

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté génie de la construction
Département génie mécanique.



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme d'études universitaire
de Master 2 en Génie Mécanique.

Option : Fabrication Mécanique et productive.

Thème

*Etude et Conception d'un moule d'injection
plastique à deux empreintes pour un cache
boîtier thermostat 202-114 d'un congélateur
CF 1686 grande format.*

Orienté par :

Mr : Asma Farid

Encadré par :

Melle : Sadoudi.T

Réalisé par :

Mr : Gherbi Hamid

Melle : Hamadache Thinhinane

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

En premier lieu, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir arrivés à terme de ce travail qui représente le fruit de plusieurs années d'études.

Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à l'égard de tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, particulièrement à notre promoteur Mr F. ASMA pour avoir bien voulu nous encadrer et pour ces précieuses conseils et orientations, on le remercie énormément d'avoir su partager son expérience et sa passion notamment dans le domaine de la conception mécanique et pour sa disponibilité en vue de l'orientation de ce projet.

Nos remerciements vont également au responsable et le personnel de l'unité de prestation technique de l'entreprise ENIEM, et plus particulièrement Melle Sadoudi. T ainsi qu'à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

En fin nous remercions les membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner et juger notre travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en première lieu à ma très chère mère, avec tout mon amour, tous les mots ne sauraient et ne pourraient exprimer ou bien témoigner de ma gratitude et ma reconnaissance pour tes sacrifices, patience, encouragements et ton soutien que tu m'as offert pendant tout les moments de ma vie , tu as été cette femme qui a beaucoup souffert pour me voir réussir , qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux , tu as toujours été à mes cotés pour me soutenir et m'épauler, malgré toutes les obstacles qu'on a traversé , tu as été à la hauteur de tes responsabilités vis-à-vis ton foyer et tes enfants, tu as été une femme digne et courageuse .. je te dédie cette réussite comme fruit de ton dévouement et l'expression de mon profond amour.

YEMA ❤️

*Au deuxième lieu je dédie ce modeste travail pour mes deux petits très chers frères **Younes** et **Yacine** qui n'ont pas cessé de m'encourager, m'épauler et savent très bien comment procurer le courage, persévérance, joie et bonheur afin d'y avancé et surmonter toutes les difficultés de notre parcours estudiantine et professionnel. Je vous remercie du fond de cœur pour les sacrifices dont vous avez fait toujours preuve à mon égard.*

Younes / Yacine ❤️


A mes très chères sœurs Lydia, Ghalia, Farida, Fatiha qui m'ont aussi soutenir tout au long de mes études, que dieu les protège et leurs offre toutes le bonheur et paix de monde.

Sœurs de cœur ❤️

A tous mes cousins, voisins, collègues de travail, camarades, amis(es) que j'ai connu jusqu'à maintenant. Grand merci a vous toutes et tous. je vous souhaite beaucoup de succès et de bonheur.

Je vous aime ❤️

*A ma très chère et précieuse binôme **Thinhinane** qui a partagé avec moi tous les moments d'émotion et toutes les difficultés qu'on a croisé non seulement dans ce*

mémoire de fin d'études, depuis plusieurs années d'études. Je la remercie énormément pour sa patience, et sa compréhension, qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance. *H. Thinhinane* 

GHERBI HAMID

Je dédie ce travail à :

J'ai le plaisir de dédier ce modeste travail à celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation ;

"À ma chère mère " 

À celui qui a changé la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions que dieu vous bénisse.

"À mon père " 


À mes chères sœurs Sonia, Dihia, Thiziri, et mon chère frère Jugurtha. vous êtes ma source de joie et de bonheur.

À ma grand-mère ; ma source d'espoir et de joie. que dieu te donne longue vie et te bénisse.

"grand- mère " 

À mon cher et précieux binôme avec qui j'ai partagé ce travail

"Hamid Gherbi" 

À toute ma famille et tous mes amis(es) que j'aime trop. 

