE V :	
CONCEPTION DE MOULE	
<i>V-CONCEPTION DES MOULES</i>	67
<i>V-1-MATERIAUX POUR LA FABRICATION DES MOULES</i>	67
<i>V-2- MOULE POUR INJECTION PLASTIQUE</i>	68
<i>V-2-1-ELEMENTS NORMALISES</i>	69
<i>V-2-1-ELEMENTS NORMALISES</i>	71
<i>V-3-LES CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLE</i>	72
<i>V-3-1-PARAMETRES GEOMETRIQUES</i>	72
<i>V-3-3-FIXATION SUR PLATEAUX</i>	72
<i>V-3-4-PARAMETRES DE LA COURSE</i>	73
<i>V-4-REALISATION DES MOULES</i>	74
<i>V-4-1-CONCEPTION DE PIÈCE MOULEES</i>	74
<i>V-4-2-CONCLUSION CHOIX PRELIMINAIRES</i>	75
<i>V-4-3-SOLUTIONS CONSTRUCTIVES</i>	76
<i>Conclusion</i>	78

Introduction générale

Les objets en matières plastiques peuplent notre vie quotidienne, qu'il s'agit d'éléments de carrosserie d'automobile, meuble, appareils électroménagers, électriques, la médecine, bâtiment, agriculture en font usage de plus en plus courant.

Les techniques de mise en forme des matériaux ont pour objectif de donner une forme déterminée au matériau tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un objet ayant les propriétés souhaitées. C'est un travail qui nécessite de maîtriser parfaitement les paramètres expérimentaux (composition, température, pression, vitesse de refroidissement, etc.). Les techniques diffèrent selon les matériaux (leur solidité, l'usage, etc.).

Pour les thermoplastiques (polyéthylène haute densité (PEHD), polyéthylène basse densité (PEBD), polychlorure de vinyle (PVC)), on part de poudres. En chauffant la matière on la fait passer d'un état solide à un état plastique. elle peut alors être mise en forme dans un moule ou par un autre procédé.

Le but de la transformation est, dans des conditions techniques, économiques et écologiques satisfaisantes de :

- donner la forme et l'aspect voulus au polymère pour obtenir la pièce ou le demi-produit à fabriquer ;
- conserver formes et aspects jusqu'à la mise en service (et après) ;
- amener les propriétés physiques, mécaniques, sensorielles au stade voulu. Les polymères de départ peuvent avoir :

–La qualité des pièces réalisées est conditionnée par les paramètres de moulage et la technologie de leur mise en forme pour satisfaire cette nouvelle exigence, et cela en prenant toutes les précautions nécessaires pour la conception et la réalisation des outillages. Il est donc naturel que la conception des moules (outillages) est nécessaire, pour assurer la fonction (objet homme) pour satisfaire le besoin du client. Le critère de performances de l'outillage haut précision, finesse et détail, qualité de la pièce, prix et délais,

Pour répondre aux exigences, l'utilisation de toutes compétences techniques et développement Technologique assure les résultats attendus en termes de réussite et lutte contre le gaspillage de matière, recherche des nouvelles solutions de conception, procéder de mise en œuvre.

Problématique

Le client de l'entreprise ALMOULES et l'aider dans le domaine d'injection plastique il vient de lancer un nouveaux produit dans le marché, un a pariage de sécurité domestique.

Le nom commerciale BOUCHE EXTRACTEUR sa fonction et ex tracte le gaz en cas de fuite dote d'un ventilo extracteur qui dégage le gaz à l'extérieur.

La demande de client et réalise une partie de cette appairage celons modèle qui assure le bonne fonctionnent et une production pour moyenne série de pièces , dans les détails est fortement tributaire ainsi conditions d'exploitation prévues au montage , d' assurant de meilleures conditions de maintenance .

Cote esthétique des pièces réalisées par injection thermoplastique la robustesse et les propriétés, de la facilité d'extraction.

Le temps de démarrage de production ne dépasse pas trente minutes de préparation, Sant gaspillage de matière. L'investissement ne doit pas être coûteux.

Es que l'entreprise peut répondre à la demande de client et satisfera leur besoin par la réalisation d'un outillage, de la forme des pièces à fabriquer ?

Présentation de lieu de stage

1) PRESENTATION DE LA FILIALE ALMOULES.

A- Constitution de la filiale

La filiale ALMOULES spa, dépendait du Groupe ENPC

Elle occupe une superficie totale de : **23 751 m2** dont une partie couverte de : **9 595 m2**

Les surfaces sont aménagées en :

1- Atelier de production comprenant : **5 823 m2**

- 01 atelier moules
- 01 atelier P.D.R. (pièce de rechange)
- 01 atelier de fabrication métallique
- 08 magasins de stockage (outillage, PDR machines, éléments standard)
- 01 bloc technique de 02 étages (650 m2 x 2). **1 256 m2**

2- Un bâtiment administratif de : **560 m2**

3- Postes de gardes (coté nord et sud) de : **41 m2**

4- Aires boisées et de circulation de : **14 156 m2**

5- Aire de stockage des aciers de : **1 915 m2**

B- Statut : E.P.E./spa.

C- Capital Social : 154 640 000 DA

D- Adresse : B.P.186, Zone Industrielle - 19 000 – Sétif

E- Métiers, activités et produits

E.1- Métiers et activités :

-Fabrication de moules destinés à la transformation plastique, coulées d'aluminium, emboutissage ...

-Fabrication de pièces de rechange pour l'industrie en général

E.2- Principaux produits :

-Moules, pièces de rechanges.

F- Le processus de production

Le Processus de production utilisé est :

- Etude, méthodes
- Usinage et chaudronnerie

G- Les matières premières :

La matière première utilisée dans la fabrication des produits de l'unité sont essentiellement :

- Les métaux ferreux et non ferreux.
- Quelques produits plastiques tels que : PA, Téflon, PC.

H- Les équipements de production :

Ce sont globalement des machines outils CNC, telles que les centres d'usinage les tours et les électroérosions et d'autre manuel telque des tours de différentes capacités, des fraiseuses, des perceuses, pointeuses, rectifieuses planes et cylindriques, mortaiseuses, aléseuses.

ALMOULES dispose également de fours de traitements thermiques.

Les équipements manuel sont obsolètes du point de vue technologique vis à vis les divers attentes du marché actuel d'une part et une rentabilité très faible (production occasionnelle en pièces unitaire)

Introduction

Le moulage par injection, aussi appelé injection plastique, est un procédé de mise en œuvre des thermoplastiques, la plupart des pièces sont fabriquées avec des presses d'injection plastique. Utilisant des moules qui peuvent fabriquer de milliers de pièces favorise la réussite des forces économique et industrielle.

ALMOULES spa SETIF est une société Algérienne des moules & outillage filiale de groupe ENPC qui fabrique des pièces et moules d'injection plastique, pièces mécaniques, destinées aux secteurs industriels. Le moulage par injection (sur une presse) est le principal procédé de transformation du plastique dans l'industrie moderne.

Le client donne toute l'information de produit pour avoir permis une série de production de cette pièce. Prend la forme de l'empreinte qui existe à l'intérieur du moule. Le processus de fabrication dans le secteur de la plasturgie est un processus très complexe dans le sens où il est difficile de connaître l'origine de ses défauts. Le produit qui m'a été confié d'étudier la conception du moule pour une pièce bouchon extracteur.

durant la période de stage j'ai fixé l'objectif à proposer une démarche pour la conception d'un moule à injection plastique, Cette démarche systématique tout en optimisant la conception de la pièce et du moule, (...) et enfin, pour répondre aux attentes du client qui exige le triptyque : une bonne qualité et à moindre coût, taux de rendement élevé sans gaspillage de matière et surtout dans la matière.

Mon mémoire va traiter cinq axes principaux :

- Une présentation de principe presse et un moule d'injection pour thermoplastique.
- Régulations du paramètre cycle d'injection.
- Ejections des pièces.
- Conception de la pièce.
- Conception de moule.

Chapitre 1.

Principe de presse et moule d'injection pour thermoplastique

I-1-PRESSE-INJECTION PLASTIQUE

DEFINITION:

Les machines employées en injection plastique sont des presses à injecter. Elles sont utilisées pour des productions de grandes et très grandes séries allant jusqu'à plusieurs milliers de pièces. Les matériaux principalement employés sont les plastiques et les élastomères.

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

D'une façon générale, un moule est un outil de transformation comportant une cavité destinée à recevoir un matériau liquide, plus au moins fluide, et à la mettre en forme en vue d'obtenir un objet dont le dessin a été déterminé au préalable.

Le moulage par injection sur une presse est le principale procédé de transformation de thermoplastique, Il consiste à ramollir (état visqueux) la résine, généralement en granulés introduite dans la presse et à l'injecter, Sous forme de pression à travers une buse dans l'empreinte d'un moule.

La pièce produite est généralement finis et utiliser aussitôt.

-PRINCIPE D'UNE PRESSE A INJECTION [1]

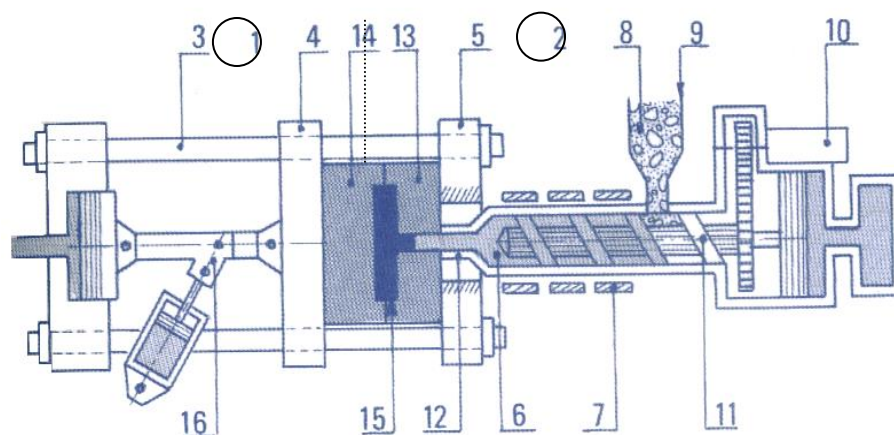


Figure. (1.1) : Presse d'injection

Tableau N° : (1.1) Nomenclature presse injection :

1	Unité de fermeture	9	Granulés
2	Unité d'injection	10	Commande vitesse de vis
3	colonne	11	Vis
4	Plateau mobile	12	Buse machine
5	Plateau fixe	13	Partie fixe du moule
6	Pression d'injection	14	Partie mobile du moule
7	Collier chauffant	15	Pièce
8	Trémie d'alimentation	16	Genouillère

I-2- CHOIX D'UNE PRESSE

Le choix d'utiliser une presse pour la fabrication d'une pièce donnée se fait selon deux critères :

- **Le critère technique** Il faut assurer un minimum requis en matière de caractéristiques de la presse. Cela concerne :

La fusion de la matière On entend le débit de plastification, la température et l'homogénéité de la matière fondue obtenue.

La fermeture du moule Cela englobe la force de verrouillage également appelé force de fermeture, les vitesses de fermeture, le dispositif de sécurisation et l'épaisseur minimale du moule.

L'ouverture du moule On s'intéresse à la force d'ouverture, la (ou les) vitesse(s) d'ouverture, la course d'ouverture et la position des plateaux en fin d'ouverture.

L'éjection des pièces Elle est définie par les paramètres de force, vitesse, course et la position extrême du vérin d'éjection.

Les dimensions du groupe de fermeture Désignent les dimensions extérieures, le passage entre colonnes et la hauteur des plateaux [9].

Le critère économique

On essaye toujours de saturer la presse, ceci est pour gagner en ;

□ Prix de revient

Il est obtenu par la réduction de la part machine. En plus, déplacer à chaque cycle la masse d'un plateau machine surdimensionné n'est pas sans conséquence sur la consommation d'énergie.

□ Qualité des pièces

N'utiliser qu'une fraction de la course d'injection implique la perte de beaucoup de précision lors du remplissage.

- CRITERE ECONOMIQUE

On essaye toujours de saturer la presse, ceci est pour gagner en ;

□ Prix de revient

Il est obtenu par la réduction de la part machine. En plus, déplacer à chaque cycle la masse d'un plateau machine surdimensionné n'est pas sans conséquence sur la consommation d'énergie.

□ Qualité des pièces

N'utiliser qu'une fraction de la course d'injection implique la perte de beaucoup de précision lors du remplissage

Productivité

Le rapport (course de fermeture du clapet/course totale) augmente fortement pour les courses de vis faible. Le dosage en quelques tours de vis ne permet pas une grande stabilité du process [8].

Une presse est dite adéquate pour mouler un modèle donné après avoir choisi le nombre d'empreintes, si elle remplit le cahier de charge suivant :

□ Volume max d'injection $\geq (V_{\text{carotte}} + V_{\text{canaux}} + V_{\text{empreintes}}) \times (\text{coefficient de dilatation thermique}) + 5\text{mm (matelas)} \times (\text{section du cylindre d'alimentation}).$

□ Pression max d'injection $\geq (\text{pertes de charges calculé avec la simulation numérique rhéologique})$

□ Débit max d'injection $\geq (\text{volume total de la moulée/temps de remplissage}).$

□ Débit de plastification $\geq \text{volume de la moulée/} (\text{temps de refroidissement} + \text{temps d'ouverture}).$

Force de fermeture \geq (pression max d'injection maximale) x (la somme des surfaces projetées des empreintes) x (le coefficient de sécurité.)

- Passage entre colonne \geq (largeur du moule).
- Hauteur des plateaux \geq (hauteur du moule).
- Distance min entre plaques \leq (épaisseur du moule).
- Distance max entre plaques \geq (épaisseur du moule + épaisseur de la pièce).
- Course d'éjection \geq (épaisseur de la pièce).
- Température max de la presse \geq (Tf ou Tg de la matière a mouler).

I-3- FONCTIONNEMENT DE LA PRESSE

Les presses à injecter comportent un groupe d'injection et un groupe de fermeture positionnés sur le bâti.

A - Groupe d'injection

Il se compose principalement des éléments suivants (voir Figure 2.2) :

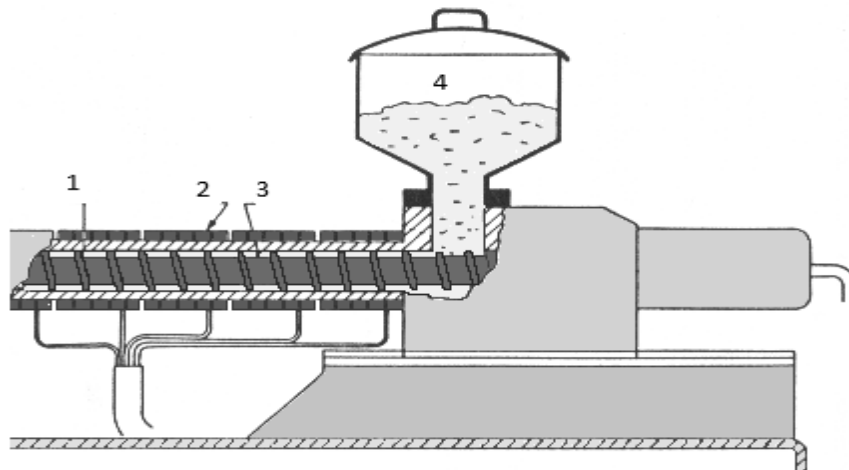


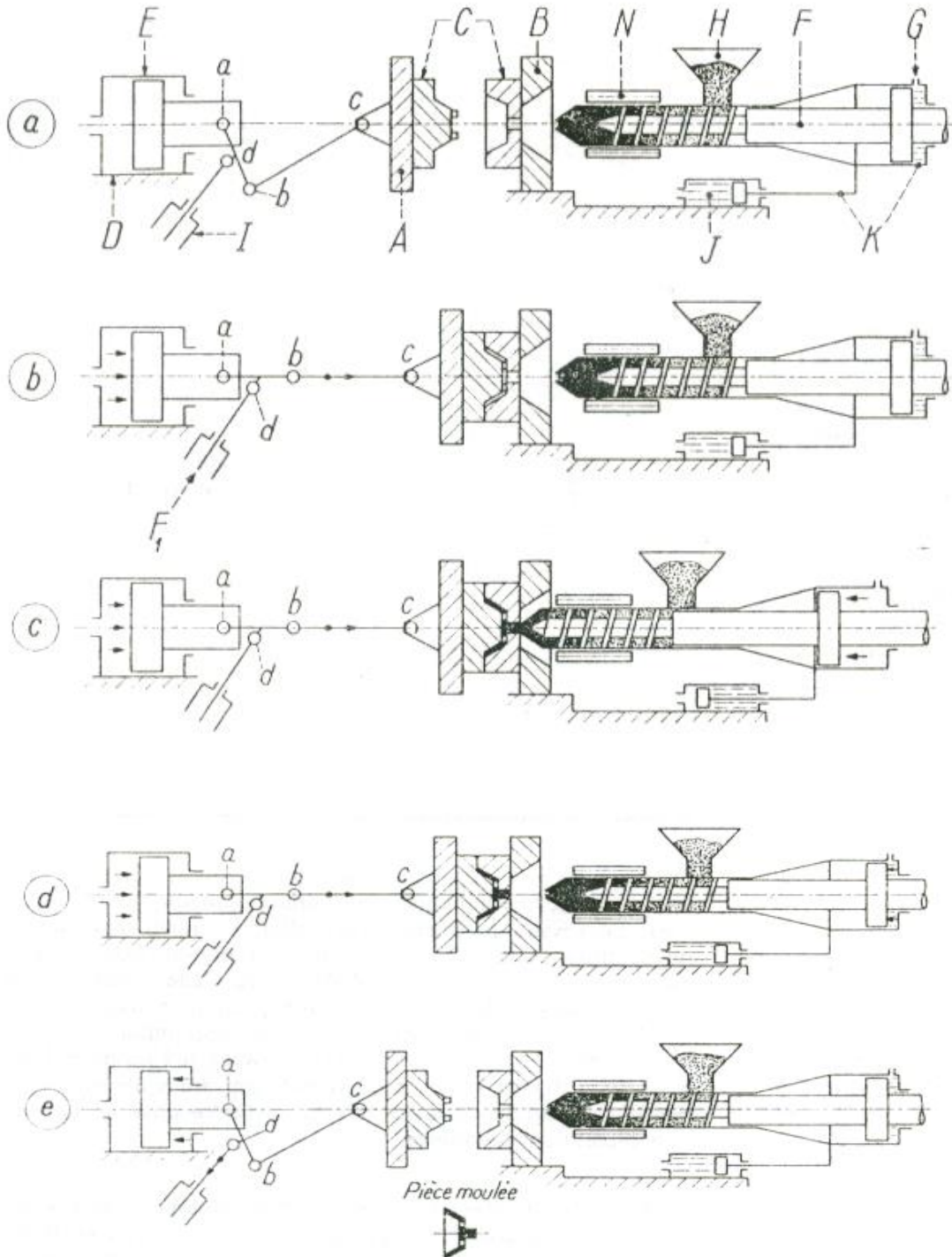
Figure. (1.2) : Groupe D'injection

Le groupe d'injection réalise les fonctions suivantes :

- Faire fondre la matière en apportant de l'énergie sous forme mécanique ou thermique.
- Doser le volume de matière qui sera injectée.

- Injecter la matière fondue.
- Maintenir la matière injectée sous pression pendant son refroidissement et ajouter de la matière refondue dans le moule pour compenser la perte de volume lors du refroidissement [18].

b-Groupe de fermeture [2]:



(2) Figure. (1.3) Groupe de fermeture

- a- position de départ du cycle : moule ouvert. Plastification terminée ;
- b – fermeture du moule ;
- c- avance du groupe d'injection .injection, maintien en pression ;
- d- refroidissement, recul du groupe de plastification, plastification ;
- e –ouverture du moule, éjection du de la pièce moulée ;

A –plateau mobile.

B- plateau fixe.

C –moule.

D –bâtie.

E –vérin de blocage.

F –vis.

G –vérin d'injection.

H –trémies.

I –vérin d'approche.

J –vérin.

K –bloc coulissant.

N –résistance électrique.

I-3-1- SUIVI DE L'INJECTION

Le suivi de l'évolution des paramètres d'injection au cours du cycle se fait sur un ensemble de diagramme :

-DIAGRAMME P(T)

La pression maximale au cours de l'opération de l'injection se situe entre 40 et 200 MPa, selon les matières traitées et la complexité de la forme, les épaisseurs plus au moins élevé et la valeur de la plus grande dimension des pièces moulées [3].

Cette pression varie entre 60 et 120 MPa le plus souvent il s'agit de la pression de la matière, au moment de sa préparation dans l'outillage ; a l'intérieur de la cavité de celui-ci. Elle est réduite de 30 à 40 % en raison de perte des charges, cette pression n'en reste pas moins très

importante et donne naissance a des efforts (souvent sous estimer), sur différents organes mécanique intervenant dans la conception des moules, des calculs de résistance de matériaux.

La figure (1.4) montre la variation de la pression en fonction du temps.

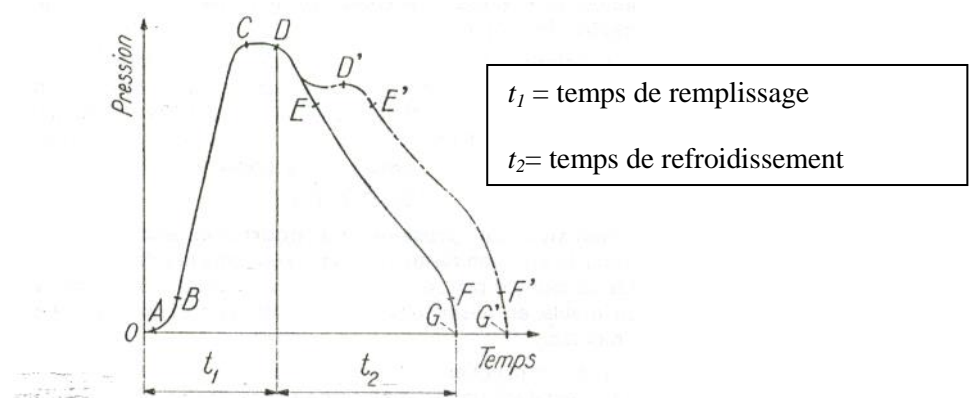


Figure. (1.4) : Diagramme P(t)

Interprétation du diagramme PVT

On constate différents types d'évolution :

- AB : le remplissage et le compactage peuvent être considérés comme une étape de mise en pression isotherme.
- BE : le maintien en pression est composé d'une phase de maintien isobare (BC) puis on observe une brusque diminution de la pression et de la température lors de la cristallisation (D).
- Lorsque le seuil d'injection est figé, le refroidissement isochore s'accompagne d'une diminution de la pression jusqu'à la pression atmosphérique (EF)
- FG : le refroidissement se poursuit à la pression atmosphérique ce qui entraîne le retrait du polymère [5].

-A l'origine en O , le moule est fermé et la matière plastique fondue se présente à l'orifice d'entrée de l'outillage, de O à A, elle s'achemine dans les canaux sous faibles pressions, de A à B, elle remplit la cavité, a pression encore réduite et de B à C, en fin de remplissage, la pression s'élève à la valeur maximale possible en fonction du réglage adopté pour la presse, de C à D, la pression étant maintenue grâce a la compressibilité du plastique fondu, un volume supplémentaire de celui-ci pénètre dans l'outillage et a pour effet de compenser le retrait de l'objet pendant son refroidissement.

S'il n y a pas de maintien en pression au-delà du point D, il se produit dans la zone D E un certain reflux de matière moulée vers les canaux d'alimentation ; le point E correspond a la solidification de la matière au point de pénétration dans la cavité, de E à F, elle se refroidit et le

retrait se poursuit, entraînant une baisse progressive de la pression; c'est la phase pendant laquelle se produisent les dépressions en surface de la pièce moulée si le volume de la matière injectée est insuffisant. En F G, le moule doit s'ouvrir pour éjecter les objets fabriqués. Au point F, règne une pression résiduelle pouvant être nulle au très importante selon la valeur adoptée pour la température et la pression exercée sur la matière et aussi selon la température du moule.

Le maintien en pression nourrissant contribue à augmenter la pression résiduelle, car il supprime le flux de la matière dans les canaux ; il peut résulter de sérieux difficultés d'ouverture du moule en raison de la force d'adhérence entre l'outillage et pièce moulée.(D'E', E'F', F'G').

Un moule relativement froid accroît la pression résiduelle car il réduit le retrait.

- Diagramme PVT

Le diagramme PVT (Figure 1.5) intègre les deux diagrammes P (t), T (t), pour en déduire le volume spécifique ; V (P, T) :

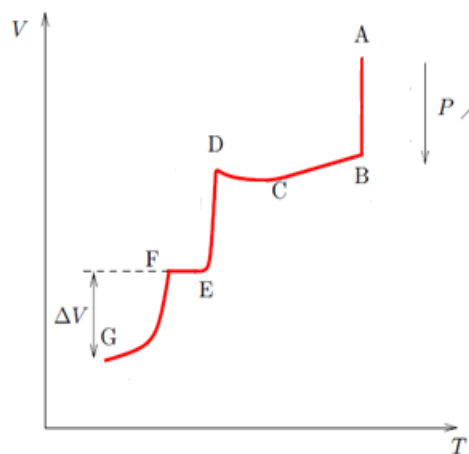


Figure. (1.5) : Diagramme PVT

Interprétation du diagramme PVT

On constate différents types d'évolution :

□ AB : le remplissage et le compactage peuvent être considérés comme une étape de mise en pression isotherme.

□ BE : le maintien en pression est composé d'une phase de maintien isobare (BC) puis on observe une brusque diminution de la pression et de la température lors de la cristallisation (D).

□ Lorsque le seuil d'injection est figé, le refroidissement isochore s'accompagne d'une diminution de la pression jusqu'à la pression atmosphérique (EF)

□ FG : le refroidissement se poursuit à la pression atmosphérique ce qui entraîne le retrait du polymère [5].

I-4-LES MOULES AVEC EMPREINTE

I-4-1- ELEMENTS CONSTITUTIFS DU MOULE

Les moules d'injections ou sous pression sont souvent de dimensions importantes, découpés en différents éléments :

-Les carcasses maintiennent et supportent toutes les parties de moule ;

-Elles assurent l'encastrement des blocs empreintes;

-Elles guident et bloquent les noyaux;

-Elles guident les injecteurs;

-Elles permettent de guider la douille ou cylindre d'injection ;

-Elles matérialisent le plan de joint de moule ;

-Elles assurent la fixation du moule sur les plateaux de la machine ;

-Elles garantissent le positionnement des deux parties du moule, l'une par rapport à l'autre ;

-Elles doivent avoir une surface suffisante pour éviter toute déformation et toute projection d'alliage à l'extérieur du moule lors de l'injection ;

-Elles sont réalisées en acier moulé ;

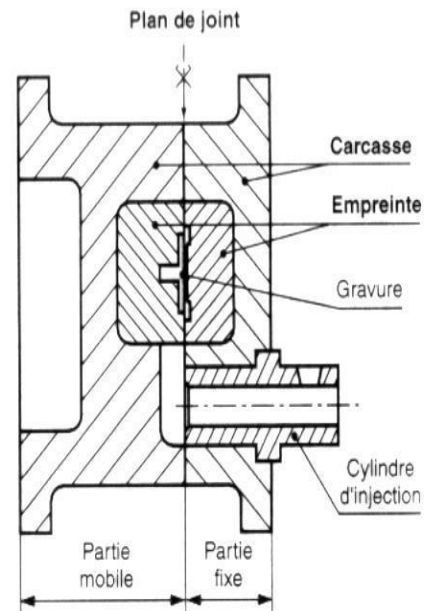


Figure (1.6)

Moule avec empreinte

I-4-2-PLAN DE JOINT

Le plan de joint est la surface de séparation de la partie mobile et partie fixe du moule.

Au moment de la fermeture, le joint et son étanchéité doivent être assurés.

Sont choisis en fonction des possibilités de moulage et de réalisation du moule, peut

devenir très délicates quand les dépouilles

sont difficilement compatibles avec les fonctions que la pièce doit assurer.

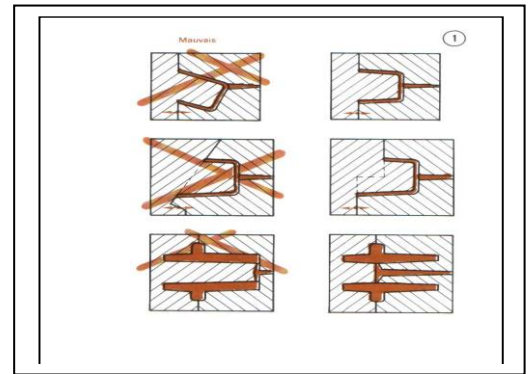


Figure : (1. 7) Plan de joint

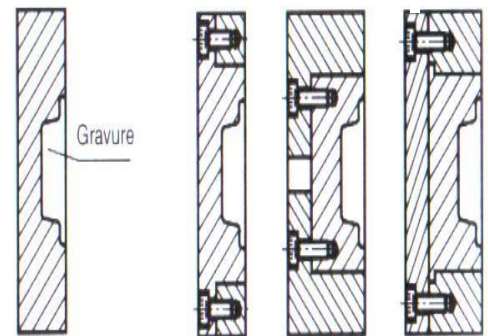
I-4-3- EMPREINTE

Les blocs empreints contiennent la gravure en creux ou en relief représentant les formes de la pièce à mouler :

-Elles contiennent les éjecteurs.

-Elles guident les noyaux et les broches.

-Elles contribuent à accélérer la solidification de la grappe coulée par l'intermédiaire de circuits internes de refroidissement.



Empreinte usinée dans un bloc

Empreintes rapportées dans le bloc

Figure. (1.8) Empreinte

-Les blocs sont constitués d'acier forgé allié, trempé et revenu.

-Elles sont conçues pour réaliser entre 200 000 à 300 000 injections.

-Trois regarnissages sont réalisés dans la vis du moule.

I-4-4-GOUJON

Le repérage de positionnement de deux parties de moule est réalisé par quatre doigts d'engoujonnage avec une haute précision de réalisation

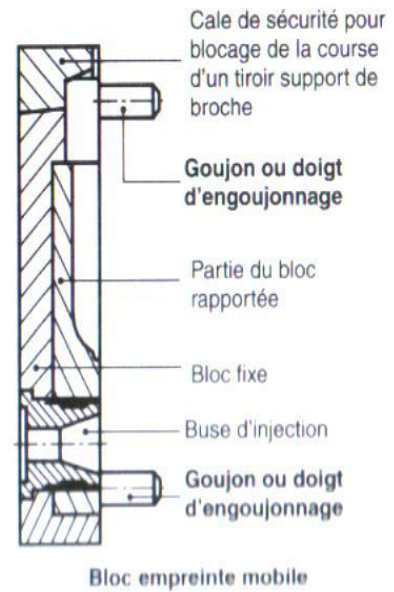


Figure. (1.9) Bloc Empreinte mobile

I-4-5- NOYAUX

Les noyaux sont les parties mobiles du moule permettant d'obtenir une cavité dans une pièce ou une contre dépouille, un noyau de petites dimensions est appelé Tiroir, la mobilité des noyaux est assurée par des vérins hydraulique permettent le mouvement des noyaux et le guidage par l'intermédiaire d'un coulisseau.

Le positionnement et la stabilité du noyau, leur isostatique sont important pour la précision et la géométrie des pièces moulées.

Ces critères sont obtenus à travers le choix de type de portée, leurs dimensions, la nature de dépouilles, l'importance et la disposition des jeux de remoulage et de coiffage

I-4-6- LA RECHAUSSE

Prolonge la gravure et sert de guidage lors des mouvements. Elle verrouille le noyau à la fermeture totale de moule avant injection. Le verrouillage des noyaux est destiner à la fermeture totale du moule avant l'injection, et empêche leur recule lors d'injection de la matière plastique dans le moule.

I-4-7-REMPLISSAGE DES EMPREINTES

L'écoulement de la matière entre les parois des moules, et par conséquent le remplissage de l'empreinte sera en fonction de :

- L'évolution de la viscosité du polymère.
- Nombre et type des alimentations.

Les épaisseurs moyennes des pièces injectées sont de l'ordre 0.8 à 3 mm

Et celles des pièces plus importantes de l'ordre de 6 à 8 mm, les grandes épaisseurs entraînent des retassures, un gauchissement ou traces d'écoulement

Pour un calcul de l'épaisseur minimale C (en mm) de l'élément en fonction de son emplacement par rapport à l'alimentation et de la fluidité de la matière injectée.

On doit considérer, pour la raison énoncée précédemment comme très approximatives la valeur obtenue par l'équation :

$$C = (0.5 + 0.01 L) k \dots\dots\dots (2.1)$$

Avec : L longueur d'écoulement dans l'empreinte (en mm) .

K coefficient de fluidité qui dépend de la matière.

Tableau N° : (1.2) coefficient de fluidité

MATIERE	K
PE basse densité	0.5 -0.7
PE haute densité	0.7 -1.0
Poly oxyméthylène	0.7-1.0
polyamide	0.8
PVC plastifié	0.8
polypropylène	0.8 -1.5
polystyrène choc	1.0 -1.5
polycarbonate	0.8-2
PMMA	2

I-4-8- ALIMENTATION DE L'EMPREINTE

L'alimentation de l'empreinte se fait par une série de canaux reliant la buse à la cavité moulante passant par la carotte. Les canaux d'alimentation permettent de répartir les flux de matière entre toutes les empreintes et d'équilibrer les remplissages afin d'assurer une homogénéité de production d'une empreinte à une autre (moule à plusieurs empreinte).

Les seuils sont choisis en fonction des pièces et des cadences de production.

Il est très difficile de définir les dimensions du seuil minimum en fonction (e, I, L ou ϕ , L).

SECTION D'ALIMENTATION EMPRIINTE

Le remplissage des empreintes est en fonction du type de point d'injection et de sa position. Ce choix expliquera les déformations, les retraits et les zones de soudures (zones de fragilité) [7].

Les écoulements de la matière les voudraient courts et de faible section,

Les contraintes d'écoulement les préférant de forte section de diamètre simplifiée, on peut définir la section S par :

$$S = K \times M \times L \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

Avec:

L : longueur du canal

M : masse de la pièce

K : fonction de la viscosité matière

-dans un moule avec plusieurs empreintes, la présence d'un dispositif d'équilibrage des pertes de charge facilite la mise au point pour remplir la cavité en même temps .

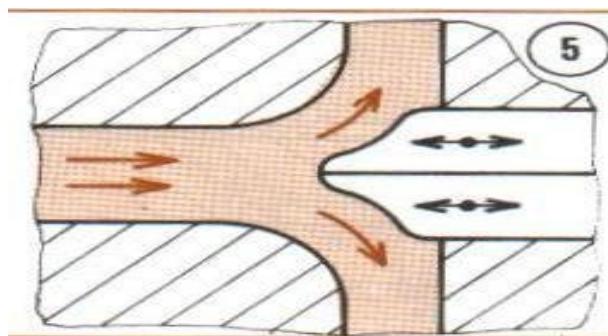


Figure. (2.10) Dispositif d'équilibrage

I-4-9-FORME DE LA SECTION DES PLANS DES CANAUX

Les figures ci-contre illustrent ces choix.

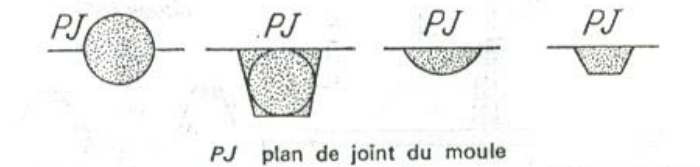


Figure. (1.11) Section des canaux

La longueur des canaux ne doit pas dépasser 100 mm.

- La forme la mieux adaptée est la section circulaire les demi circulaire
- La surface doit être parfaitement polie pour éviter le collage.

I-5-POSITION DU POINT D'INJECTION

La bonne réalisation d'une pièce est conditionnée par un bon écoulement de la matière, ainsi que par la bonne fermeture de l'outillage

L'équilibre des forces dans un outil doit être réalisé avec soin et l'injection de la matière placée au point d'équilibre.

Le point d'équilibre idéal est le centre de gravité de l'empreinte.

L'équilibre des forces dans un outil doit être réalisé avec soin et l'injection de la matière.

Placée au point d'équilibre.

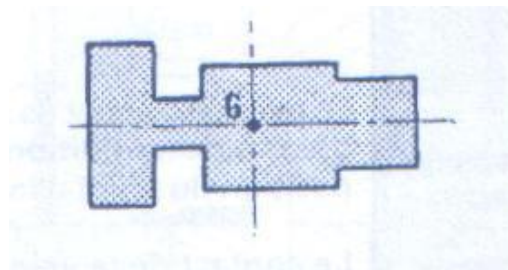


Figure. (1.12) G : Centre de gravité

I-5-1-RECHERCHE DU CENTRE DE GRAVITE

Le point d'injection est situé au centre de gravité des surfaces.

$$X = \frac{S_1 X_1 + S_2 X_2 + S_3 X_3 + S_4 X_4}{\sum S}$$

X = Position par rapport à l'empreinte

$$\sum S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

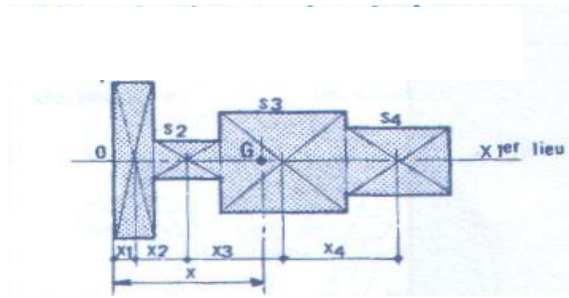


Figure. (1. 13) Méthode de calcul

I-5-2-SEUILS

Le seuil est le passage par lequel la matière pénètre dans l'empreinte. La forme, la position et la dimension des seuils influent sur l'écoulement et sur l'orientation qui conditionne la résistance aux sollicitations mécanique et les risques de déformation au refroidissement.

-Les formes les plus utilisées sont : alimentation capillaire (pin point), section rectangulaire, section V en demi cercle.

Beaucoup de moules présentent des sections très voisines de celle calculées à l'aide de la formule de SOMER FIELD.

$$S = 0.35M \dots\dots\dots (1.3)$$

Avec S (mm²) Section des entrée

M (g) masse de matière injectée dans l'empreinte.

La longueur des seuils doit être la plus petite possible.

I-5-3-TYPES DE SEUILS D'INJECTION

-Une alimentation directe en carotte normale, utilisable dans tous les cas ou on réalise un moule à une seule cavité.

-L'attaque latérale est la forme d'alimentation des cavités de moule la plus répandue par suite de l'utilisation on fréquente d'outil à une seul plan de joint et a cavité multiples.

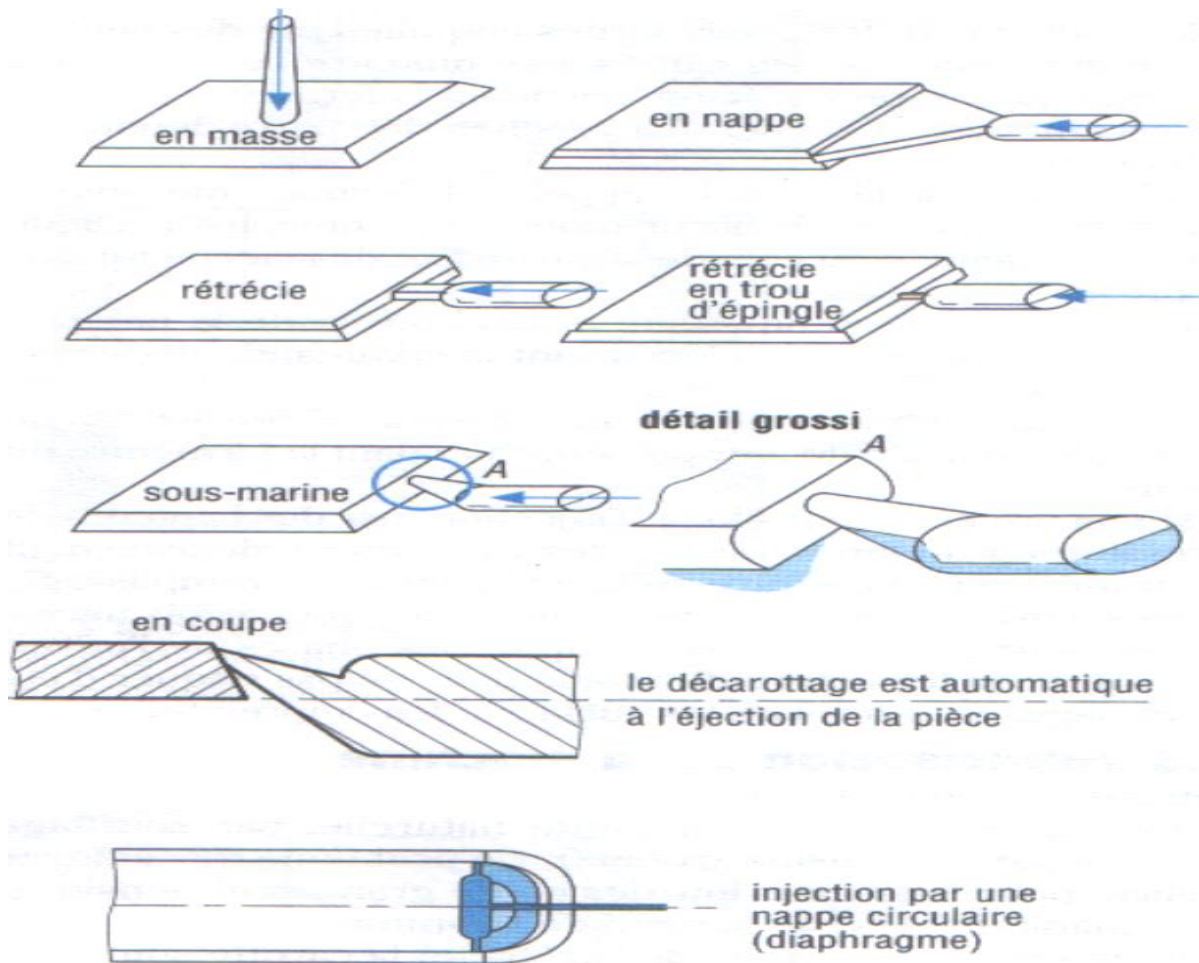


Figure. (1.14) Seuil d'injection

I-6-1-ATTAQUE OU SEUIL D'ALIMENTATION

I-6-1-1-CHOIX DE SA POSITION

Le choix de la zone d'attaque d'une cavité de moule, si la matière ne rencontre pas d'obstacles lors de son écoulement, les pertes de charges sera réduit et on pourra diminuer la pression d'injection, cela revient à éviter l'alimentation de la cavité face à un obstacle (noyau du moule).

Celui-ci divise en outre le jet de plastique en deux flux se refermant sur la face opposée du noyau.

-Il est indiqué de choisir l'attaque en vue d'orienter leur formation dans une zone de forte section ou une région de la pièce ne supportant pas d'effort important.

-Si l'objet moulé comporte des variations d'épaisseur, il est conseillé de placer le point d'alimentation sur parties massives afin de pouvoir pour suivre le remplissage au moment du retrait de solidification pour compenser en partie celui-ci.

-Les pièces complexes de grandes dimensions sont souvent alimentées en plusieurs points. Mais celles-ci sont de bonne qualité si la rencontre des flux de matières se fait à une température suffisante.

-Enfin le choix du seuil d'alimentation doit contribuer au maintien d'une bonne fermeture du moule durant la phase d'injection pour éviter la bavure.

I-6-1-2-ATTAQUE A SECTION CAPILLAIRE

Un diamètre de 0.5 à 2 mm, présente un certain intérêt pour la résolution de nombreux problèmes de moulage, un seuil capillaire lamine la matière et contribue à une bonne homogénéité.

L'injection capillaire est mise en œuvre soit dans un moule à deux plans de joint.

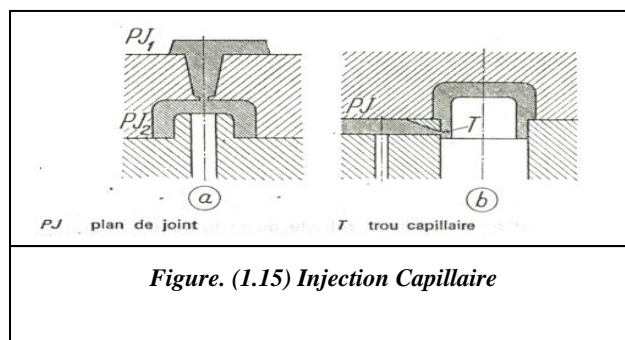


Figure. (1.15) Injection Capillaire

PJ plan de joint

a –injection capillaire Moule à 2 plans de joint

b –injection capillaire en tunnel ou sous – marine

Quelques règles simples peuvent être suivie en vue d'obtenir les meilleurs résultats possibles par choix judicieux de seuil d'alimentation.

-attaque dans une zone d'épaisseur maximale, assurant un écoulement facile et comportent peu ou pas de noyaux s'opposant au flux ;

-attaque dans une région facilitant l'évacuation de l'air ;

-attaque sur une partie massive si elle existe ;

-attaque en une zone limitant les soudures ou localisant calles ci .dans la partie les plus résistantes de l'objet moulé, ou dans celle, supportant les plus faibles contraintes mécaniques ;

-attaque dans les zones devant avoir meilleurs aspects ;

I-7-LES OUVERTURES NECESSAIRES DE TRANSFERT

I-7-1-BUSES D'INJECTION

Le refoulement de la matière plastique dans un moule relativement froid et, à travers des sections d'écoulement relativement faibles (afin de limiter les déchets) doit s'effectuer dans un temps relativement court, en vue d'éviter une solidification prématurée, Cela exige l'emploi d'une pression élevée et l'on définit la pression d'injection comme étant la pression maximale atteinte à l'extrémité du cylindre de plastification pendant que la vis piston refoule le plastique dans les cavités du moule.

Une fois plastifiée, la matière est introduite avec une très grande vitesse dans le moule, trois raisons expliquent cette vitesse :

-Effet de peau : Si l'injection est lente. Les gaz « éclatent » à la surface mauvais aspect .

-Les agents gonflants sont très sensibles aux variations de température et se décomposent très vite ;

-Si la plastification est effectuée à une température très proche de la décomposition, il faut injecter très vite pour éviter l'expansion dans le fourreau ;

-Si la plastification est réalisée à une température très inférieure à la décomposition, il faut injecter très vite pour que l'échauffement par le cisaillement du polymère au passage du seuil décompose l'agent gonflant ;

- La section est un compromis pour obtenir un remplissage facile des empreintes et une bonne élévation, de la température de matière par friction, concourant à abaisser le temps de cuisson. Le diamètre des buses est en générale de l'ordre de 1/10 de celui de la vis de plastification.

Figure. (1.16)

Buse à seuil capillaire

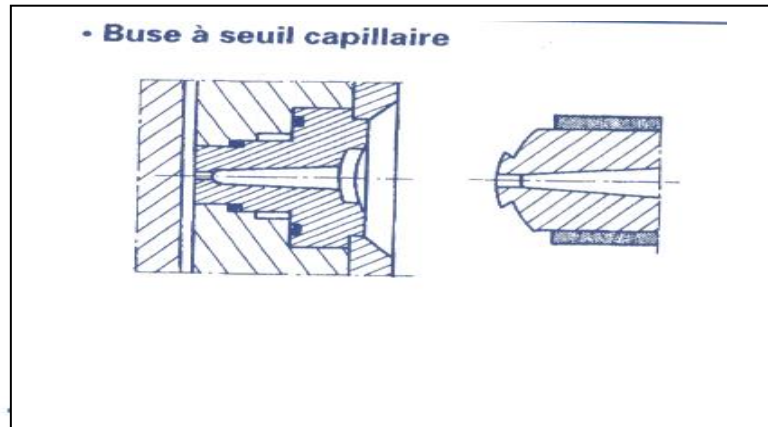
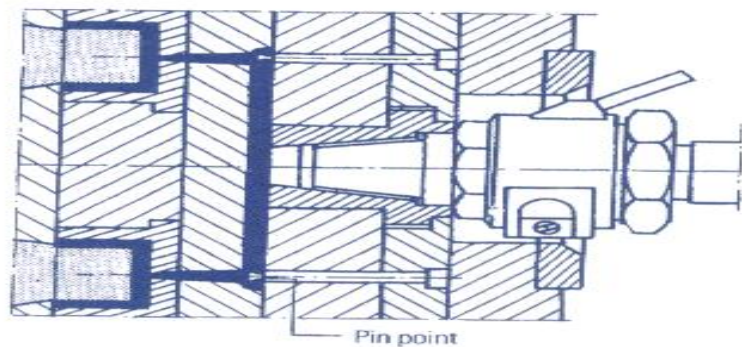


Figure. (1.17)

Buse plongeante



I-7-2-CALCUL DES BUSE DES PRESSE D'INJECTION [3]

Contacte buse moule dure (un acier traité genre 40 CN15 s'impose).

Présenter un diamètre de trou de sortie variable selon le volume de la matière à débiter lors de chaque injection, et aussi avec la nature de cette matière. Plus elle est visqueuse à la température de moulage, plus la pièces moulée est importante, et plus grand doit être l'orifice de buse[3].

-Pour un volume à injecter P (cm³), et une vitesse d'écoulement V (cm/s), et pour un temps d'écoulement t (s)On peut utiliser la relation

$$P = SVT = \frac{\pi d^2 V t}{4} \dots\dots\dots(1.4)$$

On en tire
$$d = \sqrt{\frac{P}{0.785Vt}} \dots\dots\dots (1.5)$$

Avec d est le diamètre de l'orifice. [cm]

$Vt = 2.5$ cm pour le polystyrène

2.25 cm pour l'acétate de cellulose

2.1 cm pour le poly méthacrylate de méthyle.

5 cm pour les polyamides nylon.

I-8-CANNAUX D'ALIMENTATION

Comme dans le cas des buses et pour les mêmes raisons, la section des canaux est un compromis. Somer Field indique que la section des canaux doit être 3 fois la section des seuils [1

Beaucoup de moules en service sont équipés de canaux dont la section est 2/3 ou 1/2, Sommerfeld proposé qu'il est important de prévoir des canaux de section plus faible et de les agrandir après essaie pour la réalisation du moule.

I-8-1-CANNAUX A SECTION CIRCULAIRE [1]

Ils garantissent un débit maximal, de matière et un temps de refroidissement minimal.

L'état de surface doit être de bonne qualité pour réduire les pertes de charge.

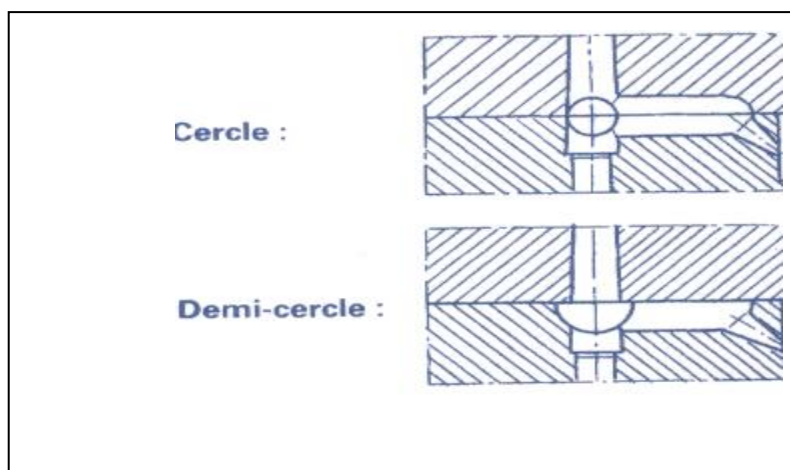


Figure. (1.18) Canaux circulaire et demi-circulaire

I-8-2-CANAUX A SECTION TRAPEZOÏDALE

Ils garantissent un débit moyen et un refroidissement plus rapide.

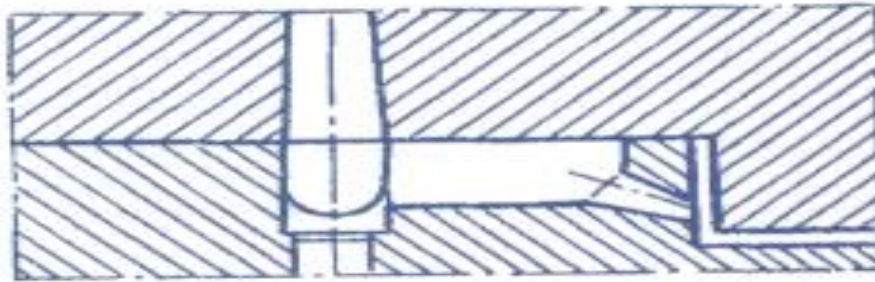


Figure. (1.19) Canaux Trapézoïdale

I-8-3-DIMENSIONS DES CANAUX

Tableau N° : (1.3) démentions des canaux

<i>Canal Principal</i>	<i>Canal Secondaire</i>
D= Diamètre du canal	d = Φ Canal
D = 6 L ₁ = 75 maxi	d = 6 , L ₂ = 75 maxi
D = 8 L ₁ = 75 à 250	
D = 10 L ₁ = 250 maxi	

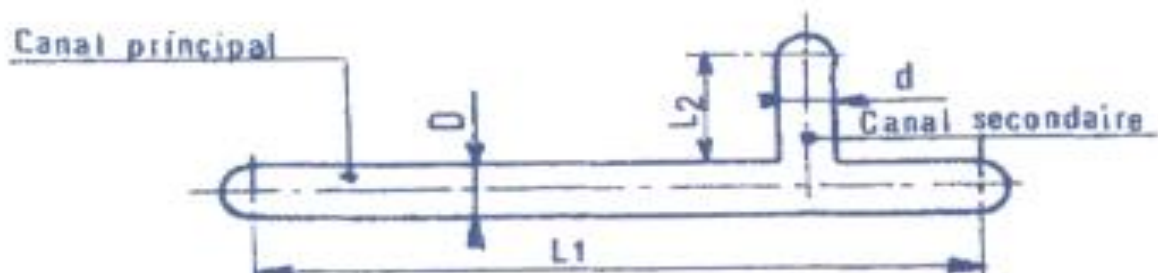


Figure. (1.20) Canal Principal et Canal Secondaire

I-8-4-SYSTEME DES CANAUX

Dans les moules à plusieurs empreintes alimentés par un canal principal doit se prolonger au-delà du point de dérivation du canal secondaire pour constituer un point à goutte froide [2].

Il faut réduire au minimum la longueur des canaux pour diminuer les pertes de charge.