HAMADACHE THINHINANE

Sommaires

- *Liste des figures*
- *Liste des tableaux*
- *Liste des symboles*
- *Présentation de l'entreprise*
- *Introduction générale*
- *Présentation du sujet.*

CHAPITRE I : Etude des Matières Plastiques.

I) INTRODUCTION	1
II) DEFINITION DES MATIERES PLASTIQUES	1
III) LES DIFFERENTS GROUPES DE MATIERES PLASTIQUES :	1
III.1) LES THERMOPLASTIQUES (LES THERMOPLASTES) :	1
III.2) LES THERMODURCISSABLES (LES DUROPLASTES) :	2
III.3) LES ELASTOMERES :	2
IV) LES PROPRIETES ET COMPORTEMENT DES MATIERES PLASTIQUE.....	2
IV.1) PROPRIETES THERMIQUES ET PHYSIQUES :	2
IV.2) AMELIORATION DES PROPRIETES DES MATIERES PLASTIQUES :	3
V) DOMAINE D'APPLICATION DE LA MATIERE PLASTIQUE:	4
VI) LA PRESENTATION DES MATIERES PLASTIQUES :	5
VII) LE RECYCLAGE DES MATIERES PLASTIQUES :	6
VIII) PRESENTATION DU POLYPROPYLENE :	7
VIII.1) CARACTERISTIQUE GENERALES DU POLYPROPYLENE.....	8
VIII.2) PROPRIETES THERMIQUE	8
VIII.3) AUTRE PROPRIETES	9
IX) CONCLUSION :	10

CHAPITRE II : Procédés de Mise en œuvre.

I) INTRODUCTION :	11
II) LA MISE EN ŒUVRE :	12
II.1) L'INJECTION	12
II.2) INJECTION SOUFFLAGE :	15
II.3) L'EXTRUSION :	15
II.4) EXTRUSION SOUFFLAGE :	17
II.5) LE THERMOFORMAGE :	17
II.6) LE CALANDRAGE :	18
II.7) LE MOULAGE PAR ROTATION (ROTOMOULAGE) :	19
III) DETAIL SUR L'INJECTION :	18
III.1) PRESSE A INJECTION	20
III.2) DESCRIPTION D'UNE PRESSE A INJECTER :	20
III.3) LES DIFFERENTES PRESSES D'INJECTION	21
a) Presse horizontale :	22
b) Presse verticale :	22
III.4) LES DIFFERENTES PARTIES OU UNITES D'UNE PRESSE :	22
a) Unité d'injection :	22
a.1) Système vis-piston :	23
a.2) Caractérisation du système :	23
b) Unité de fermeture :	24
c) Le moule :	25
III.5) LE CHOIX D'UNE PRESSE :	28
III.6) LES DIFFERENTES PHASES D'INJECTION :	28
a) Fermeture du moule et verrouillage :	29
b) Injection :	30
c) Refroidissement et solidification :	30
d) Ouverture du moule et démoulage :	30
IV) CONCLUSION :	31

CHAPITRE III : Conception du Moule.