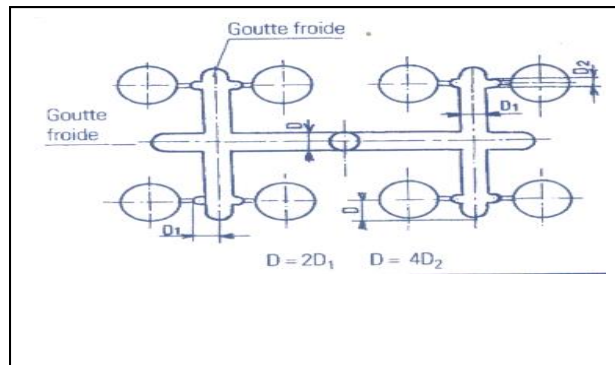


Figure. (1.21) Système des Canaux

I-8-5-IMPLANTATION DES CANAUX

L'implantation des canaux se fait en fonction des empreintes et du nombre de pièces produites par le moule. Les pièces, les canaux et la carotte forment une grappe.

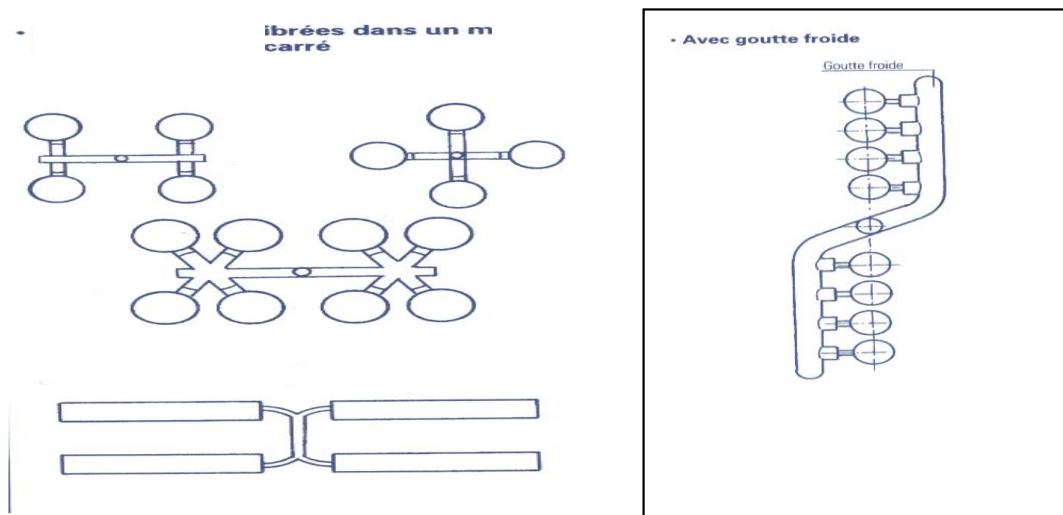


Figure. (1.22) Empreinte équilibrée

I-9-EVENTS D'ÉVACUATION DE L'AIR [1]

Les moules doivent être munis d'évents, très importants pour permettre de chasser

L'air et les Gaz (vapeur d'eau etc.) emprisonnés dans les empreintes, peuvent s'opposer au flux de matière. Les pièces présentent alors des porosités ou des brûlures. Pour faciliter l'évacuation des Gaz, il est bon de prévoir des évents. Ils sont généralement disposés dans les plans de joint ou le long des bordures.

Les dimensions sont de :

Profondeur : 10 à 100 μm

Largeur : 5 à 10 mm

Pour la pièce de faible dimension, l'évent d'une profondeur de 0.02 à 0.05 mm sont placés sur le plant du joint tous les 40 à 50mm du coté opposé à l'injection.

Avec des événements supplémentaires, d'une profondeur de 0.015 à 0.03 mm, d'une largeur maximale de 6 mm, sont réalisés, après l'obtention d'une pièce d'essai, pour remédier aux défauts.

Les événements sont usinés après les premiers essais du moule, l'état surface doit permettre une évacuation facile de la matière au moment de démoulage, sans cela les événements cessent d'être efficaces[1].

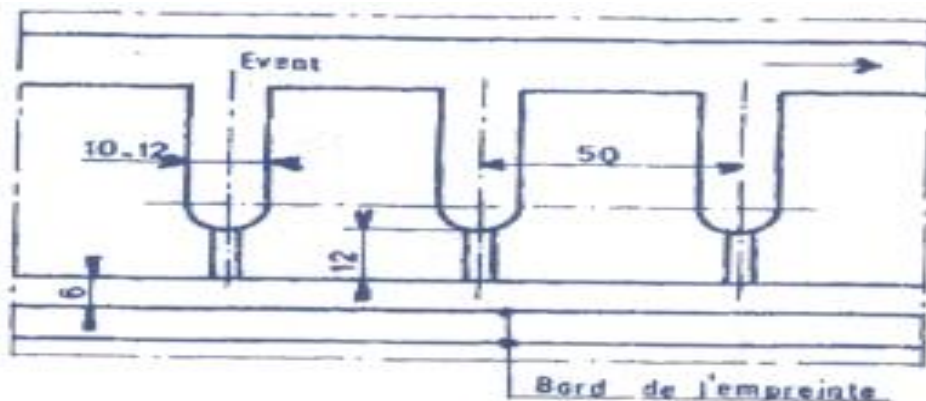


Figure. (1.23) Events sur le plan de joint

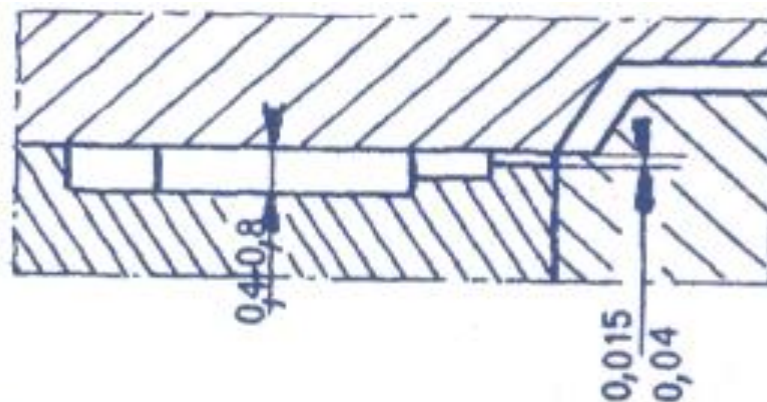


Figure. (1.24) Events supplémentaires

Chapitre 2

Régulation des paramètres du cycle d'injection

II- Régulations des paramètres du cycle d'injection

II-1- Phase de remplissage injection :

Le temps de remplissage est court car il est de l'ordre de la seconde. Par conséquent, les débits d'injection sont élevés, de l'ordre de 100 à 1 000 cm³/s. En combinaison avec la forte viscosité des polymères, la dissipation visqueuse d'énergie est donc importante et la température de la matière peut augmenter localement malgré le refroidissement du moule.

Les polymères étant peu conducteurs de chaleur, la température au centre est proche de la température d'injection, tandis qu'à la paroi elle est proche de la température de l'acier. Il y a donc formation de gaine solide. Ce qui provoque une augmentation de pression qui est déjà de quelque dizaine de méga pascalle.

L'obtention de l'équilibre entre ces phénomènes permet de stabiliser le niveau de température et d'éviter tout phénomène de refroidissement ou de chauffage excessif susceptible de perturber le remplissage ou de dégrader la matière.

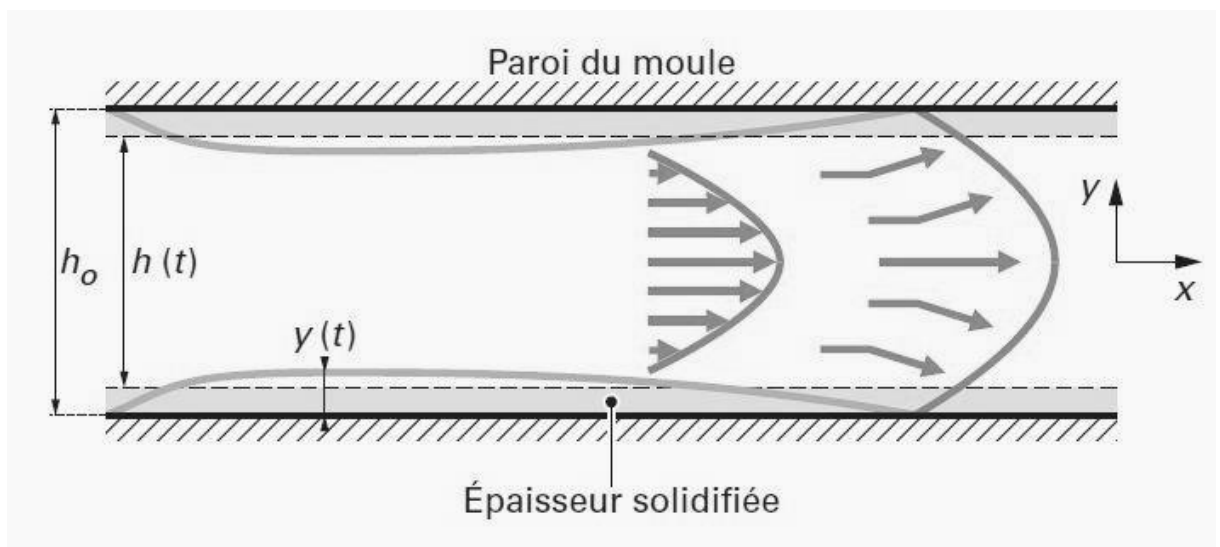


Figure : (2.1)

Section de l'empreinte d'un moule d'injection lors du remplissage [11].

Il est important de déterminer le réglage du débit de remplissage qui permet de maîtriser l'évolution de pression due à la croissance de la gaine solide. Ceci permet d'obtenir l'équilibre thermique au sein de la veine liquide [12].

Un bon remplissage est celui où les pertes de charges, le taux de cisaillement ainsi que le temps de remplissage sont minimisés tout en assurant un remplissage complet et uniforme.

II-2 Phase de maintien

Après le remplissage à débit imposé, une quantité supplémentaire de matière est introduite dans le moule pour compenser le retrait dû au refroidissement en imposant une pression de compactage ou de maintien [13].

du point de vue thermique, garantit un bon contact entre la source chaude (le polymère) et la source froide (le moule).

a. Pendant un temps très court qui est de l'ordre du dixième de seconde, le profil de pression dans la cavité passe d'un profil non uniforme en fin de remplissage (la pression est maximale à l'entrée, et nulle au front) à un autre pratiquement uniforme (mais pas exactement, car il y a un léger écoulement).

b. Pendant une période beaucoup plus longue (de l'ordre de la dizaine de secondes), que l'on appelle souvent maintien, la pression décroît progressivement. La fin de cette étape a lieu lorsque le polymère fige sur toute l'épaisseur et dans une zone interdisant la transmission de la pression depuis la buse, par exemple, aux environs du seuil si celui-ci est de petite section. En général, la pression dans le moule n'est pas nulle à la fin de cette étape.

L'ordre de grandeur de la quantité de chaleur dissipée dépend directement de la viscosité des polymères qui dépend fortement de la température et de la pression [10].

La figure (2.1) représente la section de l'empreinte d'un moule d'injection lors du remplissage. Au contact du moule refroidi, on observe la formation d'une gaine solide.

L'entrefer disponible pour l'écoulement se réduit proportionnellement à l'épaisseur de la gaine solide

Il est important de déterminer le réglage du débit de remplissage qui permet de maîtriser l'évolution de pression due à la croissance de la gaine solide. Ceci permet d'obtenir l'équilibre thermique au sein de la veine liquide [12].

Un bon remplissage est celui où les pertes de charges, le taux de cisaillement ainsi que le temps de remplissage sont minimisés tout en assurant un remplissage complet et uniforme.

On peut distinguer deux étapes après la fin du remplissage.

buse par exemple, aux environs du seuil si celui-ci est de petite section. En général, la pression dans le moule n'est pas nulle à la fin de cette étape.

La durée de cette étape et le niveau de pression de compactage doivent être déterminés avec précaution pour éviter un sous-compactage (dimension de la pièce incorrecte et masse insuffisante), ou un sur compactage (ouverture du moule entraînant une bavure dans le plan de joint, difficultés d'éjection dues à un excès de matière injectée dans la cavité). Cette étape a aussi une grande incidence sur le niveau de contraintes résiduelles.

II-3-PHASE DE REFROIDISSEMENT

II-3-1-ROLE DU REFROIDISSEMENT

Le refroidissement des moules est une nécessité technique et économique, une pièce moulée ne peut être extraite sans dommage l'outillage qui la produit si elle n'a pas acquis une rigidité suffisante pour résister aux efforts d'éjection, donc si la température du plastique ne s'est pas abaissée, au dessous du point de fusion, au delà de la température de transition vitreuse pour les polymères amorphes, un refroidissement, basé sur les seules pertes calorifiques a travers les parois du moule par conduction, puis par rayonnement et convection dans l'atmosphère, met en jeu de temps prohibitifs.

La vitesse de refroidissement influence aussi la structure et, par suite, les propriétés physiques et mécaniques des matières plastiques, en particulier des polymères, semi cristallins. Il faut s'efforcer d'obtenir une vitesse de refroidissement Uniforme par aboutir à une structure homogène, cela nécessite la création de condition de refroidissement identique en toute région du moule. Résultat pratiquement inaccessible mais que l'on doit s'efforcer d'approcher.

II-3-2-TEMPS DE REFROIDISSEMENT DES PIÈCES MOULÉES

Le temps de refroidissement à l'intérieur du moule, d'un objet en matière plastique représente presque toujours la phase, la plus longue de cycle de production, en particulier pour les épaisseurs de pièces courantes, de 1.5 à 3 mm.

-Pour une pièce d'épaisseur régulière, située dans les limites indiquées et présentant des surfaces latérales internes et externes. Telle que celle Schématisée sur le graphique (2).

Les temps de refroidissement dépendent directement du rapport du volume de la pièce moulée à la surface totale de refroidissement (V/S), rapport très voisin de la moitié de l'épaisseur e et conduisent à la relation.

Pour les types de pièces considérées [2].

$$\frac{t}{e^2} = \frac{4\rho c}{k} = Cte \dots\dots\dots (2.1)$$

Avec t : Temps de refroidissement

e : Epaisseur

ρ : Masse volumique

c : Capacité thermique.

k : Coefficient de conductibilité calorifique.

L'ensemble k/ρc est la diffusivité thermique dont la valeur est connue par des températures voisines de la température ambiante, et même au-delà pour certaines matières.

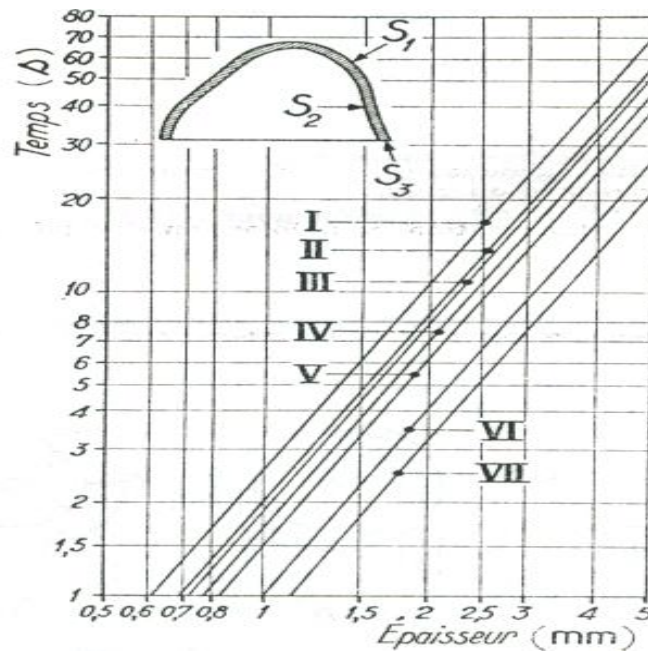


Fig. (2.2)

Temps de refroidissement dans le moulage Par injection des thermoplastiques

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| I polychlorure de vinyle | IV acétate de cellulose |
| II poly méthacrylate de méthyle | V polycarbonate de vinyle |
| III polystyrène | VI polyamide Nylon |
| | VII polyéthylène |

II-3-3-REFROIDISSEMENT DU MOULE

La pièce moulée, en se refroidissant, cède sa chaleur à l'outillage. Celui-ci l'évacue à son tour très partiellement par rayonnement et convection dans l'air environnant, car la plus grande partie de la chaleur à éliminer est absorbée par un fluide réfrigérant (généralement de l'eau le moulage de pièces minces ou faible masse met en jeu de faibles capacités calorifiques qui peuvent s'avérer insuffisantes pour maintenir l'outillage à la température souhaitable. Il faut alors assurer son réchauffement permanent.

Dans la production des pièces injectées, le temps de refroidissement constitue le plus souvent la phase la plus longue de cycle de moulage ; c'est donc en améliorant les conditions de refroidissement des pièces moulées que l'on peut encore faire des progrès sensibles sur le plan de la productivité. Cette amélioration passe par la conception d'objets d'épaisseur constante ou variant dans des limites étroites, et par la réalisation d'outillages sur lesquelles les circuits de refroidissement sont très étudiés compte tenu des possibilités pratiques des réalisations.

Les circuits de refroidissement des moules fonctionnent avec un simple réglage manuel de débit de l'eau. Pour la production des pièces industrielles de qualité il est souvent nécessaire de contrôler la température de la cavité et les noyaux de ces outillages. On fait alors appel à des appareils de régulation, pendant le cycle d'injection, la matière plastique qui remplit convenablement l'empreinte doit rester fluide.

La température de la matière plastique doit rester à la sortie de la buse de la presse jusqu'à l'empreinte du moule à chaud ne peut être démouler avant que la pièce ne soit suffisamment rigide, pour résister au effort d'éjection. Il faut donc procéder au refroidissement des zones qui entourent l'empreinte.

II-3-4-PRINCIPE

A l'équilibre, deux corps en contact thermique (qui en toutes possibilités d'échange de chaleur) atteignent une même température. L'énergie existant sous forme de chaleur, s'exprime en Joule (J).

La température « T » s'exprime soit :

-En degrés Celsius $^{\circ}\text{C}$, l'origine étant 0°C température de la glace fondante.

-En Kelvin « K », l'origine étant 0 K absolu avec la relation

$$T = \Theta + 273 \dots\dots\dots (2 .2)$$

Θ étant la température en degrés Celcus C° .

II-3-5-DILATATION THERMIQUE

-L'échauffement d'un matériau provoque une dilatation de celui-ci.

-Une pièce de longueur initiale L_0 chauffée selon une augmentation de température $\Delta\Theta$ s'allonge en longueur selon la formule de (L).

-Dans la Construction d'un moule, il faut prévoir un jeu fonctionnel pour permettre la dilatation des pièces chauffées par rapport à celles qui restent froides.

$$L = L_0 (1 + \alpha_L \Delta\Theta) \dots\dots\dots(2 .3)$$

L = Longueur à chaud

L_0 = Longueur initiale

α_L = Coefficient de dilatation thermique en $C^{\circ-1}$ ou K^{-1}

$\Delta\Theta$ = Elévation de la température en C° ou K

$\alpha_L = 12 \cdot 10^{-6} C^{\circ-1}$ pour l'acier des outillages.

II-3-6-CAPACITE THERMIQUE MASSIQUE:

La capacité thermique massique c'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré Celcus ou d'un Kelvin la température de 1 Kg d'un corps sans modification de sa nature, selon la formule :

$$Q = m C \Delta \Theta \dots\dots\dots (2 .4)$$

Q = Quantité de chaleur échangée (J).

m = Masse du corps (Kg)

C = Capacité thermique massique (J/Kg)

$\Delta \Theta$ =variation de température (C° ou K)

II-3-7-PUISSANCE DE CHALEUR

Sachant que « q » est une énergie égale au produit de la puissance P (watt) par temps t .

La capacité massique c'est la fonction du matériau Acier : $C = 0.136 \text{ wh/kg.K}$

$$P = \frac{mC\Delta\theta}{t} \dots\dots\dots (2.5)$$

P = puissance watt [w].

Exemple : Donner la puissance électrique nécessaire pour chauffer 130 kg d'acier en 30 min de 20° à 160 ° ?

30 min = 0.50 h

$$\text{AN: } P = \frac{130 \times 0.136 \times 140}{0.5}$$

$$P = 4950.4 \text{ [w]}$$

II-3-8-REGULATION THERMIQUE [1]

La régulation thermique d'un outillage à pour fonction principale de réduire le temps de refroidissement de la matière plastique avant son éjection. La quantité de la production dépend de l'uniformité de refroidissement et du bon contrôle de la Température du moule.

Cas des pièces parallélépipédique.

Les écarts trop importants de température entre les parties chaudes et froides d'un moule d'injection entraînent des déformations au moment du démoulage du fond et des parois de la pièce.

Le refroidissement de l'outillage doit être uniforme ; car la T non uniforme provoque des tensions internes d'ou des variations dimensionnelles et des fissurations des pièces, voir figure (2.3).

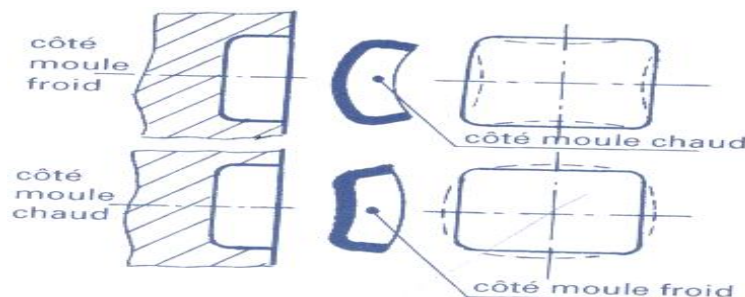


Figure (2.3) : déformation de pièces

II-3-9-QUANTITE DE CHALEUR [1]

Les polymères comme toutes les matières cristallines, présentent une chaleur latente de fusion.

La quantité de chaleur engendrer à évacuer au cours du refroidissement est de la forme :

$$Q = M (H_2 - H_1) \dots\dots\dots(2. 6)$$

Q : Quantité de chaleur

M : Poids de la pièce

H₂ : Enthalpie correspondant à température du Moulage

H₁ : Enthalpie Correspondant à la température de démoulage.

Il faut tenir Compte de ces éléments au niveau du dispositif de fusion de la matière plastique de la presse, mais également au niveau de la conception du circuit de refroidissement de moule.

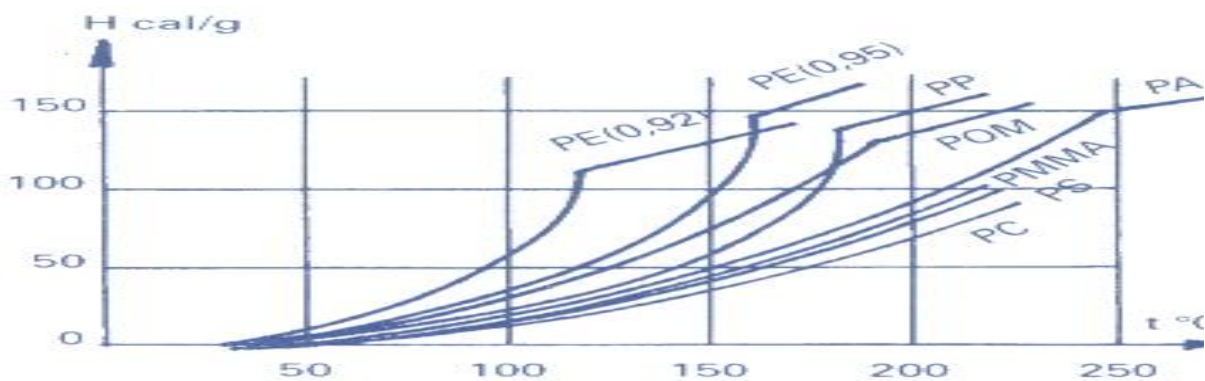


Fig. (2.4) Enthalpie des polymères

EXEMPLE :

Pour faire un moulage par la matière POLY PLRORY LENE (PP) Il faut connaître leurs caractéristiques :

Origine : Propylène

Structure : Cristalline Retrait : 1 à 208 % Densité : 0.09

Mise en œuvre : Injection, extrusion, estampage, thermo formage.

Température : Choix :

-de moulage 210 à 300 C° T₂ : 210

-du moule 20 à 90 C° T₁ : 40

- du fusion 164 C° -d'utilisation -0 à 120 C°

Donc : pour une pièce (corps creux) d'une masse 200 g

La quantité de chaleur à évacuer est :

$$Q = M (H_2 - H_1) \dots\dots\dots(7)$$

D'après : fig. (3) Tab de courbe

AN :

$$Q = 34000 \text{ Cal}$$

II- 4-CIRCULATION DE LA CHALEUR

Dans le cas d'un outillage avec éléments chauffant, la chaleur apportée par la résistance chauffante se trouve répartie à partir de celle-ci dans l'acier constituant le moule.

Les courbes indiquent la répartition de celle-ci.

L'apport calorifique autour de l'empreinte doit être régulier pour éviter les zones chaudes et froides.

L'arrivée du courant électrique à la résistance doit être interrompu pour le cycle de

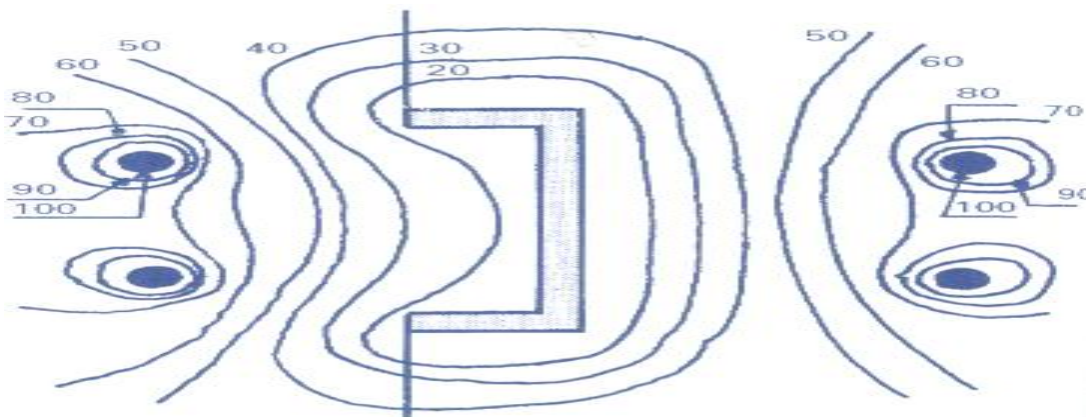


Fig . (2.5) Profil de la chaleur

II-4-1-CONDUITS DE REFROIDISSEMENT

Les conduits de refroidissement sont usinés dans les plaques qui composent le moule, Ils sont de différents modèles,

-Trous cylindrique, rainures, spirales – avec adjonction de système standard, pour faciliter l'évacuation de calorie.

II-4-2-CYCLE D'ECHANGE DES CALORIES

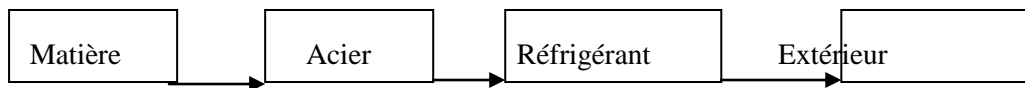


Figure N° (2.6) réfrigérant courant

L'eau - l'Huile - l'air

Les réfrigérants circulent dans des conduits de refroidissement.

Le refroidissement par air est assez lent, préférer les autres fluides.

II-4-3-TEMPERATURE DU MOULAGE

En fonction de la matière plastique moulée, la température du moule doit être régulée.

Polystyrène normal : 50 à 80 C°

Polystyrène choc : 60 à 70 C°

Polychlorure de vinyle : 70 C°

Polyamides Rilsan : 40 C°

II-4-4-ECHANGE DE LA CHALEUR

La matière plastique fluide apporte suivant la surface S des calories à la structure en acier du moule.

L'eau qui circule dans les canaux emmagasiné ces calories suivant la surface S2 –surface latérale des trous et l'évacuer verres l'extérieur du moule.

Cet échange plus ou moins rapide est fonction de D distance, et de diamètre des trous.

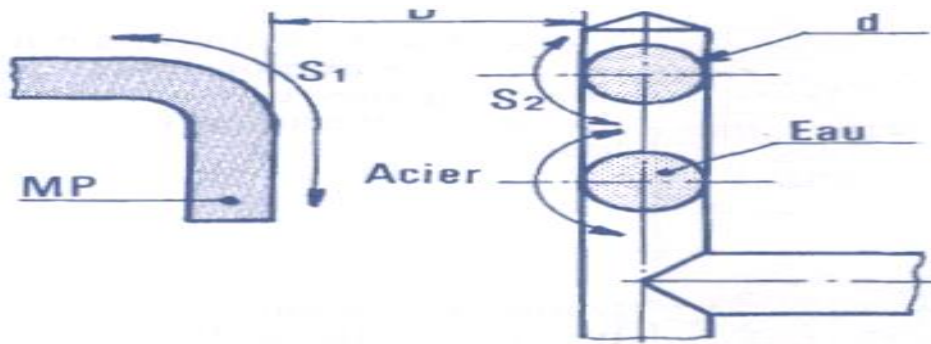


Fig. (2.7) Échange de la chaleur à la surface latérale des trous

II-5-DIMENSIONS DES CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT[1]

L'échange thermique est favorisé par le positionnement rigoureux du circuit de refroidissement.

1-construction théorique idéale la largeur L_r du circuit est égale à la largeur de la pièce, l'inconvénient majeur est le risque de déformation de la paroi sous les efforts d'injection

2-construction optimale au point de vue de la résistance du moule, les canaux en spirale ou double spirale sont difficiles à usiner.

3-construction plus facile au point de vue technique, les sections circulaires ont un effet de refroidissement faible sur le périphérique.

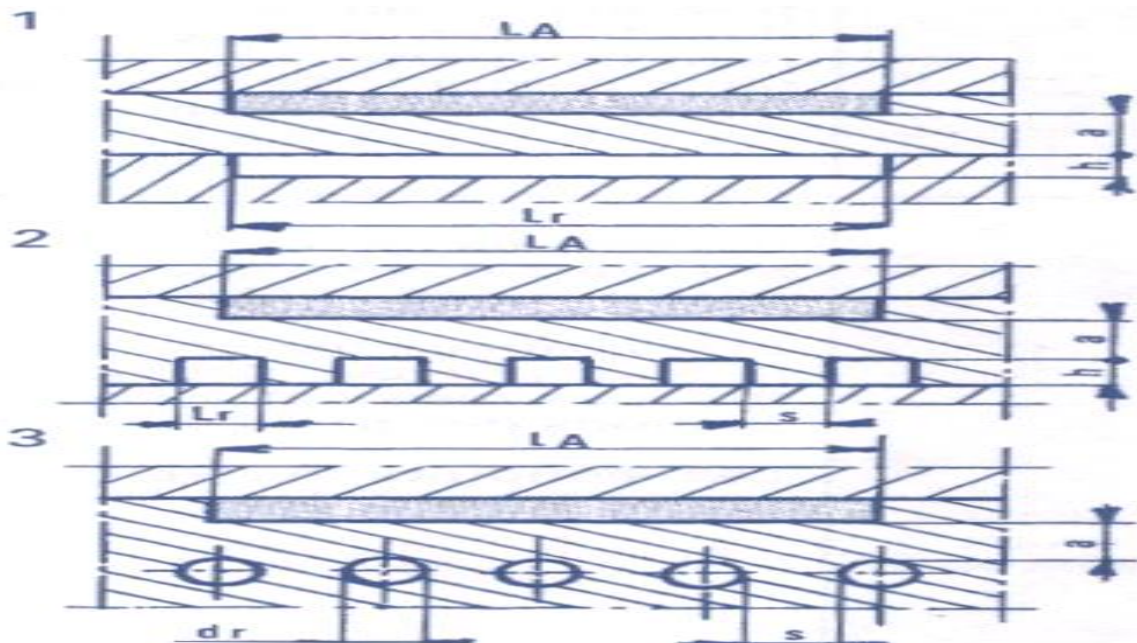


Fig. (2.8) Dimension des circuits de refroidissement

-DIMENSIONS D'USINAGE**Tableaux :(2.1)** dimension de *circuits de refroidissement*

Lr,dr,h [mm]	6	8	10	12	14	16	18	20
a	4	6	8	12	15	20	25	30
S	4	6	7	8	10	11	12	14

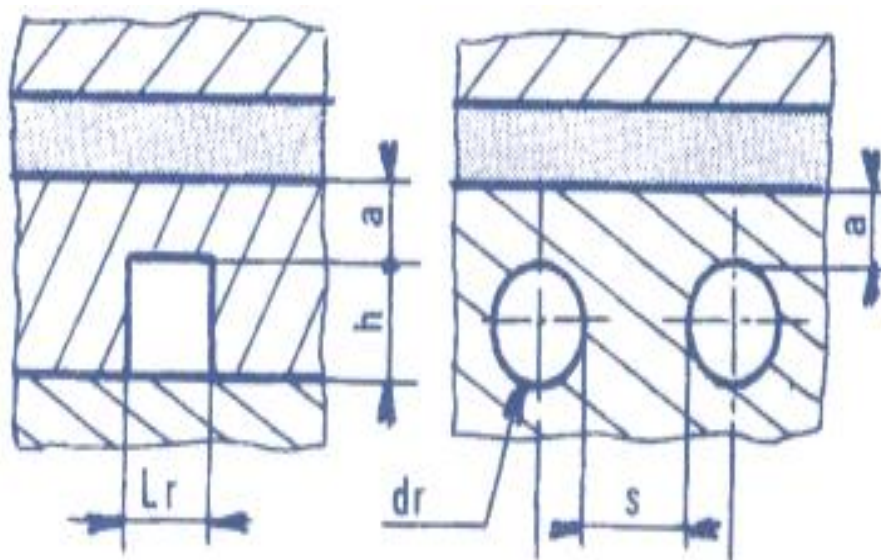
Lr= Largeur du canal de refroidissement.

dr= Diamètre du canal de refroidissement.

H= Hauteur du canal de refroidissement.

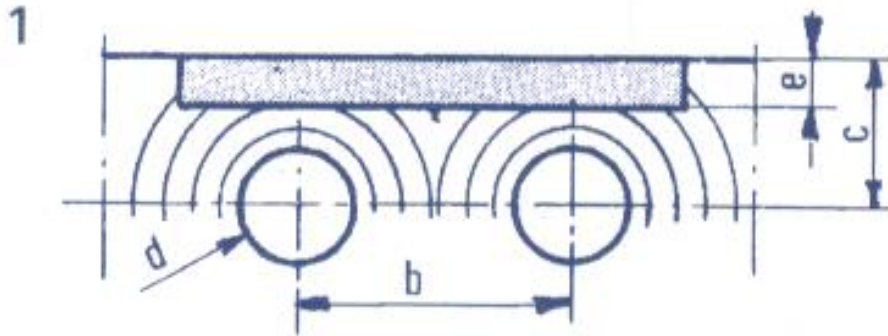
a= Dimension entre la pièce moulée et la surface de la pièce.

s= Largeur entre les deux extrémités du canal de refroidissement.

**Fig. (2.9)** Dimension d'usinages

II-5-1--POSITION DES CANAUX

La pièce en matière plastique présentent des défauts, ce qui entraîne une répartition hétérogène de la chaleur C : trop faible B : trop important d : trop important



Répartition homogène de la chaleur

Fig (2.10) Répartition homogène de la chaleur

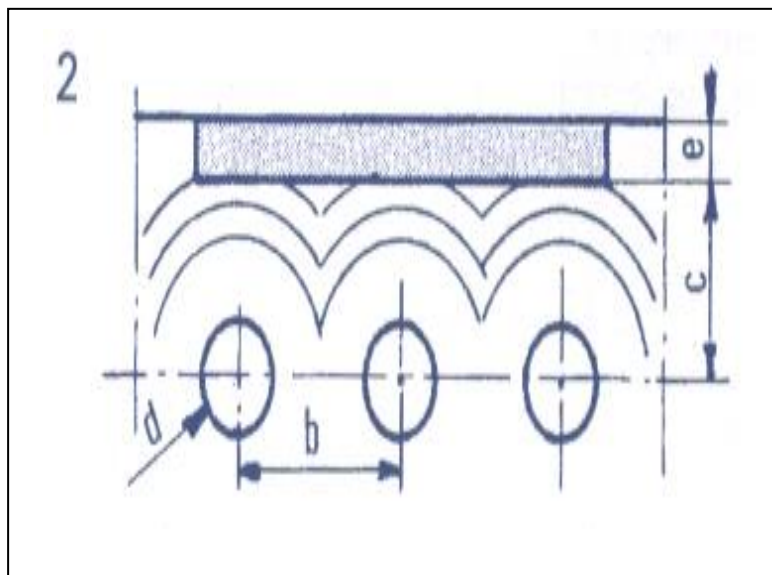


Fig. (2.11) Répartition hétérogène de la chaleur

II-5-2-DIMENSION RECOMMANDÉE [1]

Si on a $C=2$ à 3 fois diamètre de perçage

$B = 3$ fois le diamètre de perçage max

Tableau N° :(2.2) diamètre recommandée de persage

Epaisseur de pièces (mm)	Diamètre présage d (mm)
$e \leq 2$	8 à 10
$e \leq 4$	10 à 12
$e \leq 6$	12 à 15

II-5-3-CONDITION POUR EMPREINTE

Les canaux de refroidissement sont réalisés dans des plaques de moule coté empreinte.

Si les canaux traversent plusieurs pièces, il faut prévoir des joints étanchéité toriques résistant à la chaleur, inters section des trous et des plaques.

Les conduites de refroidissement sont généralement des trous cylindriques pour refroidir les empreints de grandes dimensions, les conduites de circulation du réfrigérant sont placés à proximité de celles-ci dans les deux plaques.

REFROIDISSEMENT D UNE EMPREINTE RECTANGULAIRE ET CIRCULAIRE

• Refroidissement d'une empreinte rectangulaire :

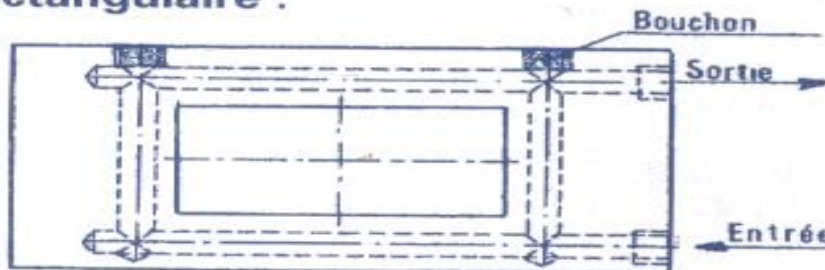


Fig. (2.12) Refroidissement d'une empreinte rectangulaire

• Refroidissement d'une empreinte circulaire :



Fig. (2.13) Refroidissement d'une empreinte rectangulaire

II-5-4-CONDUITE SUR PAVE :

Les pavés sont usinés pour réaliser une conduite de refroidissement.

Les formes les plus souvent utilisées sont : Les spirales – Les cercles – Les cadres, pour les fonds plats ou les parois coniques.

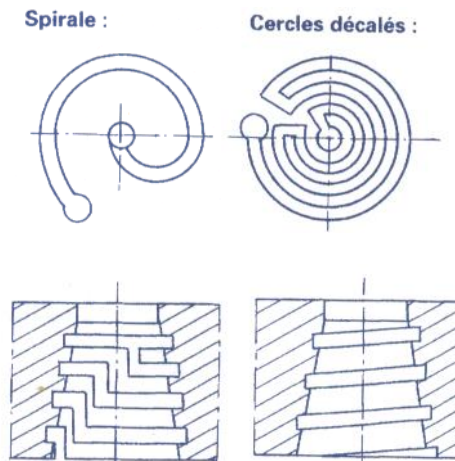


Figure (2.14) Conduite circulaire

II-6-CIRCULATION DU FLUIDE

II-6-1-PIECES PLATES :

Le fluide circule dans les canaux, la réalisation de ce circuit set peu coûteuse, les canaux sont réalisés par perçage.

Des bouchons standards ou usinés spécialement canalisent le fluide à l'intérieur des conduits.

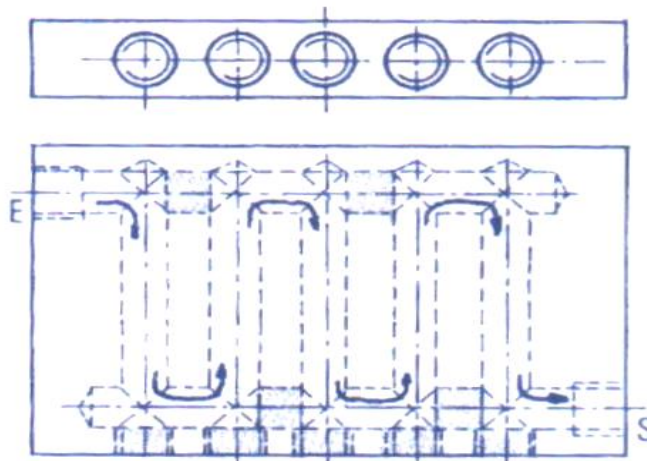


Figure (2.15) Circulation du fluide

A-MONTAGE EN SERIE

Le fluide circule autour des différents noyaux successivement et accumule la chaleur au passage.

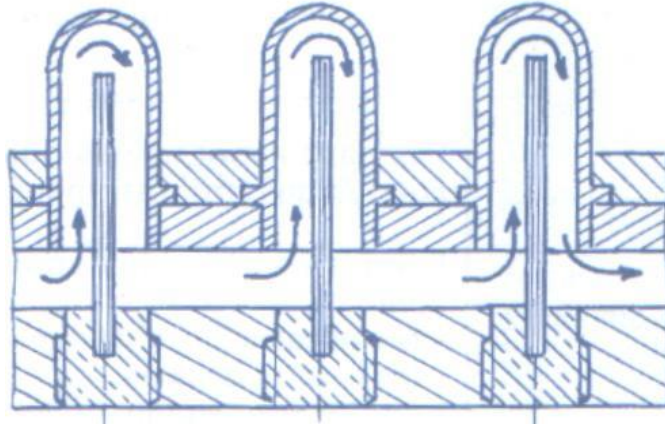


Fig (2.16) Montage en série

B-MONTAGE EN PARALLELE

Le fluide circule dans chaque tube séparément et évacue la chaleur.

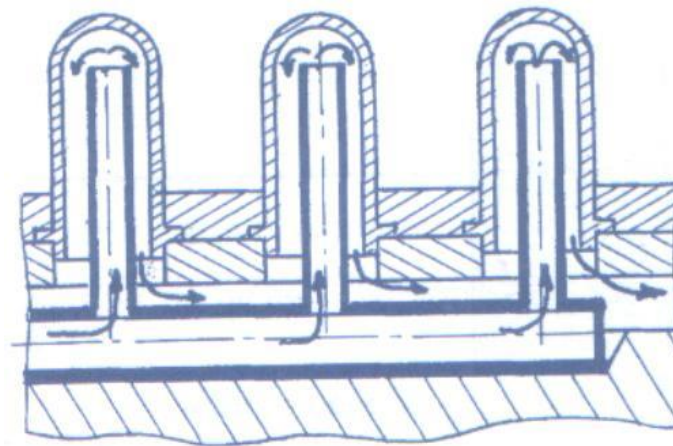


Fig. (2.17) Montage en parallèle

II-6-2-SCHEMA D'UN CIRCUIT DE REFROIDISSEMENT

Le plan d'outillage peut être accompagné d'une perspective simplifiée du circuit de refroidissement.

Dans le cas où le circuit passe d'une pièce à l'autre, indiquer le positionnement, du joint d'étanchéité, celui-ci est placé dans la pièce la plus petite.

1-2 – raccords rapides pour tuyaux d'eau.

3 – bouchons filtrés au pas gaz conique.

4 – joints toriques placés dans une gorge.

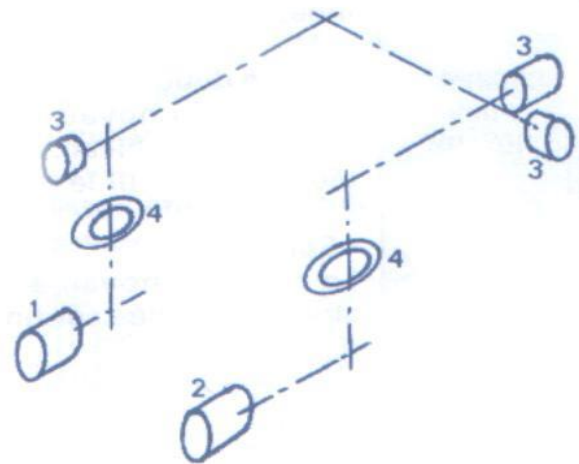


Fig. (2.18) Schéma de circuit

II-6-3-ETANCHEITE

A-LE BOUCHON au pas gaz conique:

G 1/8 ou 1/4 assure l'étanchéité du circuit vers l'extérieur du moule .il est réalisé en acier ou laiton.

Ses dimensions sont standards Fig. (2.19)

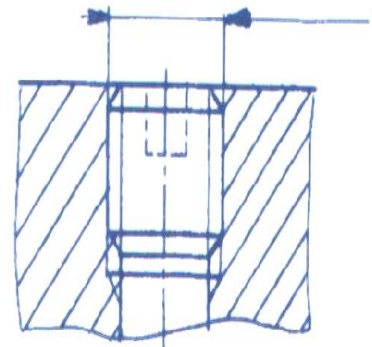


fig. (2.19) le bouchon

B-LE JOINT TORIQUE :

Le joint torique assure une étanchéité statique entre deux plaques entre deux plaques.

Il est placé dans la pièce la plus petite, sont type es choisi en fonction de sa résistance à la température, le fabricants ont une gamme de produits en fonction d celle-ci .fig (2.20)

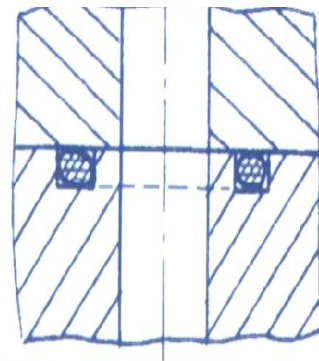


Fig. (2.20) Joint torique

II-6-4-ENTRETIEN DES CONDUITE

L'eau qui circule dans les circuits de refroidissement va former un dépôt qui va encrasser les circuits et diminuer les sections d'écoulement (exp:calcaire). L'augmentation de température va accélérer le processus .un détartrage régulier doit être réalisé ou un traitement préalable de l'eau doit être envisagé pour préserver les conduits.

On rencontre dans la pratique industrielle des problèmes d'entartrage des circuits de refroidissement des moules, obligent à effectuer un traitement périodique avec des détartrants acides ou basiques. Les eaux calcaires sont particulièrement néfastes à ce point de vue.

Un circuit de refroidissement efficace doit bien envelopper les cavités du moule par leur surface extérieures pour résoudre les problèmes complexes de refroidissement de noyaux ou de cavités, on fait appel a des éléments de moule rapportés et l'étanchéité doit être assurée par des joints souples.

II-7-CHAUFFAGE DES MOULES ET REGULATION THERMIQUE

Les moules peuvent être chauffés par circulation de fluide (vapeur, eau, huile) La méthode du chauffage la plus simple et le mieux adapté est le chauffage par résistances électriques. Les résistances électriques sont des colliers ou des éléments soit logés dans des plateaux chauffants, soit mieux encore incorporés, dans les moules dans ce dernier cas, il est bon, pour diminuer les pertes de chaleur par conduction d'isoler le moule des plateaux, le chauffage de chaque partie du moule doit être contrôlé par une régulation de température efficace ,une Régulation électrique commandé par des thermocouples logés dans les parties correspondantes du moule , il est cependant nécessaire de vérifier régulièrement (au moins une fois par jour)la température des surfaces moulantes à l'aide de sels fusibles ou d'un pyromètre parfaitement étalonné [9].

II-7-1-PUISSANCE NÉCESSAIRE A LA MISE EN TEMPERATURE

A- La puissance théorique P1 :

Cette puissance P1 nécessaire à la mise en température d'un moule dépend de la capacité thermique massique du matériau, constituant le moule, elle est proportionnelle à sa masse et à l'élévation de température

$$P_1 = \frac{C_1 m_1 (\theta_2 - \theta_1)}{3600} \dots\dots\dots (2.8)$$

Avec P_1 (w) puissance

C_1 (J /Kg K) capacité thermique massique du moule pour l'acier

$C_1=4.18 \times 10^2$ (J/Kg. K) soit 0.1 cal/g .K

M_1 (Kg) masse du moule.

θ_1 (C°) température de moulage .

θ_2 (C°) température initiale du moule .

3600 s temps nécessaire pour chauffer le moule.

LA PUISSANCE THEORIQUE P_1

Nécessaire a la mise en température, il convient d'ajouter la puissance P_2 nécessaire pour compenser les possibles pertes et les diminuer,et cela, par convection , conduction ,et rayonnement en entourant le moule de plaques isolantes (amiante).

La puissance $P_{2,1}$ dissipée par conduction est donnée par la formule

$$P_{2,1} = \frac{\lambda S(\theta_2 - \theta_3)}{e} \dots\dots\dots (2.9)$$

Avec : $P_{2,1}$ (W) Puissance

λ (W/m . K) Conductivité thermique

S (m²) Surface d'échange de température.

θ_2 Température du moule

θ_3 Température à l'extrémité opposé des surfaces en contact avec le moule

e (W) Epaisseur de la paroi en contact avec le moule.

LA PUISSANCE $P_{2,2}$

Dissipée par convection est suivant la formule de fishender et O.A Saunders.

$$P_{2,2} = \frac{K \times 1.66 \times 4.18 \times 10^3 S (\theta_2 - \theta_1)^{5/4}}{3600} \dots\dots\dots (2.10)$$

Avec $P_{2,2}$ (W) puissance .

K coefficient égale à :

1 pour les parois verticales.

1,3 pour les parois horizontale dirigées vers le haut.

0.65 Pour les parois horizontale dirigées vers le bas.

S (m²) surface d'échange par convection.

θ₂ température du moule.

θ₁ température de l'atelier

LA PUISSANCE P_{2,3}

Dissipée par rayonnement est, suivant la loi de Stefan Boltzmann :

$$P_{2,3} = \sigma S (T_2^4 - T_1^4) \alpha \dots\dots\dots (2.11)$$

Avec : P_{2,3} (W) puissance.

σ constante de STEFAN : σ = 5.67 x10⁻² W/m²K⁴.

S (m²) surface rayonnante.

T₂ (K) température thermodynamique du moule.

$$T_2 = (273 + \theta_2)$$

T₁(K) température thermodynamique de l'acier .

$$T_1 = (273 + \theta_1) \text{ v}$$

α Pouvoir émissif de la surface du moule α =0.8

LA PUISSANCE P₂ TOTALE

Dissipée est :

$$P_2 = P_{2,1} + P_{2,2} + P_{2,3} \dots\dots\dots (2.12)$$

La puissance totale P

La puissance totale P à la mise en température du moule est : P = P₁ + P₂

Note : M. Mourgue propose (dans les moules pour matières plastiques une évaluation ampérique de la puissance dissipée P₂.)

$$P_2 = \frac{4.18 \times 500 (50S_1 + 27.5S_2)}{60} \dots\dots\dots (2.13)$$

Avec S₁ (m²) Surface latéral du moule

S₂ (m²) Surface totale en contact avec les plateaux (2 x surface du moule).

APPLICATION DU CALCUL : de la puissance nécessaire pour le chauffage du moule d'objet type modèle CEMP

Dimension : 0.30 x 0.30 x 0.20 m (hauteur 0.20 m)

Masse : 138 Kg.

Chauffage par résistances incorporées

Isolation des plateaux de presse une plaque d'amiante de 0.025 m d'épaisseur.

Fixation de chaque partie du moule sur les plateaux du Presse par 4 boulons de section : $2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ soit 2 cm^2 et de longueur 0.10 m.

Température de moulage $\theta_2 = 170 \text{ C}^\circ$.

Température de l'atelier $\theta_1 = 20 \text{ C}^\circ$.

On admet des températures extrêmes des boulons, pour le haut 170 C° et 70 C° pour le bas 170 C° et 30 C° .

PUISSANCE THÉORIQUE :

$$P_1 = \frac{4.18 \times 10^2 \times 138 \times (170 - 20)}{3600}$$

$$P_1 = 2400 \text{ W}$$

a-au travers des deux plaques d'amiante.

$$S = 0.30 \times 0.30 \text{ m}^2$$

$$E = 0.025 \text{ m}$$

$$\lambda = 0.0836 \text{ W/mK soit } 0.0002 \text{ Cal /s.cm K}$$

$$P_{2.1a} = \frac{0.0836 \times 0.30 \times 0.30 \times 2 \times (170 - 20)}{0.025} \quad \dots\dots (2.14)$$

$$P_{2.1a} = 90 \text{ W}$$

B - par les 2x4 boulons

$$\lambda = 46 \text{ W/ m K soit } 0.11 \text{ Cal/cm K}$$

$$P_{2.1b} = \frac{46 \times 2 \times 4 \times 10^{-4} [(170 - 70) + (170 - 30)]}{0.1}$$

$$P_{2.1b} = 88 \text{ W}$$

-puissance dissipée par convection sur toute la surface latérale du moule .

$$S = (0.30 + 0.030 + 0.30 + 0.30) \times 0.2 = 0.24 \text{ Cm}^3$$

$$P_{2.2} = \frac{1 \times 1.66 \times 4.18 \times 10^2 \times 0.24 \times (170 - 20)}{3600}$$

$$P_{2.2} = 242 \text{ W}$$

Puissance dissipée par rayonnement sur toute la surface latéral du moule.

$$P_{2.3} = 5.67 \times 10^{-8} \times 0.24 (443^4 - 293^4) \times 0.8$$

$$P_{2.3} = 339 \text{ W}$$

Puissance totale dissipée :

$$P_2 = 90 + 88 + 242 + 339$$

$$P_2 = 789 \text{ W}$$

LA PUISSANCE TOTALE P :

Nécessaire à la mise en température du moule est :

$$P = 2400 + 759$$

$$P = 3159$$

Evaluation de P suivant la formule de Morgue :

$$P_2 = \frac{4.18 \times 500 [(50 \times 0.24) + (27.5 \times 0.18)]}{60}$$

$$P_2 = 590$$

Cette valeur n'est pas très éloignée (pour la précision demandée) de la valeur de 759 W trouvée en calculant la somme de puissances dissipées.

II-7-2-PUISSANCE NECESSAIRE AU MAINTIEN DE LA TEMPERATURE.