I) INTRODUCTION :	32
II) CONCEPTION D'UN MOULE THERMOPLASTIQUE:	33
III) ARCHITECTURE DU MOULE :	34
III.1) MOULE A DEUX PLAQUES :	34
III.2) MOULE A TROIS PLAQUES :	34
III.3) MOULE A TIROIR :	35
III.4) MOULE A COQUILLES :	35
III.5) MOULE A CANAUX CHAUFFANT :	36
IV) LE NOMBRE ET LA DISPOSITION D'EMPREIN.....	36
IV.1) LE NOMBRE D'EMPREINTES :	36
IV.2) DISPOSITION DES EMPREINTES DANS LE PLAN DE JOINT :	37
V) LA MATIERE :	38
VI) ALIMENTATION DU MOULE :	38
VI.1) GENERALITES:	38
a) Injection dans le plan de joint :	38
b) Injection perpendiculaire au plan de joint :	38
VI.2) POINT D'INJECTION :	38
VI.3) CIRCULATION DE LA MATIERE :	40
a) lignes de soudure :	40
b) Ecoulement de matière :	40
VI.4) REMPLISSAGE DES FORMES DE REVOLUTION	41
VI.5) CANAUX D'ALIMENTATION :	41
a) Les différents modes d'alimentation :	42
b) Composition d'un système d'alimentation :	43
VII) MATERIAUX POUR LA FABRICATION DES MOULES :	44
VII.1) GENERALITES :	44
VII.2) LES ACIERS UTILISES:	45
VIII) CONCEPTION DES PIECES :	46
IX) LA MACHINE :	47
X) THERMIQUE DU MOULE :	47
XI) DEGAZAGE DU MOULE :	47
XII) FIXATION DU MOULE:	48
XII.1) FIXATION PAR VIS :	48

XII.2) BRIDAGE :	48
XIII) CONCLUSION :	49

CHAPITRE IV : Calcul de Vérification

I) INTRODUCTION	50
II) RESSOURCES INFORMATISUE	50
III) PRESENTATION DE LA PIECE	50
III.1) LA CAPACITE D'INJECTION:	52
a) La masse de la pièce :	52
b) La masse de la carotte :	52
c) La masse de la moulé (M) :	53
III.2) LA FORCE DE FERMETURE DE LA MACHINE:.....	55
III.3) LA PUISSANCE DE PLASTIFICATION (C):	57
III.4) LA DISTANCE ENTRE COLONNES :	58
III.5) ÉPAISSEUR MINIMALE DU MOULE :	59
IV) L'ETUDE THERMIQUE :	60
IV.1) TEMPS DE REFROIDISSEMENT:	61
VI.2) TEMPS DE CYCLE :	62
V) RESISTANCE DES MATERIAUX :	62
V.1) RESISTANCE DU L'EMPREINTE FIXE	62
V.2) RESESTANCE DE LA SEMELLE FIXE	63
V.3) Résistance des tasseaux	64
V.4) Résistance plaque Support N20	65
V.5) Résistance de la plaque semelle mobile	66
V.6) Résistance de l'empreinte mobile	67
VI) Vérifications des éléments de guidage et de fixation aux efforts de cisaillement.....	67
VI.1) Résistances des colonnes de guidage au cisaillement.....	67
VI.2) Vérification des colonnes de batterie d'éjection au cisaillement.....	69
VII) Vérification de la résistance des vis au cisaillement	69

VII.1) Pour la Partie fixe	69
a) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la plaque semelle fixe et porte empreinte fixe	70
b) Résistance de 6 vis M8 CHc due au poids de porte empreinte et l'empreinte	71
VII.2) Partie mobile	71
a) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la plaque semelle mobile et les deux tasseaux	72
b) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la porte empreinte mobile et la plaque support	73
c) Résistance des 6 vis CHc M6 due au poids de la porte empreinte mobile et l'empreinte mobile	74
VIII) CONCLUSION :	75
<u>CHAPITRE IV : CFAO</u>	
I) INTRODUCTION A LA CFAO	76
II) LA CAO (CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR) :	76
II.1) DEFINITION DE LA CAO :	76
II.2) APPLICATION.....	77
a) Conception de la pièce moulée :	77
b) Conception du moule :	77
c) Assemblage des pièces de moule :	78
d) Etude de mouvement:	79
III) LA FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (FAO) :	81
III.1) DEFINITION :	81
III.2) LE G-CODE OU LANGAGE MACHINE :	81
a) Structure générale du programme	82
b) Lettre adresses	82
c) Format des données.....	82
IV) MACHINES-OUTILS A COMMANDE NUMERIQUE :	83
IV.1) INTRODUCTION :	84
IV.2) CLASSIFICATION DES MACHINES OUTIL A COMMANDES NUMERIQUE :	84
IV.3) ELEMENTS DE BASE D'UNE MOCN :	85
V) SIMULATION D'UNE MACHINE A COMMANDE NUMERIQUE :	86
X) CONCLUSION GENERALE :	//
XI) DESSINS DE CONCEPTION:	//
BIBLIOGRAPHIE	//