-LA PUISSANCE P₃

Nécessaire au maintien de la température du moule, en régime, de moulage, est égale à la somme des puissances suivantes :

$$P_3 = P_2 + P_{3.1} + P_{3.2}$$

Avec : P₂ Puissance nécessaire pour compenser les pertes par conduction, convection, rayonnement (auparavant)

P_{3.1} Puissance dissipée par la matière à mouler

P_{3.2} Puissance dissipée par l'ouverture du moule.

-La puissance dissipée par la matière est :

$$P_{3.1} = \frac{C_2 m_2 (\theta_2 - \theta_1) n}{3600}$$

Avec : C₂ (J/Kg.K) Capacité thermique massique de la matière à mouler, dans le cas des phénoplastes.

C₂ = 1.461 x 10 J/ Kg.K soit 0.35 Cal / g K

m₂ (Kg) Masse de l'objet moulé.

θ₂ Température du moule

θ₁ Température de la matière au moment de son introduction dans le moule.

n Nombre de moulées par heures.

II-7-3-LA PUISSANCE DISSIPEE PAR L'OUVERTURE DU MOULE :

est :

$$P_{3.2} = \frac{C_1 m_1 \Delta \theta n}{3600}$$

C₁ (J/Kg.K) Capacité thermique massique du moule.

M₁ (Kg) Masse du moule.

Δθ Chute de température qui se produit pendant l'ouverture s'il n'y aurait de compensation.

APPLICATION DU CALCUL :

de la puissance nécessaire pour le maintien de la température du moule d'objet type modèle CEMP

Dimension : 0.30 x 0.30 x 0.20 m (hauteur 0.20 m)

Masse de l'objet moulé : 0.200 Kg.

Nombre de moulé par heures : 12

$$\Delta\theta = 5 \text{ K}$$

Moulage sans apport de chaleur a la matière avant son introduction dans le moule.

Même moule que dans le calcul de paragraphe I-1.

$$P_{3.1} = \frac{1.46 \times 10^3 \times 0.2 \times (170 - 20) \times 12}{3600}$$

$$P_{3.1} = 146 \text{ W}$$

$$P_{3.2} = \frac{4.18 \times 10^2 \times 138 \times 5 \times 12}{3600}$$

$$P_{3.2} = 961 \text{ W}$$

$$P_2 = 759 \text{ W}$$

$$P_3 = 759 + 146 + 961$$

$$P_3 = 1866 \text{ W}$$

II-8-TEMPS DE CYCLE

La majeure partie du temps du cycle est répartie entre les deux phases ; maintien et refroidissement, et cela dépend principalement de l'épaisseur de la pièce [11].

La figure qui suit représente des valeurs moyennes des pourcentages d'apport de chaque phase en temps du cycle :

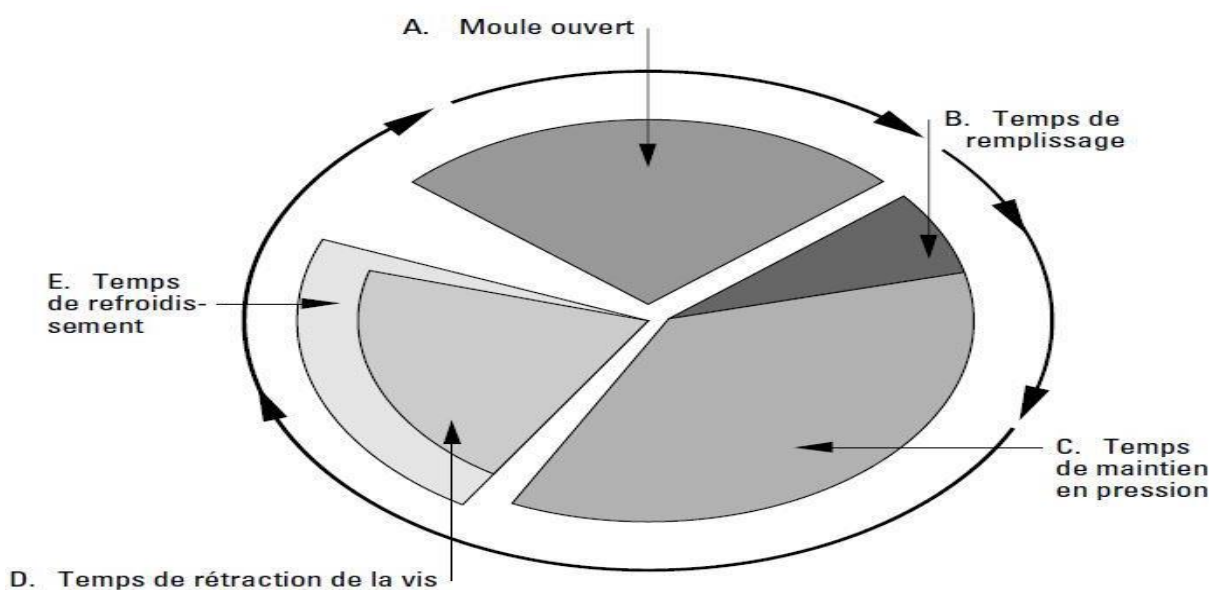


Fig. (2.21) temps de cycle injection .

Conclusion :

La régulation dans le moule est un phénomène très complexe il s'agit de combiné les paramétré de pression et température et volume injectée.

Le bilan établie pour le refroidissement et pour but, régler la solidification de la pièce et le chauffage et pour démarrage de production et maintenir la température de fonctionnent. avec des résistances chauffante et thermocouple.

Chapitre 3

Ejection des pièces

III-EJECTION DES PIECES

DEFINITION

L'éjection des pièces après refroidissement et ouverture du moule doit être facilement réalisées, sans rupture de pièce ou déformation permanente avant le

Refroidissement définitif [1].

III-1-PROBLEMES DE DEMOULAGE

L'ouverture de moule ne doit pas exiger efforts importants.

L'éjection de la pièce ou de la grappe de pièce doit être réalisé avec le minimum d'efforts.

III-1-1-ORIGINES DES PROBLEMES RENCONTRES :

- défauts de conception des moules ;
- pression résiduelle provenant d'une pression d'injection trop élevée ;
- contraction des pièces sur les noyaux par le retrait ;
- contre dépouilles mal évaluées ;
- matière plastique trop souple ;

DEPOUILLES

L'éjection correcte de l'objet exige qu'il présente une dépouille suffisante, c'est-à-dire une inclinaison des parois par rapport à la direction de démoulage.

Pour les objet en forme de récipients, le dépouille facilite l'entrée immédiate de l'air entre l'objet et la paroi du moule, et s'oppose au collage de la pièce plaquée par le vide de l'importance de la dépouille dépend :

- de la rigidité de l'objet moulé.
- Des possibilités d'application des méthodes de démoulage les plus adaptées aux objets et au moule ;
- De la matière elle-même (de sa résistance mécanique, de son retrait et de sa compressibilité a l'état fondu) ;
- Des possibilités d'application d'agents de démoulage en générale, l'angle de dépouille ne doit pas être inférieur a un degrés dans le cas extrême des petits objets il peut descendre jusqu'au 20°, et pour les grandes pièces, il doit être supérieure ou égale a 5° ;
- Le retrait provoque le cirage de la matière autour de broche (ou des noyaux) ce qui entraîne une contrainte dans la pièce.

-Pour faciliter le démoulage indépendamment des dépouilles, il faut supprimer les angles vifs, donc arrondir les angles, prévoir les raccordements entre parois en évitant les grands rayons des courbures [6];

III-2-EXEMPLE DE RACCORDEMENT :

des parois, d'arrondis, des congés[15].

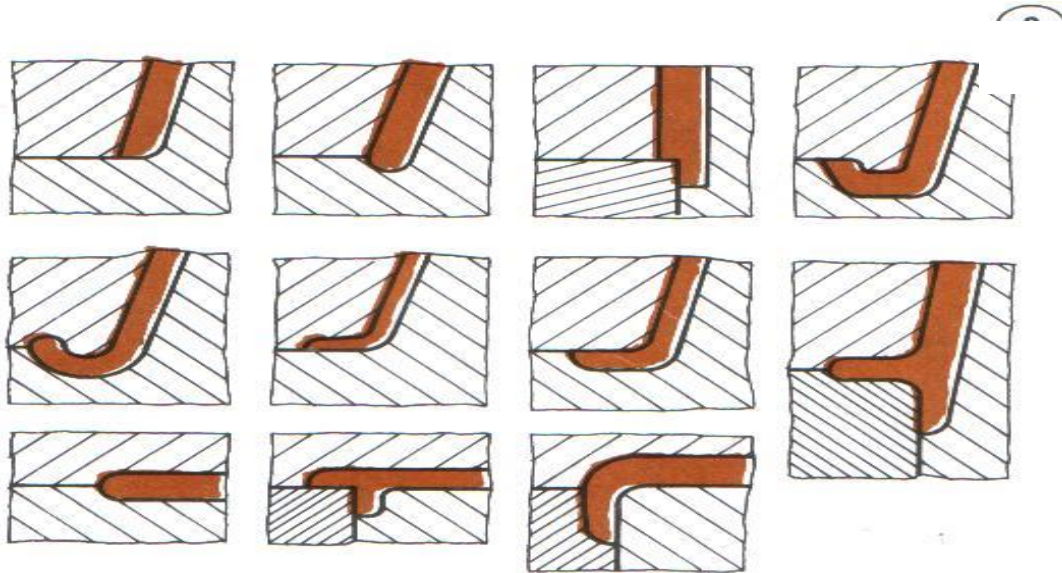


Figure. (4.1)

Raccordement des parois et des congés

III-3-TYPE D'EJECTION

III-3-1-EJECTION COTE BLOC MOBILE

Sous l'effet du retrait, les pièces moulées, se contractent sur les formes moulantes en saillie.

Les noyaux sont montés du côté de la partie mobile.

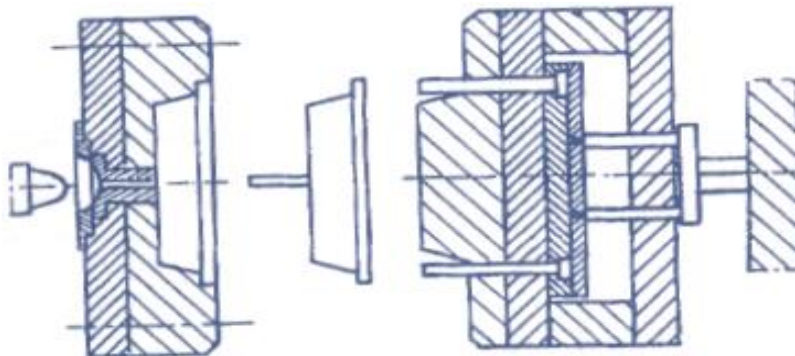


Figure. (4.2)

Ejection cote bloc mobile

III-3-2-EJECTION COTE BLOC FIXE

Suivant la position du point d'injection, l'éjection par plaque de dévissage peut être reportée sur la plaque fixe.

Ce procédé est appelé également éjection inversée.

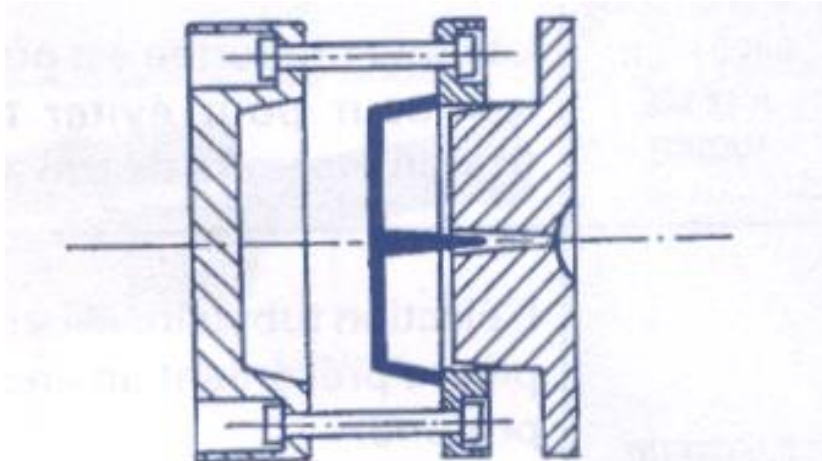


Figure. (4.3) Ejection bloc fixe

III-4-CHOIX DES EJECTEURS

III-4-1-EJECTEUR LATÉRAL

Dans le cadre d'une éjection latérale, les dimensions des éjecteurs, doivent être déterminées en fonction des épaisseurs (e) de la paroi et de la résistance de la matière. Si $e < 2.5$ éjecteur $\varnothing 3$

$$e = 2.5 \text{ éjecteur } \varnothing 5$$

$$e \geq 2.5 \text{ éjecteur } \varnothing 10$$

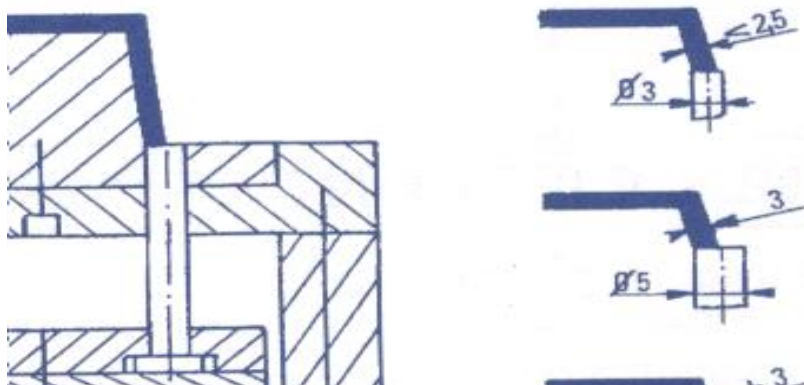


Figure . (4.4) Ejection latérale

III-4-2-EJECTEUR A LAME HASCO [10]

La lame rapportée est guidée sur toute sa longueur pour éviter tous risques de flexion en cours de travail.

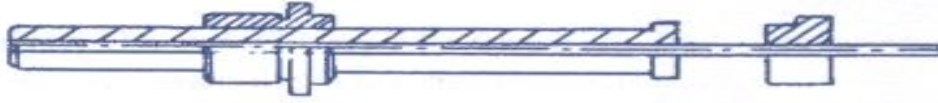


Figure. (4.5)

Ejecteur a lame

III-4-3-EJECTEUR TUBULAIRE

L'éjection tubulaire est employée pour les pièces présentant un encastrement assez profond.

Un éjecteur tubulaire associé à une broche permet de réaliser facilement des trous ou formes en creux.

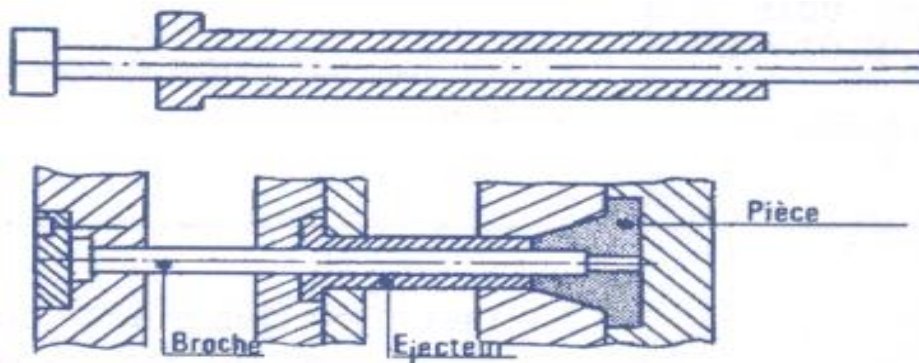


Figure. (4.6)

Ejecteur tubulaire

III-5-RAPPEL D'EJECTION ANTICIPEE DME

* *Vue a* : Moule fermé position de moulage. Le fourreau et les cames doivent permettre le coulisement de l'éjecteur lorsque la plaque d'éjection est ramenée à zéro.

* *Vue b* : Moule ouvert. Position d'éjection maxi. Durant l'éjection les cames sont rentrées à l'intérieur de la douille et le diamètre de passage de l'éjecteur a été réduit.

* *Vue c* : Fermeture du moule. L'éjecteur pousse sur les cames et commence le retour des plaques d'éjection.

* *Vue d* : Le moule continue à se fermer, les cames s'ouvrent puisqu'elles ne sont plus maintenues par la bague extérieure et permettent le passage de l'éjecteur lorsque la plaque d'éjection arrive à sa course de départ et le moule continue à se fermer complètement.

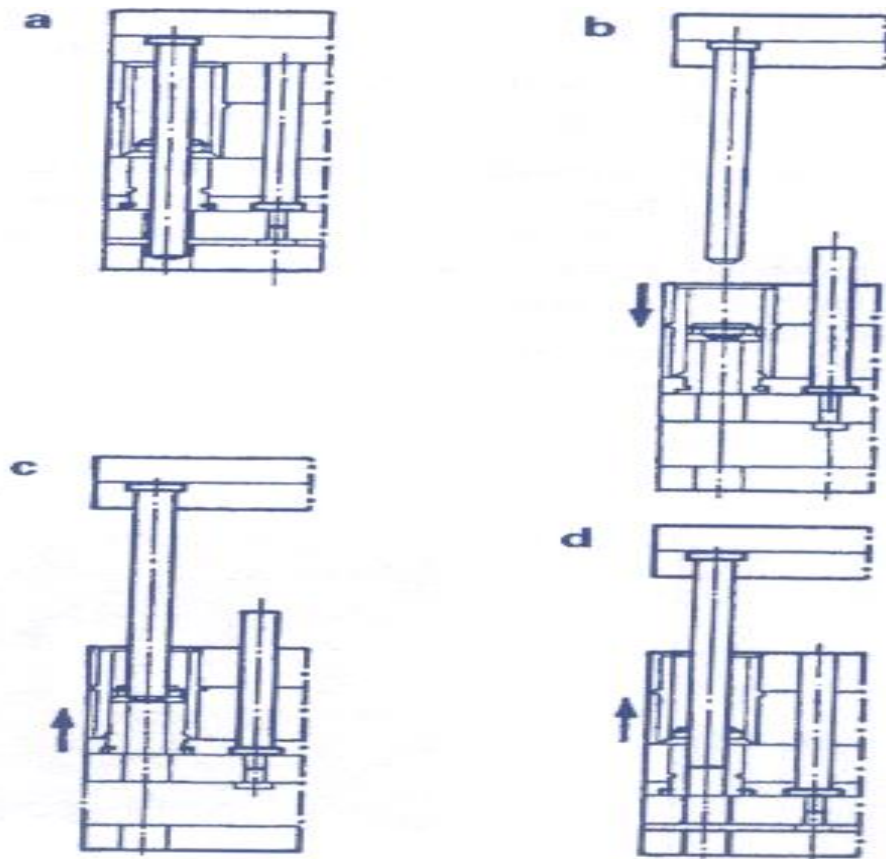


Figure. (4.7)

Mécanisme de rappel d'éjection

III-6-EJECTION DES CAROTTES [1]

Au cours de chaque cycle d'injection, la carotte accrochée aux canaux d'alimentation doit être dégagée de la buse du moule, mais elle a tendance à adhérer au conduit tronconique.

La solution retenue consiste à laisser la carotte sur la grappe démoulée avec les canaux.

La carotte extraite de la buse en même temps que les canaux.

- 1- poussée de la carotte et de canaux ;
- 2- poussée de la carotte après son extraction du conduit (retenu par coin) ;
- 3- arrachement de la carotte de la buse retenue par queue d'aronde ;

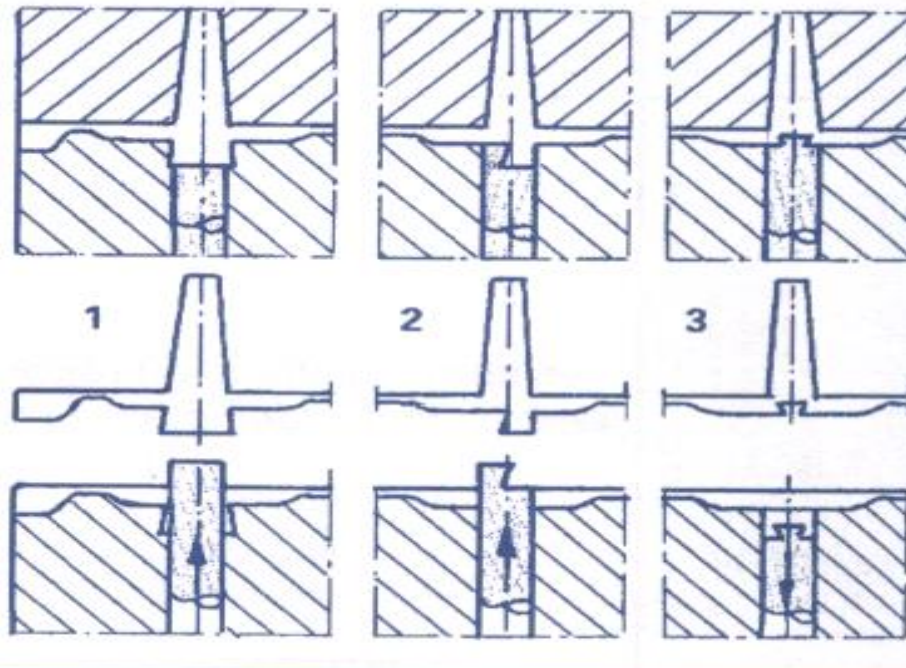


Figure. (4.8)

Ejection des carottes

Conclusion :

Le système d'éjection doit être facilement réalisables a partir de lecture de la pièce réaliser la géométrie et épaisseur et forme sont endommagement de pièces en tenant conte le dépouille au de moulage, et circuit de refroidissement, avec un faible effort.

Le non respect de cet conclusion provoque une faible qualité et le marquage de éjecteur sur les surface , ou bien les fressure ou surface trouée .

Cela influât sur le qualité de produit

Chapitre IV

Conception de la pièce

Introduction

La qualité de la pièce obtenue dépend, dans un premier stade du soin pris par le concepteur dans son tracé et dans un deuxième stade de la dextérité du mouleur. La réalisation d'une pièce moulée est rarement impossible, cependant la qualité et le prix de revient dépendent de la conception de la pièce et du moule.

Il s'agit de concevoir un moule pour injection plastique avec une seule empreinte produira par cycle, selon la description et besoins de Client.

IV-1- Etapes de conception de pièces moulées

Lecture du cahier de charge: Pendant cette étape, le mouleur est chargé de s'informer sur:

- la matière de(s) la pièce(s) à mouler (donc de sa température de fusion), et;

La Matière choisie :

Retrait de la matière:

Masse volumique (g/cm³):

Température de plasticité:

Pression d'injection matière Pim (en Mpa).

- la cadence de production,

- caractère de l'énervement du point de vue concepteur, liés aux milieux, aux températures, d'autres agents agressifs susceptibles d'être rencontrés.

- le facteur critique et la durabilité de l'objet

Géométries des pièces et les contraintes de réalisation

Pour cela on choisit de faire une synthèse récapitulative du cahier des charges.

La conception consiste à réaliser la pièce qui sera à la fois :

- la plus légère possible

- la plus facile à mouler (complexité du moule)

- la plus facile à assembler

- la mieux adaptée pour résister aux sollicitations

Le concepteur des produits injectés doit tenir compte de plusieurs problèmes:

- écoulement de la matière

- choix du plan de joint

- déformations des pièces
- défauts des pièces
- fabrication du moule

IV-1-2- Caractéristiques de pièce moulée

La gamme de matière plastique à mouler est très étendue, les principales matières plastiques utilisées sont les suivantes :

Tableau N° : (4-1) liste de matière plastique

<i>Symbole</i>	<i>Appellation</i>	<i>Symbole</i>	<i>Appellation</i>
ABS	Acrylonitrile butadiène styrène	PP	Poly Propylène
APV	Alcool Polyvinylique	PPE	Copolymère de polypropylène d'éthylène
BMC	Bulk Molding Compound	PPO	Poly oxyde de phényle
CA	Acétate de Cellulose	PPS	Polysulfure de phényle
CAB	Acétobutyrate de Cellulose	PRC	PE hd réticule
CFE	Chlorofluoréthylène	PS	Polystyrène
DAC	Diallèle Carbonate	PSC	Polystyrène choc
DAP	Diallèle phtalate	PSF	Polysulfone
EP	Epoxyde	PU	Polyuréthane
EPF	Polyéthylène propylène fluoré	PVB	Butyral de polyvinyle
EPDM	Ethylène propylène diène monomère	PVC	Polychlorure de vinyle
EPM	Ethylène propylène monomère	RIM	Réaction injection molding
PA	Polyamide	SI	Silicone
PAN	Polyacrylonitrile	TD	Thermodurcissable
PBT	Poly butylène téréphtalate	TEP	Textile enduit plastique
PEE	Polyéthylène Exposé	TP	Thermoplastique
PES	Poly ethersulfone		
PET	Polyéthylène téréphtate		
PF	Phénol – Formol		
PFE	Poly fluoré éthylène		
PI	Poly imide		

IV-1-3-Cahier des Charges de l'outillage

Pièce : <i>bouche extracteur - avertisseur</i>	Entreprise :		Réf :
	Procédé : INJECTION PLASTIQUE		
	Cahier des Charges de l'outillage de Validation		Date : 23/05/2020
Cahier des Charges de l'outillage de Validation			
Objectifs : <input type="checkbox"/> Définir les contraintes à respecter pour l'outillage			
Fonctions			
<p>Pièce :</p> <p>Cette pièce constitue la partie inférieure module de extra-avertisseur appareillage de sécurité d'habitat .</p> <p>Elle permet le passage de courant d'air dans le plafond de l'état de détection des capteurs de gaz , ainsi que la donner la commande pour la vernisseur sonore et extraction gaz pour l'évacuer .</p> <p>Elle est assemblée au Boîtier à l'aide du colle .</p> <p>Outillage :</p> <p>Le moule sera construit à l'aide d'empreintes rapportées dans un corps de moule standard.</p> <p>Il permettra d'obtenir la pièce en vraie matière et en vrai procédé</p>			
Caractéristiques technico-économiques			
<p>Quantité : La série prévue pour le produit est : série moyenne lancements.</p> <p>Mode d'obtention : Compte tenu des formes, dimensions et des fonctions de la pièce, le procédé choisi est : Moulage par injection thermoplastique.</p> <p>Matière : La pièce sera moulée en : POLYETHYLENE PEhd</p> <p>Prix : Le coût de revient pièce en version série est limité à :</p> <p>Spécifications techniques : suivant Plan de définition de la pièce.</p>			
Moyens disponibles			
<p>- Logiciels :</p> <p><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CAO produit : SolidWorks</p>			

IV-1-4- Ressources informatique :

Tout le long de projet, l'utilisation des ressources informatiques ainsi que des techniques spécifiques à la conception des moules d'injection ; est indispensable. C'est afin d'aboutir à un résultat qui satisfera le cahier de charge pièce moulée.

Une présentation et un aperçu sur les différentes ressources utilisées.

Logiciel de conception et simulation mécanique

Dans ce projet la conception est divisée en deux parties ; la première consiste à concevoir les modèles géométriques des deux pièces en 3D. La conception des éléments du moule fait l'objet de la deuxième partie.

Le logiciel SOLIDWORKS 2014

SolidWorks est un logiciel de conception mécanique 3D paramétrique qui tire profit de l'interface graphique Microsoft® Windows®.

Grâce à cet outil, les ingénieurs en mécanique peuvent produire des modèles et des mises en plan précises, les avantages de celui-ci sont :

- Possède une large gamme d'outils de CAO pour la conception mécanique.
- Permet de valider les conceptions.
- Permet de faire la gestion des données techniques.

Nous allons utiliser ce logiciel pour la conception et la vérification des pièces.

- Le logiciel I-MOLD v12

C'est un modéleur 3D utilisant la conception paramétrique intégré dans SOLIDWORKS, ainsi que des fonctions propres au moulage, qui permet la conception intégrale des moules à injection plastique.

- Logiciel de simulation rhéologique

- Améliorer l'efficacité du système de refroidissement des moules
- Simuler les processus de moulage des matières plastiques
- Améliorer la précision de la simulation à l'aide de données de matériaux précises.

IV-2- Présentation de la pièce

Pièce : bouche extra-avertisseur ANNEXE N°-01-

Cette appellation vient directement de son positionnement lors de la mise en service :

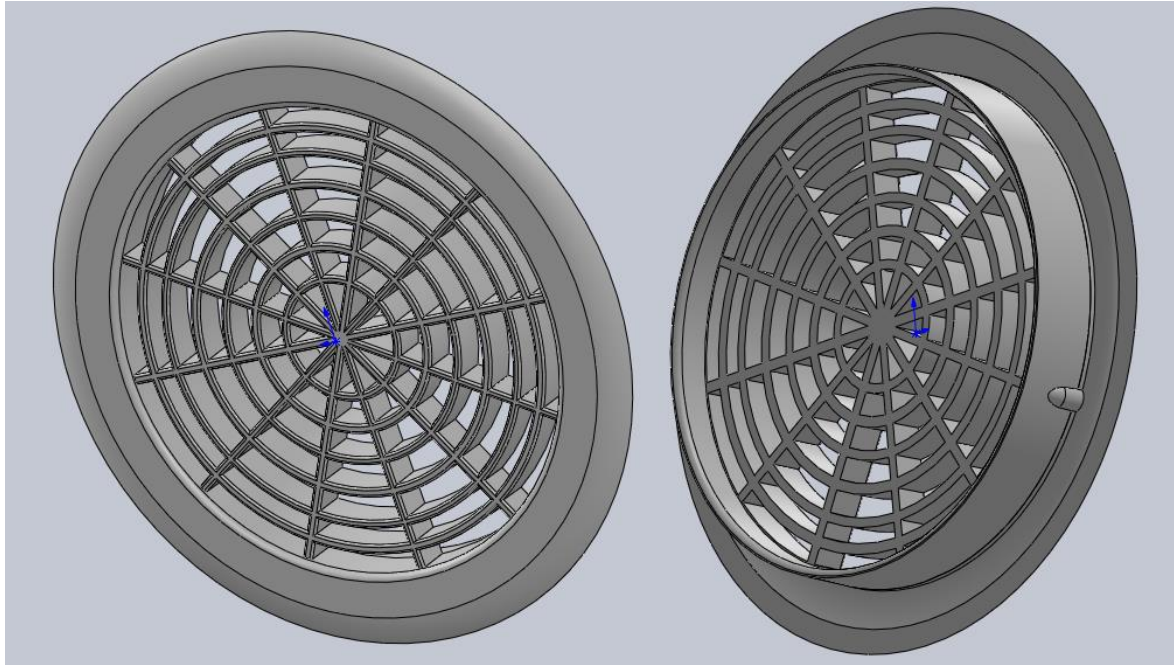


Figure (4.1): Représentation de la pièce

Le tableau suivant récapitule les cotes et dimensions nominales de la pièce :

Dimensions et cotes nominales

Tableau N° : (4-2) cotes et dimensions nominale

Dimension et cotes nominales de la pièce		
Dimensions et cotes max	Dext= 139 mm	Dimensionnée
Diamètre de montage	D mont =110mm	Dimensionnée
dimension nervure	E=2 mm	Calculer
Volume	V= 40396.53 mm ³	A partir de logiciel
Superficie	S= 54075.19 mm ²	A partir de logiciel

IV -2-1 Matériau utilisé :

Il s'agit du POLYETHYLENE (PE hd) haute Densité :

matières **THERMOPLASTIQUES** très utilisé pour son retrait au moulage homogène .

Fiche technique de matière :

Tableau N° : (4-2) caractéristique matière (PE hd)

caractéristique : matières THERMOPLASTIQUES (PE hd)		
Utilisation : Pièces d'usinage industriel (automobile), Equipement ménager, Cordes, Jouets Corpscreux, bouchon emballages , sièges.		
POLYETHYLENE (PE hd) haute Densité	Origine: Ethylène Structure : Cristalline Retrait : 1.3 à 3.5 % Densité : 0.95 <u>Mise en œuvre</u> : injection, Extrusion, roto moulage, thermoformage. <u>Températures</u> : -de moulage : 160 à 300 °C -du moule : 20 à 60 °C -de Fusion : 135 C° -d'utilisation : -80 à 110 °C	AVANTAGE -Meilleurs caractéristiques que PE bd. -Rigidité surfaces brillantes -Résistance a la température et à l'eau bouillante INCONVENIENTS -Retrait non homogène -Densité plus élevée que polyéthylène basse densité. -Prix plus élevé. -Décoration difficile.

IV-2-2-Model CAO des pièces

Dès l'obtention des données techniques de l'extracteur-avertisseurs pièces, nous avons récupéré les différentes cotes de la pièce. Puis nous avons modélisé le modèle géométrique de pièces logicielle *SolidWorks*

IV-2-3 Le modèle géométrique

La pièce :

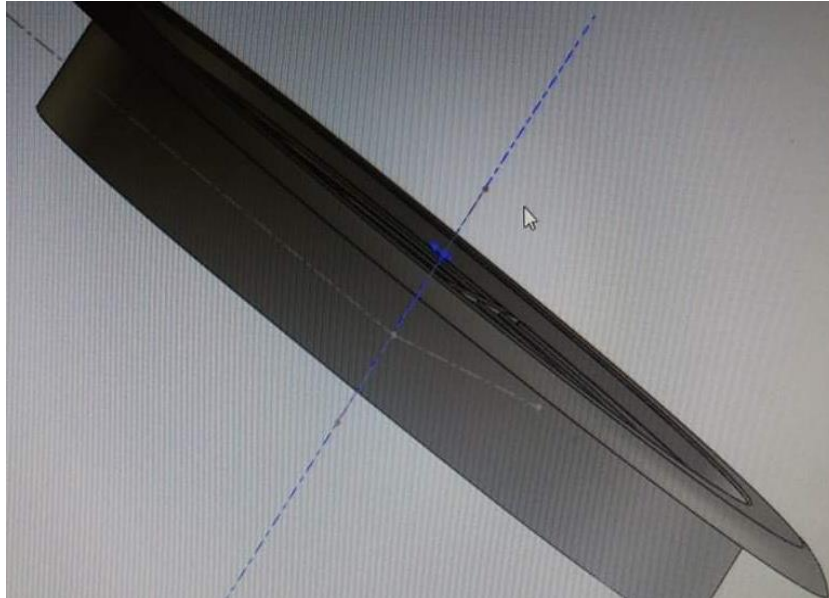


Figure (4.2) : Model CAO de la pièce

IV-3-Vérification de conception

IV-3-1 Analyse des épaisseurs

L'analyse des épaisseurs nous permet de déterminer les épaisseurs dans toutes les zones de la pièce et de détecter les zones épaisses, pour les modifier en cas de nécessité

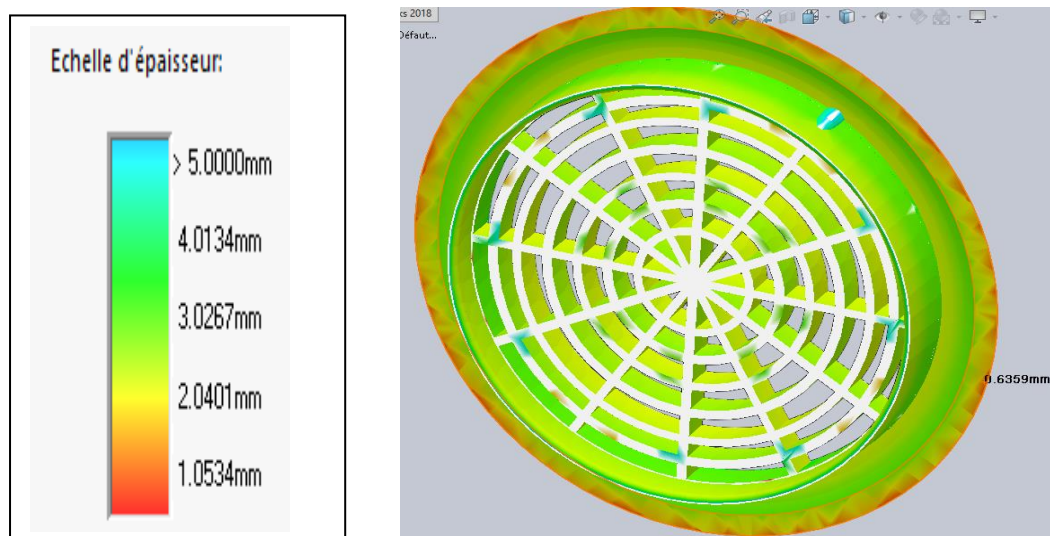


Figure (4.3): Cartographie des épaisseurs de la pièce (P).

Pièce

Nous remarquons tout de suite, que les pièces ne contiennent pas des zones ayant des surépaisseurs significatives.

IV-3-2- Analyse de dépouille

Pièce

Pour faciliter le démoulage et l'éjection de la pièce, et éviter ainsi sa déformation, un angle de dépouille de 1° à 3° est nécessaire sur toute face.

Dans notre cas nous avons opté pour un angle de 1°.

Les résultats sont représentés ci-dessous :

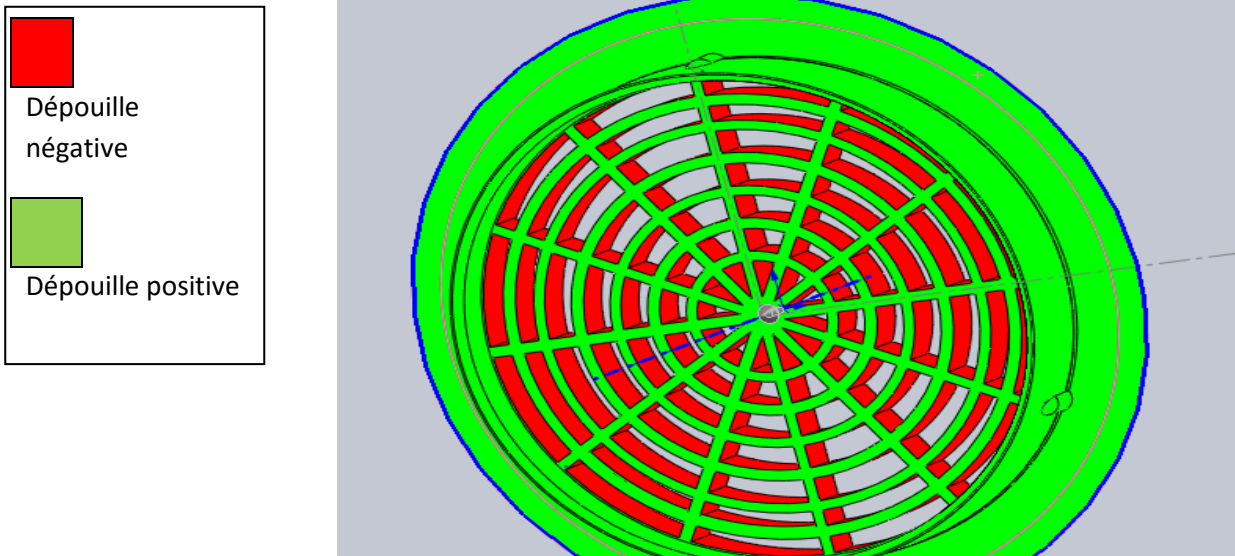


Figure (4.4) : Résultat d'analyse de dépouille

Interprétation

Les faces en vert sont a dépouille positive, donc elle doit appartenir a l'empreinte partie **injection**.

Les faces en rouge sont a dépouille négative, donc elle doit appartenir a l'empreinte partie **éjection**. **Figure (4.4)**

IV-3-3-Analyse des contre dépouille

Pièce

Représentation du résultat d'analyse de cont

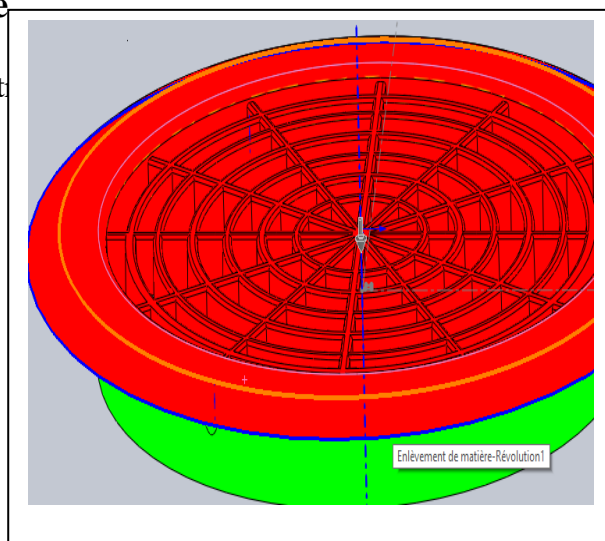
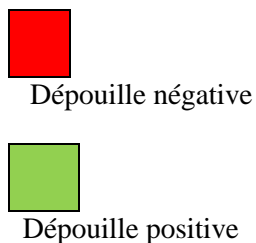


Figure (4.5) : Représentation du résultat d'analyse de contre dépouille

La figure qui suit montre en rouge,
les zones a contre dépouille :

Interprétation

-Validation de la conception

Après achèvement des vérifications, on constate que :

- La pièce va se démouler facilement, car elle dispose d'un angle de dépouille approprié.
- Aucune zone de surépaisseur n'est constatée.

Pour conclusion, nous pourrions prédire la moulabilité de la pièce, sans problèmes d'éjection ; à condition de bon refroidissement.

Donc, la géométrie de pièces est validée.

- Pré-dimensionnement du système d'alimentation.
- Pré-dimensionnement du système de régulation.
- Modélisation de l'alimentation, puis la vérification (équilibre + condition de remplissage).

IV-3-4-Plan de joint de la pièce

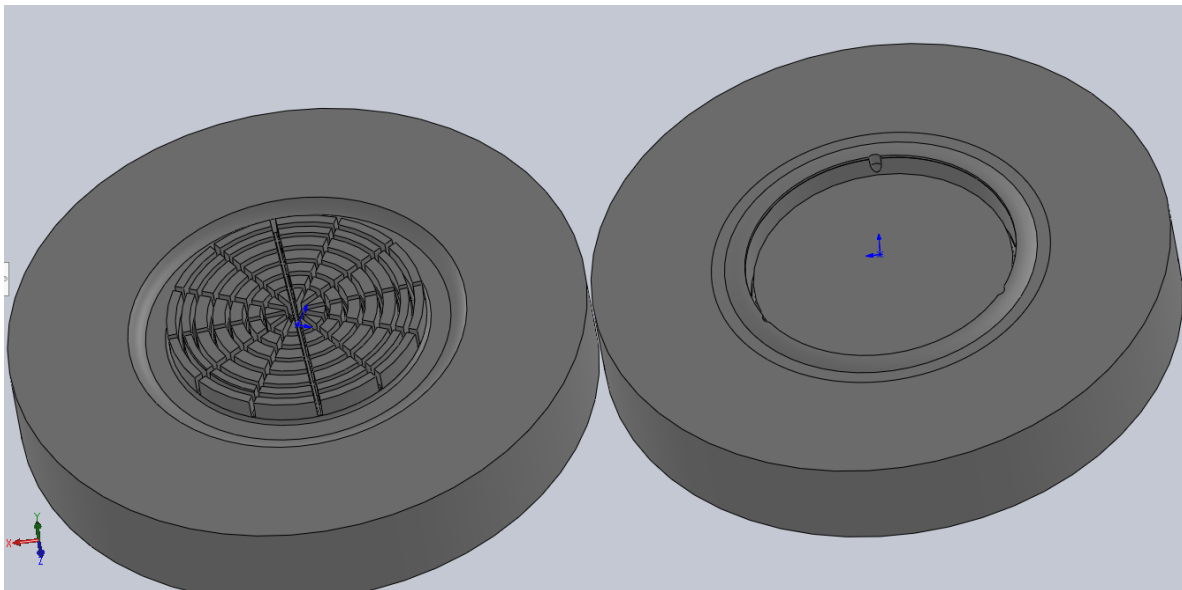


Figure (4.6): plan de joint de moule

Interprétation

A partir de l'étape précédente :

en tire le plan de joint moule (empreinte fixe et empreint mobile)

calcul de dimension de plaque empreinte

Hauteur de la plaque et en fonction des éléments standard de la buse

IV-4-Conception du système d'alimentation

IV-4-1-Règles de conception

□ La carotte

Sa conception est régie par les règles suivantes :

- Les carottes doivent être aussi courtes que possible, avec un fini de surface très lisse.
- L'extrémité côté canal doit être bien évasée pour éviter que la résine ne subisse un cisaillement excessif au passage.
- Une cheminée de forme conique est croissante (8°)
- Rayon Buse Moule > Rayon Buse Presse pour éviter les bavures
- Diamètre de base > Largeur canal primaire ou épaisseur maxi de la pièce.
- Il faut que le tire-carotte soit suffisamment long mais mince pour se solidifier avant la fin du cycle.

La Figure ci-dessous montrant quelques contraintes de dimensionnement de carotte.

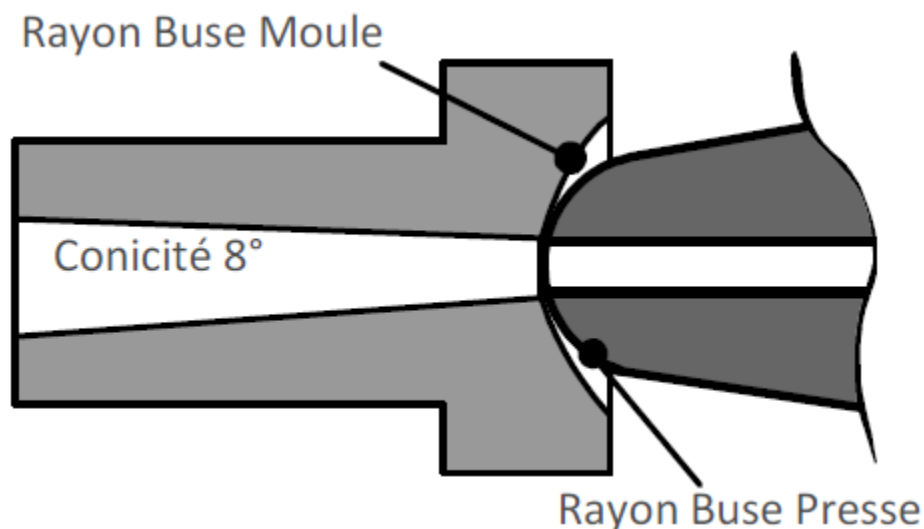


Figure (4.7) : Exemple de contrainte de dimensionnement de carotte

Canaux d'alimentation

Sa conception est régie par les règles suivantes :

- La section circulaire est la géométrie optimale à privilégier.
- Il faut éviter d'alimenter les empreintes les unes au travers des autres
- Il faut équilibrer les canaux, d'une façon à ce que les empreintes se remplissent au même temps, et avec la même pression
- Les canaux doivent rester ouverts jusqu'à ce que toutes les empreintes soient correctement remplies et la matière compactée ;

- Ils doivent être suffisamment grands pour garantir un écoulement adéquat, une perte de pression minimale et aucune surchauffe c'est-à-dire : que le taux de cisaillement sur la résine soit minimum (particulièrement aux points d'injection).
- Réduire les dimensions et les longueurs des canaux au minimum compatible avec le temps de cycle le plus court possible.

Dans notre cas un moule avec une seule empreinte on ne propose de faire uniquement de l'alimentation directe canal .

IV-4-2- SECTION D'ALIMENTATION EMPRENTE :

Le diamètre du canal D_c doit être égal à l'épaisseur nominale de la pièce E , plus 1.5mm [].

C'est à dire : $D_c = E + 1.5\text{mm}$

V , E sont successivement le volume et l'épaisseur nominale de la pièce.

(P1) : $v = \quad \text{mm}^3$, $E = 1.5 \text{ mm}$;

Nous commençons par dimensionner le canal de la pièce (P) :

A.N :

$D = 1.5 + 1.5$ donc ;

$D = 3 \text{ mm}$

Avec : D , diamètre du canal d'alimentation menant de la pièce (P).

Par la suite, nous calculons : S

S : section du canal d'alimentation menant à la pièce supérieure (P).

$S = 3.14 \times D \times D / 4$

A.N : $S_1 = 3.14 \times 3 \times 3 / 4$

$S = 7.065 \text{ mm}^2$

□ Pré-dimensionnement de la carotte

On déduit le diamètre minimal à appliquer au bout de la carotte D_{carotte} :

$D_{\text{carotte}} = \sqrt{(S_s / 3.14) \times 2}$

Nous obtenons $D_{\text{carotte}} = 5.41\text{mm}$, on opte pour :

$D_{\text{carotte}} = 6\text{mm}$

Donne notre cas le diamètre de carotte égale 6 mm avec une buse de conicité de 8° .

Sure catalogue ETS RABOURDEN

Buse injection Réf.660.

Conclusion :

la conception de la pièce la démarche la plus précise qui parent une grand partie du temps .

pour le dimensionnement et réglage de dépouille et forme pour avoir la maquette numérique qui remplace le prototype de la pièce moindre cout .

à l'aide de logiciels on peut valider la possibilité de démoulage et retrait .

d'où on tire plusieurs informations numériques précises telles que poids, volume, surface

on étudie dans le calcul d'alimentation de la pièce, calcul de la carotte.

Chapitre 5

Conception de Module

V-CONCEPTION DES MOULES

la réalisation d'un outillage dans les détails est fortement tributaire de la forme des pièces à fabriquer et, en particulier, de la façon dont se présentent les contre dépouilles. On est alors amené à envisager un certain nombre d'outillage types, en tenant compte avant tout, pour le dessin de chacun d'entre eux, de la forme des contre dépouilles, mais aussi des conditions d'exploitation prévues (automatisme ou non), de l'encombrement et du nombre d'éléments mobiles nécessaires, du maximum de cavités possibles, de la facilité d'extraction des pièces, etc. La facilité d'exécution de l'outillage, qui est un facteur à considérer, ne doit pas primer sur les paramètres assurant de meilleures conditions d'exploitation, surtout si la série à produire est élevée.

La conception d'un outillage pour injection plastique découle d'un savoir de professionnel. Ce guide n'a pas la prétention de concevoir un moule dans son intégralité, mais d'assister sa réalisation en présentant les différentes phases apportant les outils nécessaires à la réflexion.

La conception d'un moule se base sur la démarche classique industrielle suivante :

- 1-Conception des pièces et analyse avec logiciel.
- 2- Calcul du nombre de pièces nécessaire à l'amortissement du moule.
- 3- Calcul du nombre d'empreintes et disposition (Fonction Dimensionnement).
- 4- Détermination du mode d'alimentation (Fonction Alimentation)
- 5-Positionnement des événements (Fonction Events).
- 6- Dimensionnement du système de régulation thermique (Fonction Echangeurs)
- 7- Positionnement des capteurs de température et de pression (Fonction Instrumentation).
- 8- Choix du mode d'éjection (Fonction Ejection).
- 9 -Détermination des matériaux de construction
(Fonction Matériaux & Traitement de surface)

V-1-MATERIAUX POUR LA FABRICATION DES MOULES

Sur le plan de choix des matériaux, on peut considérer séparément les pièces de structure, les parties moulantes et les éléments mobiles. d'une façon générale, les organes constitutifs des outillages d'injection sont en acier, avec des exception concernant les moules d'essai ou les moules destinés à l'étude de prototype.

-PIECES DE STRUCTURE

Ce sont des plaques supportent essentiellement les efforts provenant de la force de fermeture de la presse à mouler et de la pression d'injection ,répartis sur des surfaces importantes .des aciers au carbone de bonne qualité (genre X 84 à X 65)suffisent pour faire face à ces conditions d'utilisations .pour produire des séries importantes ,on peut faire appel ,en ce qui concerne les plaques formant le plan de joint de moulage ;à des aciers prétraités pour obtenir une résistance à la rupture de 1000 à 12000(genre 30 NC 11 ou 50 N CDV 07-03)

-PARTIES MOULANTES

Les parties moulantes subissent la pression de moulage, éventuellement la force de fermeture de la presse (gros moules monoblocs),l'effet d'usure des matières des matières contenant des charges abrasives ,le phénomène d'usure du au frottement de parties mobiles de l'outillage .dans les moules utilisés à grande cadence ,les variation cycliques des contraintes mécaniques risquent de faire apparaître des phénomènes de fatigue .pour cela emploie souvent des aciers prétraités à 900 -1200 MPa (30 CN 11 ,50NCDV 07-03) évitant les déformations de trempe et traitements thermiques divers effectués parfois après usinage . ou encore vers des aciers de nitruration (30 CDV 12 ou 40 CAD 120-06).

- PIÈCE DE D'USURE

Sont essentiellement représentées par les éjecteurs (en acier au nickel chrome traité à 1800 MPa ou même en acier nitruré), les goujons et bagues de guidages, les noyaux mobiles montés sur tiroirs, les tiroirs, toutes pièces exécutées en acier au nickel chrome ou nickel chrome molybdène traités entre 1500 et 2000 MPa selon les besoins, Les moules d'essai métalliques s'exécutent en acier au carbone peu coûteux, sauf si ils doivent être utilisés pour la production en série, par la suite, au prix de quelques améliorations.

V-2- MOULE POUR INJECTION PLASTIQUE

La majorité des moules sont fabriqués à partir d'éléments standard vendus dans le commerce par différents fabricants : HASCO, DME, RABOURDIN.

HASCO

Est un des plus importants producteurs européen d'éléments standard pour moules et outils. Ces éléments standard sont disponibles dans le monde entier avec un service international [10].

Les éléments standard HASCO sont des unités normalisées de plus haute précision, il s'agit d'un système modulaire dont les éléments sont interchangeables et fabriqués en série.

Ce dernier favorise la construction individuelle du moule.Ils évitent les travaux de routines, et disponibles pour les travaux particuliers.

Les éléments standards sont destinés à la construction rationnelle de moule d'injection, compression et sous pression Etc.

V-2-1-ELEMENTS NORMALISES (K, P, Z, T)

K : Plaque avec alésages sur la base d'un système modulaire pour la construction du moule.

Éléments de moule interchangeables conçus sur la base du SYSTEME MODULAIRE

Les plaques peuvent être combinées pour construire des moules d'injection,

P 396 546 / 136 / 2312

Groupe de produits _____
 TYPE _____
 Dimensions _____
 Epaisseur de plaques _____
 No .de matériaux _____

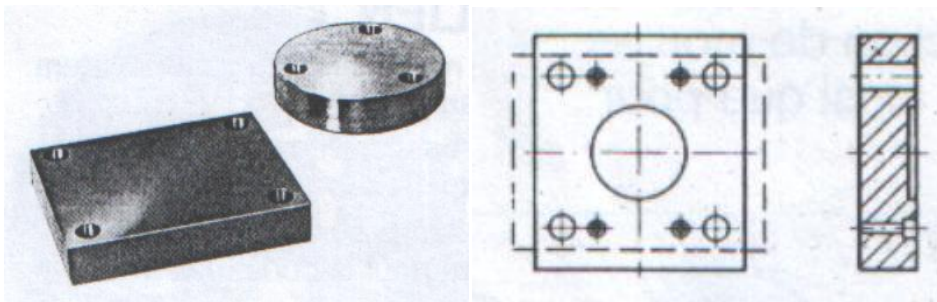


Figure (5.1) : plaque de moule d'éléments standard

Z : Accessoires pour la construction des moules, outils, dispositifs, et montures ainsi que pour la production.

Les éléments de guidage et de centrage ont le même diamètre ($\varnothing 3$), un diamètre de guidage ($\varnothing 1$) étant différent pour éviter des erreurs d'assemblage.

ELEMENT STANDARD « Z » (ACCESSOIRES POUR MOULES, OUTIAGES ET PRODUCTION GENERALE).

Z 31 / Z 30 : Vis à tête à six pans creux din 912-8.8

Z 121 : Plaques d'isolation résine synthétique fibre de verre.

Z 00 : Colonne de guidage avec dépassement de centrage pour le système modulaire.

Z 10 : Douille de guidage

K – Normalisé HASCO : Plaque ronde ou angulaire, prête au montage entretoise avec trous de guidage et pour vis

-MOULE HASCO :

Un programme d'élément standard pour un moule en injection plastique.

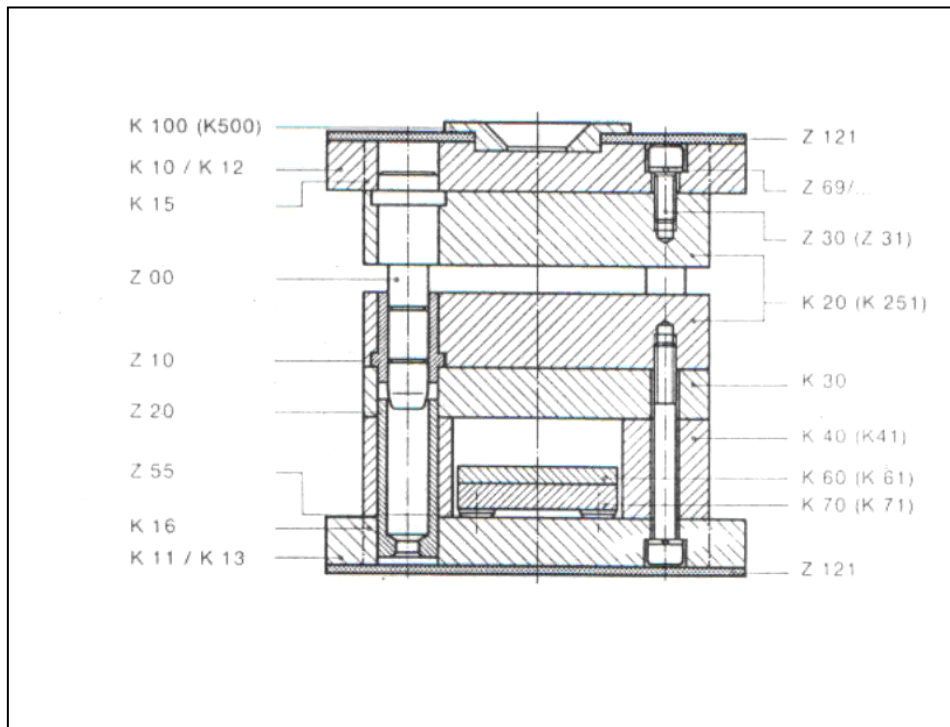


Fig. (5.2) : Moule modulaire

Les fabricants d'éléments standards proposent une gamme d'acier restreinte pour éviter des stocks trop importants.

ACIER SPECIAL

Pour la transformation de matières plastiques

Ce l'on HASCO

Tableau (5.1) :Nomenclature moule standard

N°	Eléments	Désignation	Nbre	Matériaux
01	Rondelle de centrage	K 100 (K 500)	1	
02	Plaque de Fixation	K 10 / K 12	1	C 45 W 3
03	Plaque de Fixation	K 11 / K 13	1	C 45 W 3
04	Plaque de Fixation	K 15	1	C 45 W 3
05	Plaque de Fixation	K 16	1	C 45 W 3
06	Plaque porte empreinte	K 20	2	21 Mn Cr 5
07	Entretoise	K 40	2	X42 Cr13
08	Plaque d'éjection	K 60	1	X42 Cr13
09	Contre plaque d'éjection	K 70	1	X42 Cr13
10	Plaque porte empreinte avec ébauche de	K 251	2	21 Mn Cr 5
11	colonages	K 41	2	X42 Cr13
12	Entretoise	K 61	1	X42 Cr13
13	Plaque d'éjection	K 71	1	X42 Cr13
14	Contre plaque d'éjection	K 30	1	21 Mn Cr 5
15	Plaque intermédiaire	Z 00	2	X 45 NiCrMo 4
16	Colonne de guidage avec dépassement de centrage	Z 10	2	X 45 NiCrMo 4
17	Douille de guidage	Z 20	2	X 45 NiCrMo 4
18	Bague de guidage	Z 31 / Z 30	3	X 45 NiCrMo
19	Vis a tête six pans	Z 55	4	
20	Rodelle de butée	Z 69	3	

V-3-LES CARACTIRISTIQUES DIMENSENIELLE

Tous les moules sont conditionnés par les capacités de la presse sur la quelle il sera monté.

Les impératifs technique et économique nécessitant d'optimiser le choix de la presse en fonction de l'outillage commandé et faire un choix en fonction du parc machine disponible.

-Force de fermeture : Elle détermine la capacité maximale, en surface frontale ou surface projeté, des pièces moulée et de leur canaux d'alimentations, sur un plan parallèle a celui des plateaux. Si F est la force de fermeture, S la surface frontale, P_m la pression moyenne régnant à l'intérieur d'outillage, il faut respecter l'inégalité

$$F \geq P_m S \quad \text{d'où} \quad S \leq \frac{F}{P_m}$$

Pour S maximale, la pression moyenne admissible est de l'ordre de 25 à 30 MPa

Remarque : La matière plastique a injecté le poids important.

V-3-1- PARAMETRES GEOMETRIQUES

presse billion 90-50 diamètres de centrage du moule sur le plateau Φ 100 H7

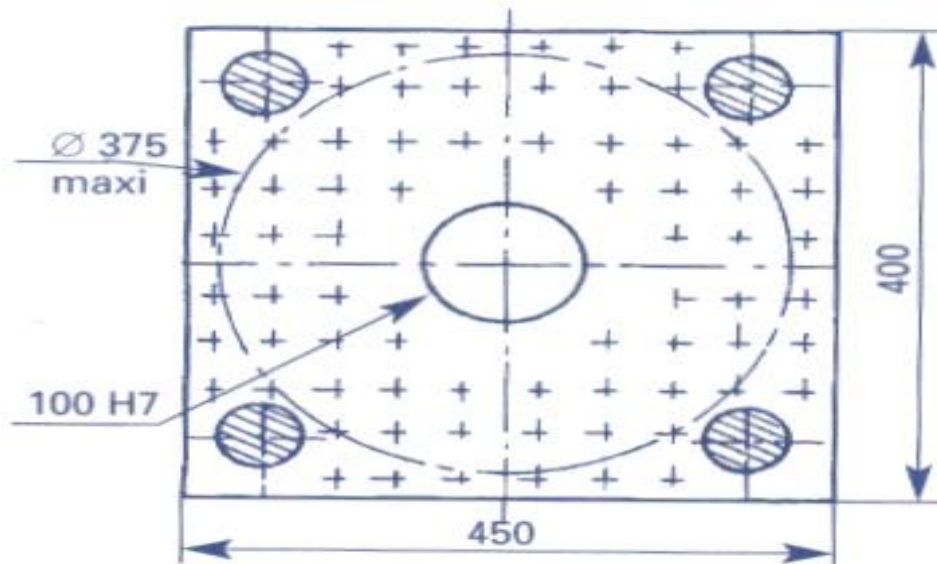


Figure : (5.3) Plateau fixe

V-3-2-PASSAGE ENTRE COLONNE

La largeur de l'outillage doit être inférieure à la distance horizontale entre les colonnes de la presse dans le cas où le moule verticalement.

Cotes maxi 280*280 ou Φ 375 .

V-3-3-FIXATION SUR PLATEAUX

Prévoir dès le début de la conception du moule de la fixation de celui-ci sur les plateaux par bridage ou vise dans les plateaux

Exemple : diamètres des trous lisse ou taraudés.

Trou Φ 14 profondeurs 39 mm, Trou M 12 profondeurs 35 mm

-RAYON DE PORTÉE DE LA BUSE

De presse et son diamètre de passage de la matière plastique si nécessaire adapter les équipements.

- V-3-4- PARAMETRES DE LA COURSE.

Chaque presse possède des limites maximum et minimum de déplacement et de réglage du plateau mobile, cela influence le choix de l'épaisseur du moule et sa course d'ouverture.

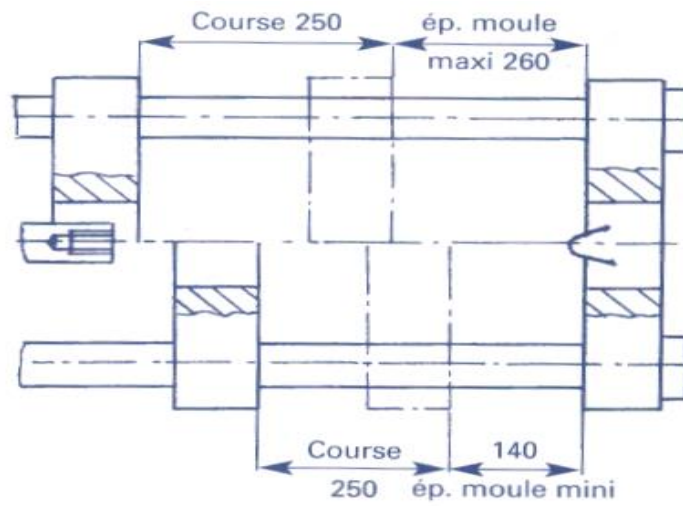


Fig (5.4) : course de fermeture

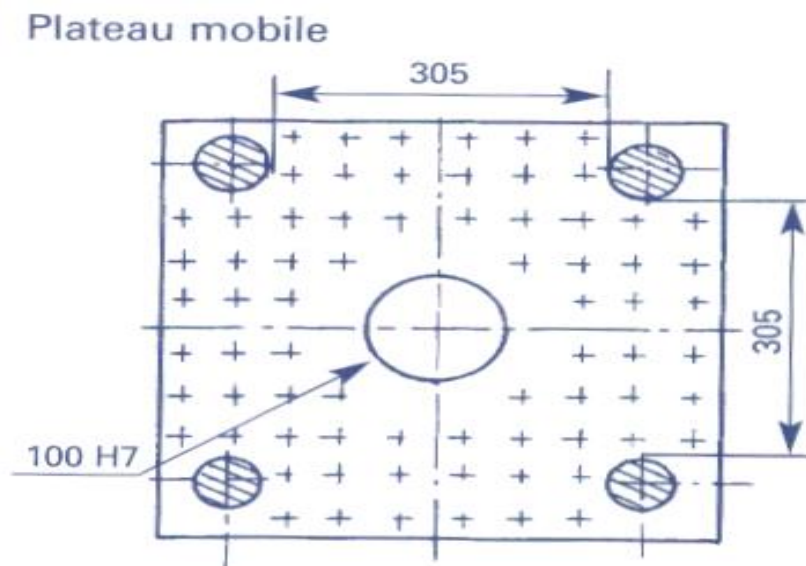


Fig (5.6) Plateau Mobile

CARACTERISTIQUES DES PRESSE A INJECTER [11]

PRESSE D'INJECTION AUTOMATIQUE - TYPE ES 150

-Pour le traitement de thermoplastiques.

-Force de serrage 500 KN

- Chemin d'ouverture : 330 mm
- Hauteur de montage d'outil min 150 mm
- Volume engendré théorique 92 cm³
- Pression d'injection 1.600 bars
- Raccordement électrique env. 15 KW 2.6 t
- Ejection et tirage de noyau hydraulique.
- Réglage de température et de niveau.
- Balance de contrôle pour produits éjectés.
- Support élastique anti-vibration.
- Compteur électrique de course.

V-4-REALISATION DE MOULE

V-4-1-CONCEPTION DE PIÈCE MOULEES

Notre étude de chapitre précédant été dans le cas de conception de produit bouche extracteur a laide de logiciel solidworks.

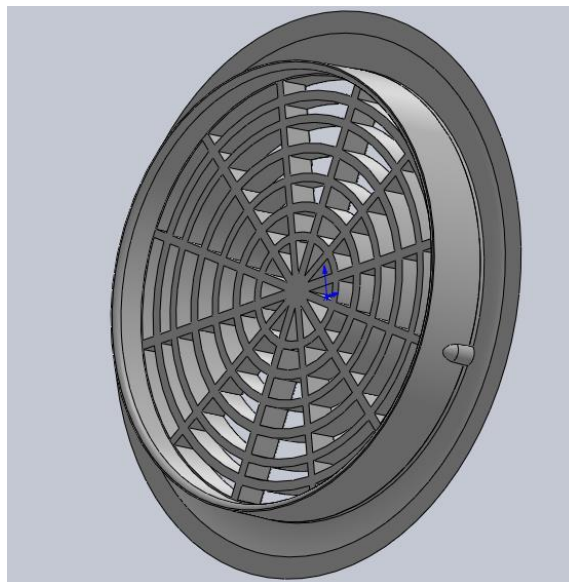


Figure (5.7) : pièce maquette numérique

Conclusion sur la validation de la conception pièce

les surfaces fonctionnelles de la pièce sont défini.
 les spécifications dimensionnelles, géométriques et d'état de surface Identifier.

La détermination du plan de joint ploc empreint et évente d'évacuations d'air.

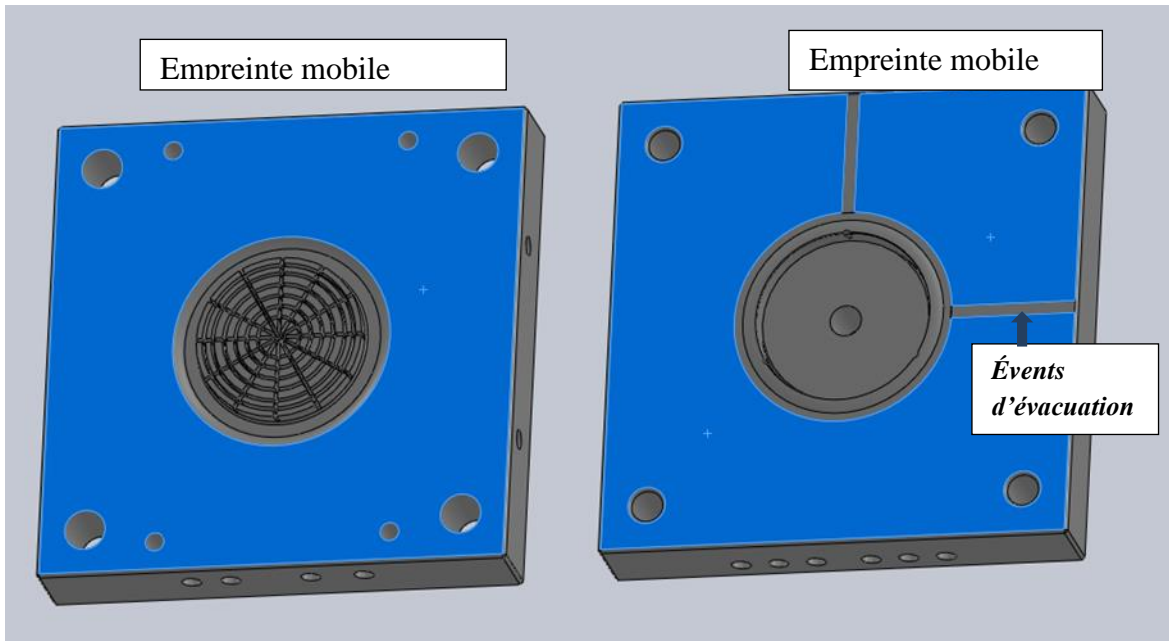


Figure (5.8) : surfaces fonctionnelles plan de joint

V-4-2- CONCLUSION CHOIX PRELIMINAIRES

Quel que soit le type de machine, un moule est composé de deux parties principales.

- un bloc monté sur le plateau fixe, cote injection ;
- un bloc monté sur le plateau mobile, cote éjection par l'intermédiaire d'entretoises et d'un intermédiaire.

-préparation de l'empreinte entre le bloc fixe et le bloc mobile.

Choix du seuil d'injection : la solution pertinente dans notre cas l'alimentation de L'empreinte au milieu de la Pièce.

Choix de l'éjection : Par éjecteurs simples

Complexité de l'outillage : Moule simple avec une seule empreinte.

L'architecture du moule : moule simple.

Sélection Les dimensions a partir de la conception établie par le logiciel.

- Dimensionnent Plaque porte empreinte fixe.
- Dimensionnent Plaque porte empreinte mobile.

surface $S_{PL} : SP \times K_S =$

S_{PL} : plaque empreinte

S_{PL} : empreinte pièce

K_S : coefficient de sécurité égale à 2

AN :

$S_{PL} = 140 \times 2$

$S_{PL} = 280$ mm on propose plaque de

(300x300) mm.

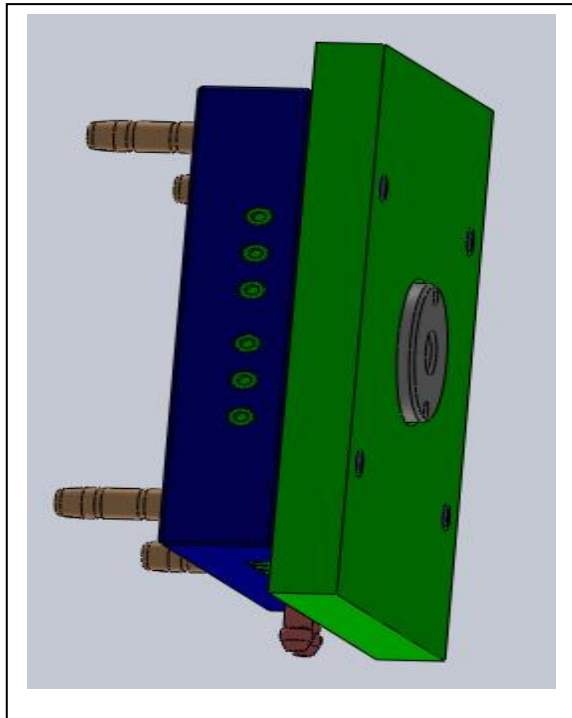
La hauteur égale la hauteur de la buse

50 mm ANNEXE -02-

seuil d'injection

Catalogue Rabourdin Buse injection Réf.660.

-Plaque porte empreinte mobile :



$S_{PL} = 280$ mm on propose une plaque de Figure (5.9) : partie moule fixe

Plaque porte empreinte fixe : (300X300X50) Annexe n° :03

-Plaque d'éjection : Annexe n 05

-Contre plaque d'éjection Annexe n° 06

-Entretoise Annexe n° :08

-Plaque de Fixation cote fixe Annexe n° :07

-Plaque de Fixation cote mobile Annexe n° :04

Rondelle de centrage Annexe n° :07-1

-Etablissent de procédure de fabrication

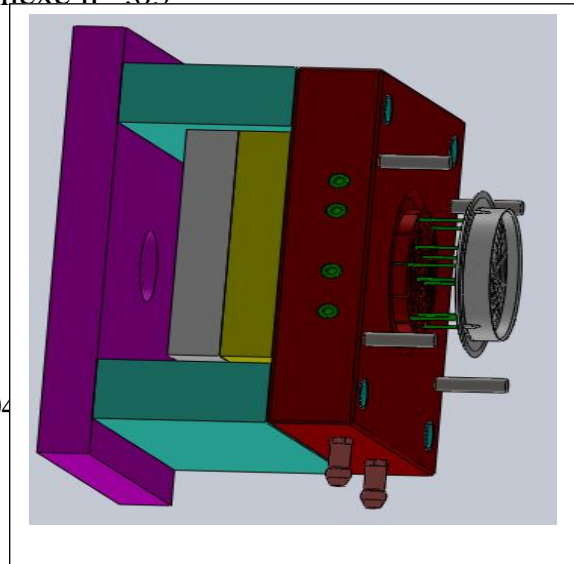


Figure (5.10) : partie moule mobile

V-4-3-Solutions constructives :

- Définir le positionnement de la pièce dans l'outillage Position du plan de joint .
- Définir les solutions de conception des empreintes formes moulantes et injection.
- Situation de la pièce et éjecteur .

-Plans de refroidissement Annexe n° :(5.2)

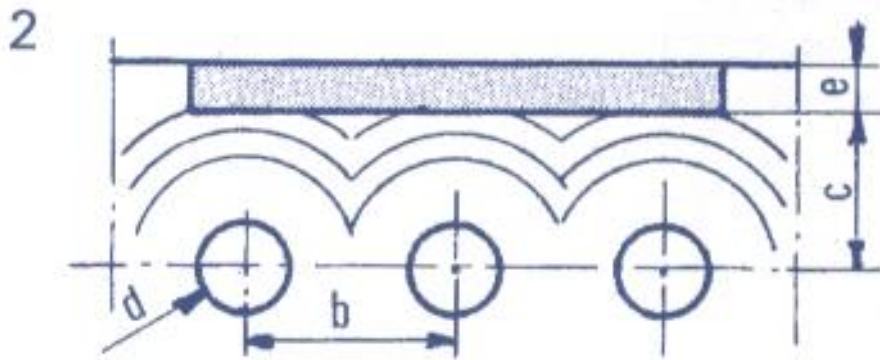


Figure (5.10) Plans de refroidissement

Coté empreinte fixe :ANNEX n° 02

Le plan de refroidissement sur la surface parallèle de l'empreinte a distance de $a=16\text{mm}$, pressage de colon $d = 14 \text{ mm}$, $S = 10$. Nombre de colonne de refroidissement égale 6 canal.

Coté empreinte mobile :ANNEX n° 03

Nombre de colonne de refroidissement égale 6 canal.

$a=16\text{mm}$, pressage de colon $d = 14 \text{ mm}$, $S = 10$.

La répartition des éjecteur sur la surface plaque ejecteur : ANNEX n° :06

Rassembler les élément standard pour le moule a partir catalogue logiciel KATIA V5 R21.

. Tableau (5.2) :Nomenclature moule proposer

<i>N°</i>	<i>Eléments</i>	<i>Désignation</i>	<i>Nbre</i>	<i>Matériaux</i>
01	Rondelle de centrage	O 100	1	
02	Plaque de Fixation fix	400x300x50	1	Xc 48
03	Plaque porte empreinte fix	300x300x50	1	Xc 48
04	Plaque porte empreinte mobile	300x300x60	2	Xc 48
05	Entretoise	300x100x50	2	Xc 48
06	Plaque d'éjection	300x190x20	1	Xc 48
07	Contre plaque d'éjection	300x190x30		Xc 48
08	Plaque intermédiaire	/	4	X42 Cr13
09	Douille de guidage	/	4	X42 Cr13
10	Bague de guidage	/	/	21 Mn Cr 5
11	Visse a tête six pans	/	/	X42 Cr13
12	Rodelle de butée			
13	Buse injection	REF.606 C .		
14	Plaque de fixation .mobile	400X300X30		Xc 48

Conclusion :

La détermination de l'ensemble des éléments constrictifs de l'outillage moule.

La conception du moule est simple, la formes moulantes sont simples.

Les composants d'injection et d'éjection sont standards.

La faisabilité de réalisation sera vérifiée lors de la préparation de l'usinages.

Les moules sont obtenus par Usinage.

L'usinage par enlèvement de copeaux reste la technique la plus répandue, elle assure économiquement et rapidement l'exécution de la plupart des formes géométriques rencontrées, et plus seule assurer l'usinage des grands éléments de moules. La fraiseuse classique ou la fraiseuse de reproduction, plus ou moins perfectionnées, jouent un rôle prépondérant dans l'usinage.

Pour obtenir des formes non usinable, l'on fait appel à des techniques spéciales dont le développement est relativement récent : enfonçage, électroérosion, électroformage.

il existe maintenant dans le commerce des éléments standardise (supports, frettes, éjecteurs, goujons de guidage) qui facilitent la fabrication.

Les moules doivent pouvoir résister aux températures et aux pressions élevées nécessitées pour la mise en œuvre des matières thermoplastique.

La conception d'un outillage pour injection plastique découle d'un savoir de professionnel. Ce mémoire n'a pas la prétention de concevoir un moule dans son intégralité, mais d'assister sa réalisation en présentant les différentes phases apportant les outils nécessaires à la réflexion.

Sur le plan de choix des matériaux, on peut considérer séparément les pièces de structure, les parties moulantes et les éléments mobiles .d'une façon générale, les organes constitutifs des outillages d'injection sont en acier.

La qualité de la pièce obtenue dépend, dans un premier stade du soin pris par le concepteur dans son tracé et dans un deuxième stade de la dextérité du mouleur. La réalisation d'une pièce moulée est rarement impossible, cependant la qualité et le prix de revient dépendent de la conception de la pièce et du moule.

l'utilisation des ressources informatiques ainsi que des techniques spécifiques à la conception des moules d'injection ; est indispensable. C'est afin d'aboutir à un résultat qui satisfera le cahier de charge pièce moulée.

Conclusion générale

Le but de ce mémoire, c'est de décrire la conception de moule pour injection plastique. d'après des éléments de base et sa technologie de mise en œuvre, et l'outillage (moule).

Traitant dans un premier temps le principe de fonctionnement presse, et sa composition, choix d'une presse d'injection, la composition des moule d'injection pour thermoplastique.

Ensuite le phénomène au cours d'un cycle de production, la régulation des paramètres de phase alimentation d'une empreinte, phase maintien, le de refroidissement et chauffage de moule pour l'obtention d'un produit conforme sont perte de matière et temps de production.

La fonction éjection et dépouille de matière. Les mécanismes d'éjections.

L'utilisation de logiciel solidworks pour réaliser la maquette numérique, pour obtenir les résultats de la pièce bouche extracteur, la validation de conception, le calcul de section d'alimentation.

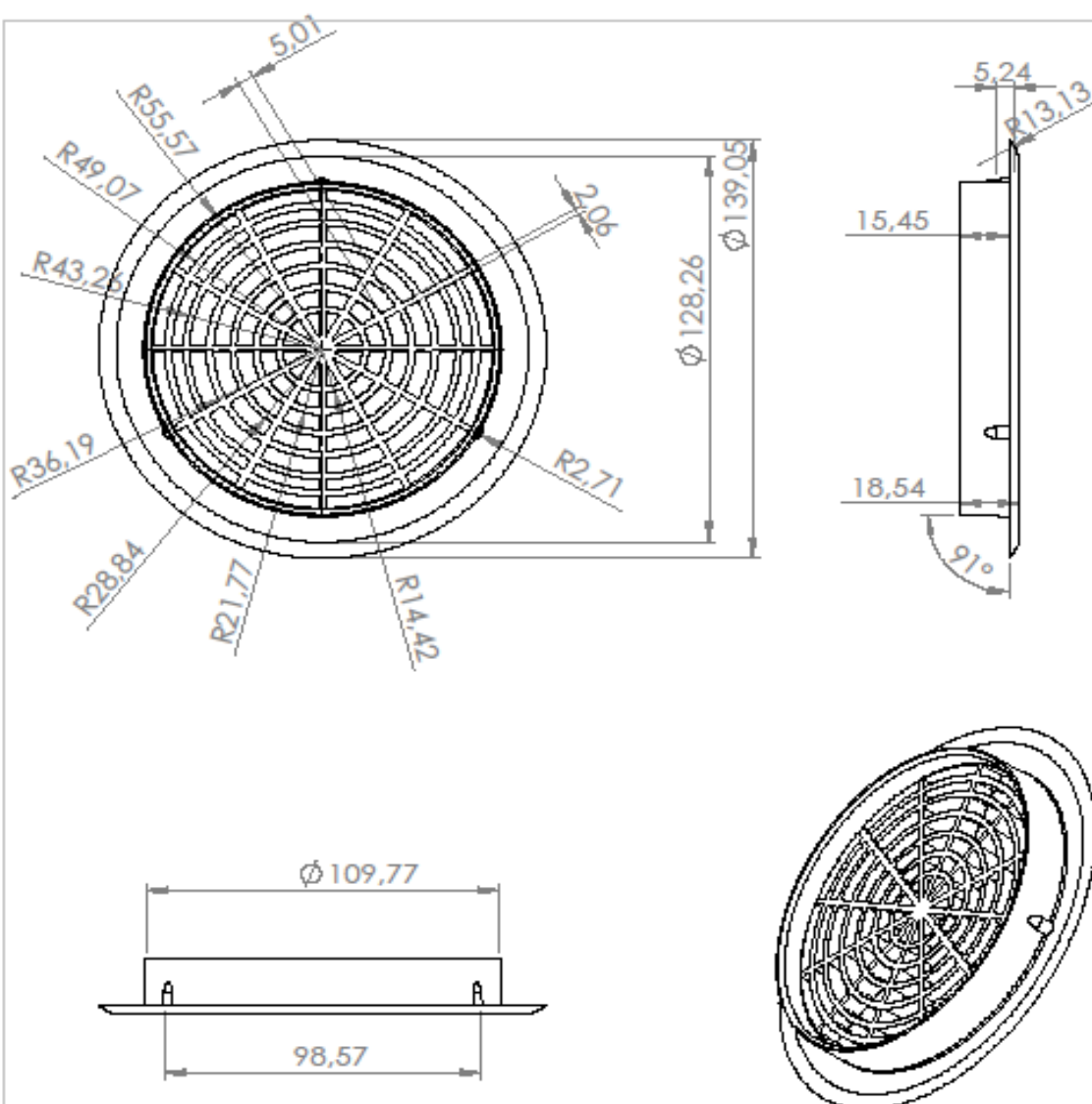
la démarche de conception outillage et composition d'un moule modulaire, les étapes de réalisation de moule basé sur la conception de maquette numérique pour obtenir le plan de joint qui nous donne l'empreinte fixe et l'empreinte mobile. Système d'éjections et refroidissent, la nomenclature de moule proposer

Ainsi, que ce travail permette aux techniciens de mener leur bagage dans la conception des moules. Puisse constituer une référence de base pour l'unité ALMOULES & OUTILLAGE Sétif, et surtout pour les étudiants qui veulent entamer l'étude de conception des moules pour injection plastique.

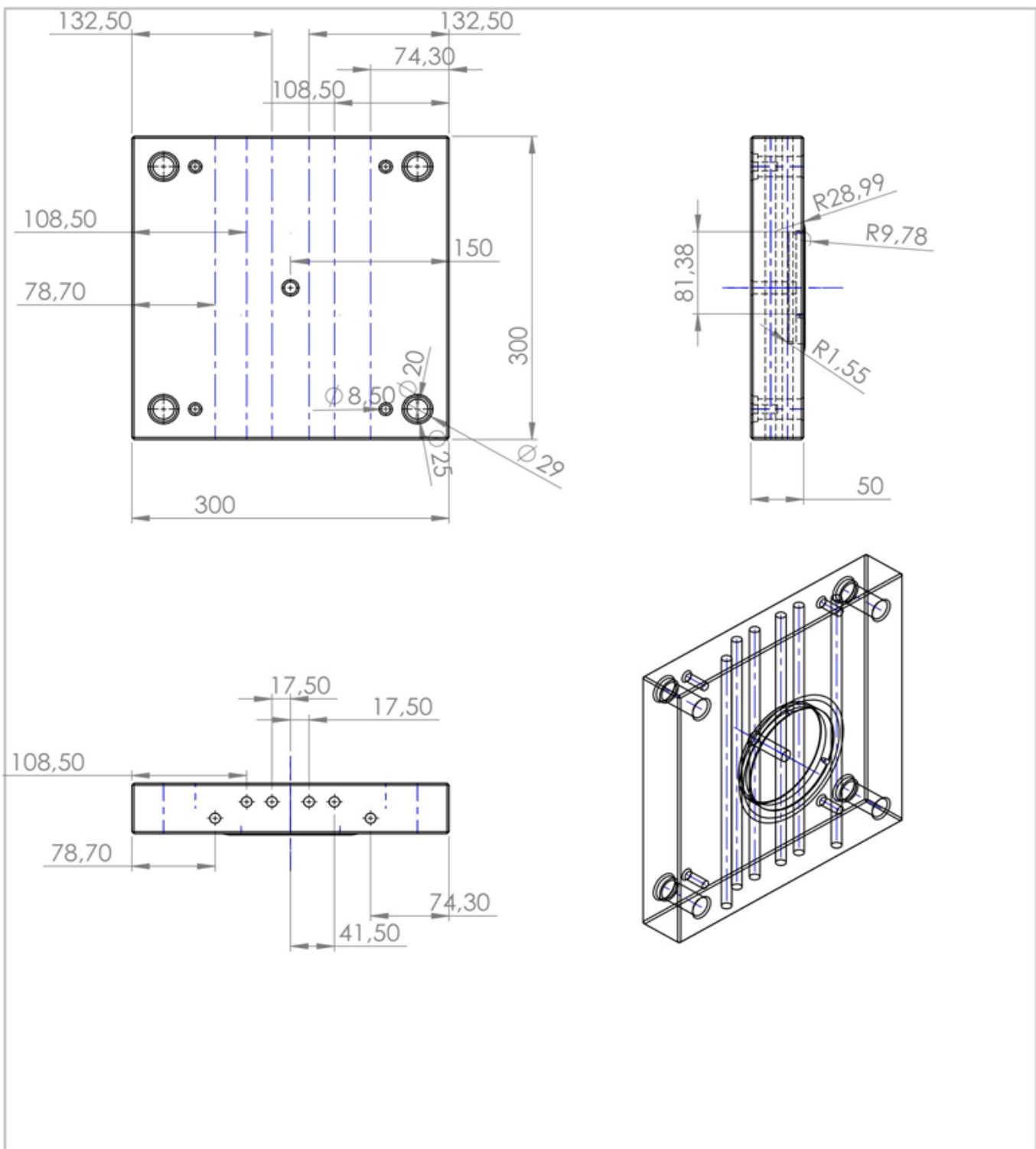
Bibliographie

1. [C.CORBET]. MATÉRIAUX OUTILLAGE DE MISE EN FORME. Edition casteilla.
2. [Raymond Mourgue]. Technique d'ingénieur. Doc (A3670)-1987.
- 3.[Raymond Mourgue].technique d'ingénieur. PLASTIQUE –INJECTION –LES PRESSE. Doc (A3690)-1985.
4. [1 Muserrefwiggins .2 Eloridainstitute]. OPTIMISATION MORPHOLOGIQUE technique d'ingénieur. Doc (A 3745) -1985.
5. [Mourgue (R)]. PIECES INJECTEES EN THERMOPLASTIQUE.
6. [Michel Chatain (E N S A M)]. CONCEPTION D'UN OBJET. Doc (A-3810)-1988.
7. [1 J.P. Trotginon,2 M. Piperaud]. Précis de matières plastique. STRUCTURE, PROPRIETES, MISE EN ŒUVRE ET NORMALISATION. 4ème Édition : AFNOR-1984
8. [MICHAEL.E .ASHBY]. CHOIX DES MATERIAUX EN CONCEPTION MECANIQUE MATERIAUX GÉNIE INDUSTRIEL. 2emeEdition : DUNOD -2002
9. [Rollet .(J)].technique de l'ingénieur CONCEPTION DES PIECES MOULEES Doc (A3671) -1988.
10. DOCUMENTATION HASCO MOULE ET OUTIAGE .
11. CARACTERISTIQUES DE LA PRESSE BILLON 90-50 .
12. [Mlle TOUIL Ibtissam ,2- Mlle GTTOA Manal]Mémoire de fin étude 2015 Thème : ETUDE, CONCEPTION ET CARACTERISATION DU MOULE EN D'UN PISTON .
13. [Solidworks / CATIA v5 r 21]
- 14 [MICHEL COLOMBIE] Matériaux métalliques 2ème édition.
- 15[1Florian Lefebvre .2 Benoit Vanneste] LES FONDAMENTAUX DE LA CONCEPTION D'UNE PIÈCE.
16. [Marc Carrega] Matières plastiques Aide-mémoire2 e édition.
17. [document INGERSHEIM] Technologie Les moules d'injection denode.
18. [1 OURKHOU El- Hachemi ,2 SEBAIHI Sofiane] Projet de Fin d'Études Thème Démarche de Conception d'un Moule à Injection Plastique Juin 2014 .

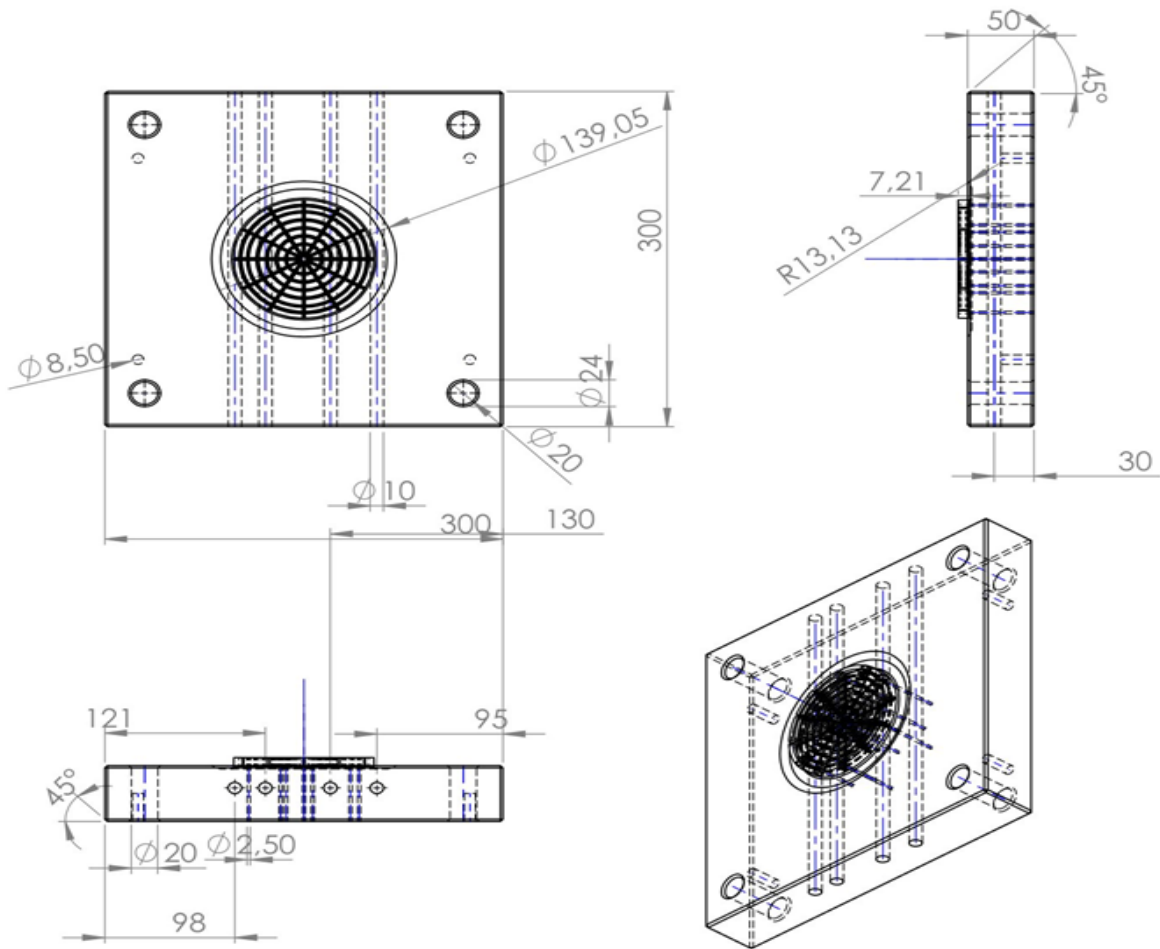
ANNEXE



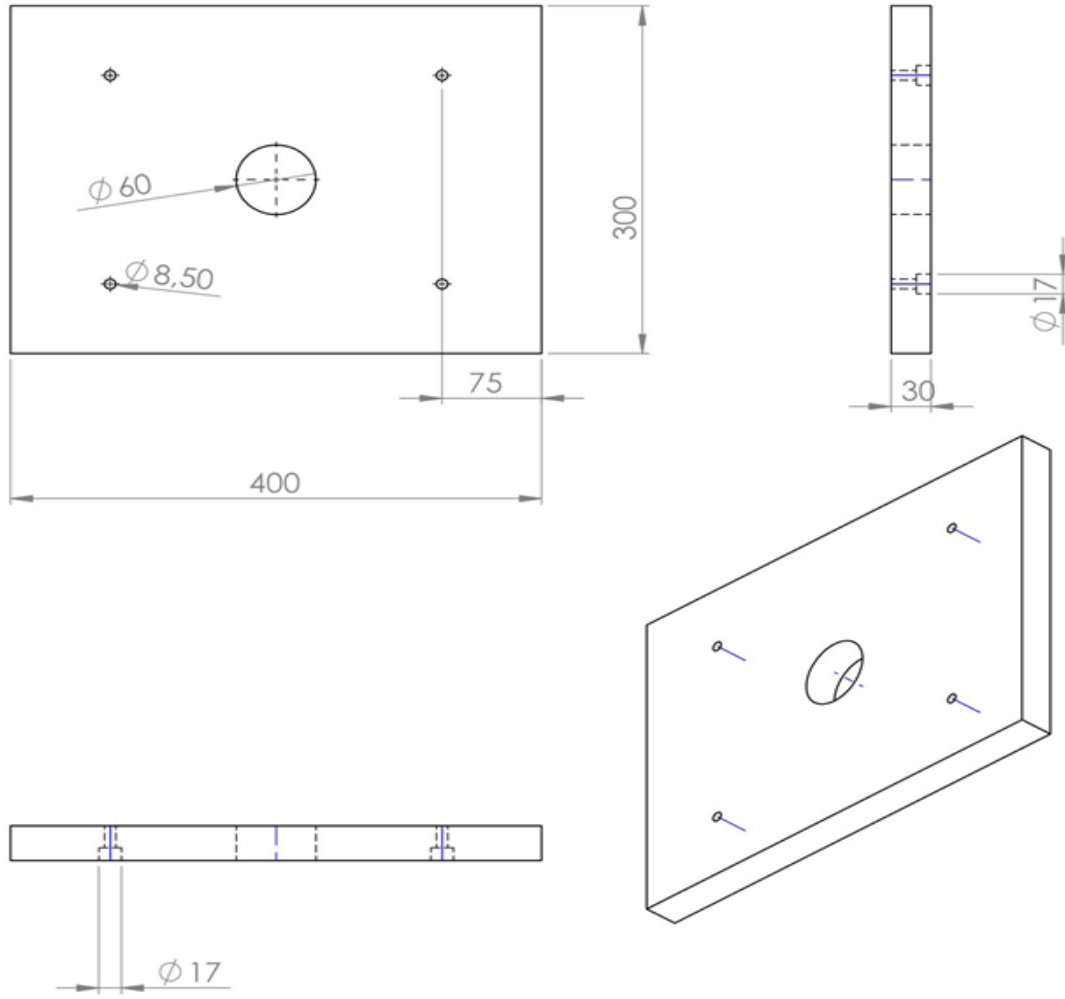
ECHELLES 1:2	MOULE D'INJECTION PLASTIQUE PIECE BOUCHE EXTRACTEUR	DESSINE PAR HAMADI AHMED
		LE 10 - 06 - 2020
	ALMOULES spa :service etude	
A4	ANNEXE N°: 01- BOUCHE EXTRACTEURE MATIER PEhd	



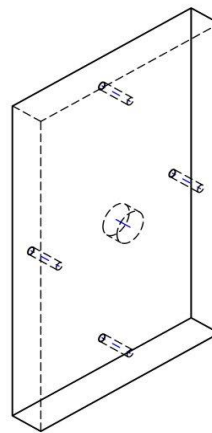
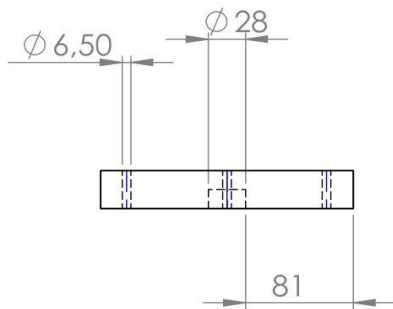
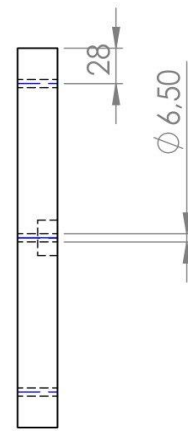
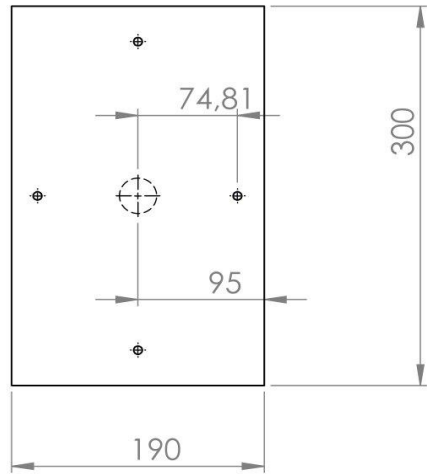
ECHELLES 1: 5	MOULE D'INJECTION plastique bouche extracteur	DESSINE PAR HAMADI AHMED
		LE 10 - 06 - 2020
	ALMOULES -SPA -service etude	
A4	ANNEXE N° : 02	EMPRIENT P. FIXE- matier -xc48



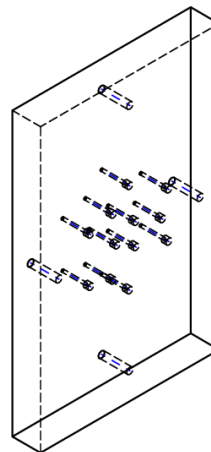
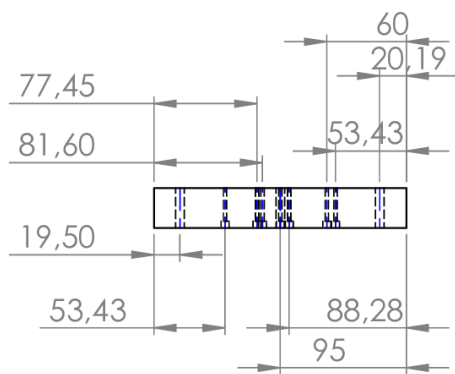
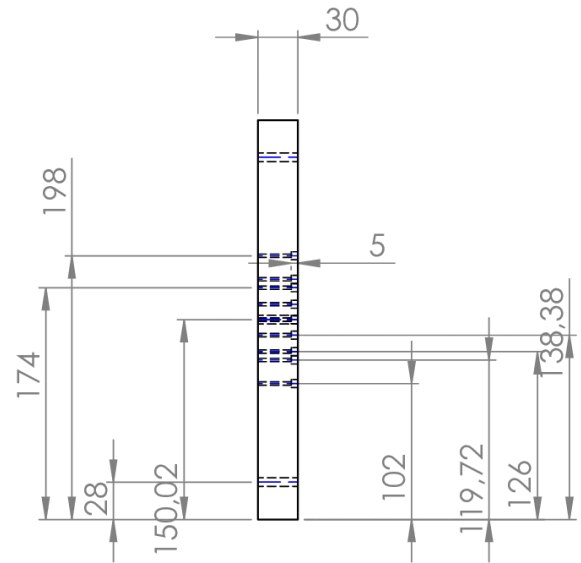
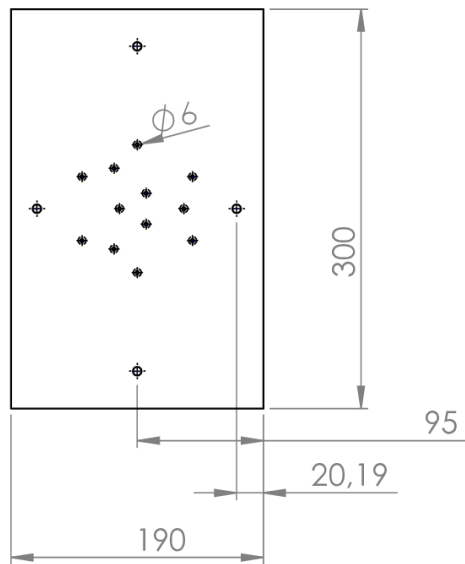
<p>ECHELLES 1: 5</p>	<p>MOULE D'INJECTION</p>	<p>DESSINE PAR HAMADI AHMED</p>
		<p>LE 10 - 06 - 2020</p>
<p>A4</p>	<p>ALOULES spa Service etude</p> <p>ANNEXE N° : 03 EMPRIENTE P.MOBILE MATIER XC 48</p>	




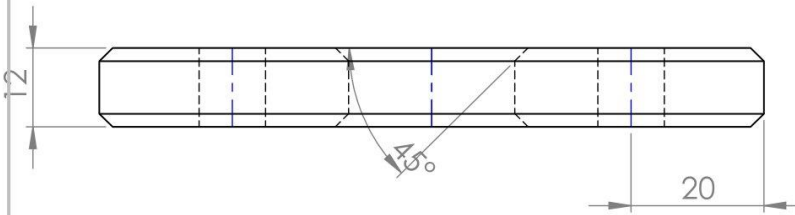
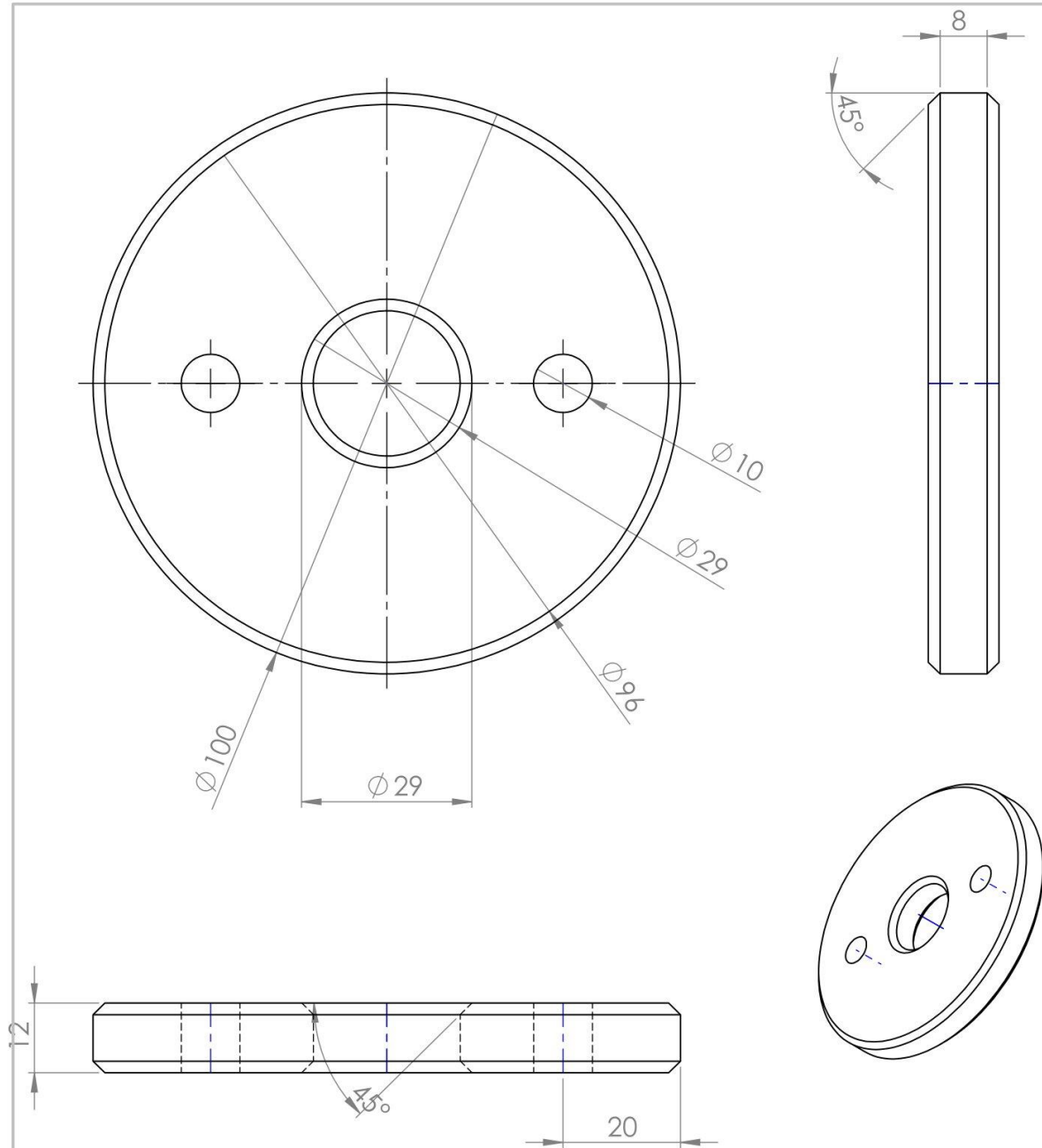
ECHELLES 1: 5	MOULE D'INJECTION plastique	DESSINE PAR HAMADI AHMED
		LE 10 - 06 - 2020
	ALMOULE SPA-service etude	
A4	ANNEXE N°: 04 PLAQUE DE FIXATION P.MOBILE XC_48	

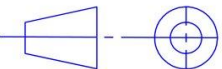


ECHELLES 1:5	MOULE D'INJECTION BOUCHE EXTRACTEUR	DESSINE PAR HAMADI AHMED
		LE 10 - 06 - 2020
	ALMOULES SPA . SERVICE ETUDE	
A4	ANNEXE N° : 5 PLAQUE EJECTRICE : MATIER xc -48	



ECHELLES 1: 5	MOULE D'INJECTION PLASTICE BOUCHE EXTRACTEUR	DESSINE PAR HAMADI AHMED
		LE 10 - 06 - 2020
	ALMOULES spa -Service etude	
A4	ANNEXE N° : 06 BATTERIE DES EJECTEUR : matier XC 48	



<p>ECHELLES 1: 5</p>	<p>MOULE D'INJECTION PLASTIQUE BOUCHE EXTRACTEUR</p>	<p>DESSINE PAR HAMADI AHMED LE 10 - 06 - 2020</p>
	<p>ALMOULES spa : Service etude</p>	
<p>A4</p>	<p>ANNEXE N°: 07 Bague de centrage</p>	