LISTE DES FIGURES :

<i>Figure</i>	<i>Titre</i>	<i>page</i>
Fig.1	<i>Evolution de la consommation des polymères.</i>	5
Fig.2	<i>Schéma du principe de mise en œuvre. Procédé d'injection.</i>	12
Fig.3	<i>Presse d'injection</i>	13
Fig.4	<i>Déroulement du cycle d'injection</i>	14
Fig.5	<i>Procédé d'injection</i>	14
Fig.6	<i>Injection suffrage</i>	15
Fig.7	<i>Extrusion</i>	16
Fig.8	<i>Extrusion suffrage</i>	17
Fig.9	<i>Thermo formage</i>	18
Fig.10	<i>Système de calandrage</i>	18
Fig.11	<i>Procédé de moulage par rotation</i>	19
Fig.12	<i>Presse d'injection</i>	20
Fig.13	<i>Description de la presse a injection</i>	21
Fig.14	<i>Dispositif d'une presse d'injection .</i>	22
Fig.15	<i>Vis-piston</i>	23
Fig.16	<i>Moule d'injection plastique</i>	26
Fig.17	<i>Vue éclaté d'un moule à injection plastique</i>	27
Fig.18	<i>Illustration des déférentes phases d'injection plastique</i>	28
Fig.19	<i>L'unité de fermeture</i>	29
Fig.20	<i>Moule à injection plastique.</i>	33
Fig.21	<i>Exemple de moule simple à deux plaque</i>	34
Fig.22	<i>Exemple de moule à trois plaques</i>	34
Fig.23	<i>Exemple de moule à terroir</i>	34
Fig.24	<i>Exemple de moule à coquille</i>	35
Fig.25	<i>Exemple de moule à canaux chauffant</i>	35
Fig.26	<i>nombre d'empreintes en fonction de critères techniques et économiques.</i>	36
Fig.27	<i>Injection dans le plans de joint .</i>	38
Fig.28	<i>Injection perpendiculaire au plan de joint</i>	38

Fig. 29	<i>Centre de gravité</i>	39
Fig. 30	<i>Equilibrage des efforts</i>	39
Fig.31	<i>cycle d'injection</i>	40
Fig.32	<i>Lignes de soudure.</i>	41
Fig.33	<i>Ecoulement de la matière.</i>	41
Fig.34	<i>: Remplissage des formes de révolution.</i>	42
Fig.35	<i>Alimentation en nappe [6].</i>	42
Fig.36	<i>Alimentation capillaire</i>	43
Fig.37	<i>Alimentation sous-marine.</i>	44
Fig.38	<i>Composition d'un système d'alimentation.</i>	48
Fig.39	<i>assemblage deux partie de moule</i>	49
Fig.40	<i>Procédé de bridage.</i>	49
Fig.41	<i>cache boîtier thermostat 202-114.</i>	51
Fig.42	<i>Masse de la pièce</i>	53
Fig.43	<i>Carotte</i>	54
Fig.44	<i>Surface projeté</i>	56
Fig.45	<i>Schémas d'un plateau d'une presse 75T.</i>	59
Fig.46	<i>Caractéristiques dimensionnelles de la presse 75T (i3).</i>	60
Fig.47	<i>propriétés du PP sur solidworks plastics.</i>	61
Fig.48	<i>Surface de semelle fixe</i>	63
Fig.49	<i>Surface des tasseaux</i>	64
Fig.50	<i>Plaque support</i>	65
Fig.51	<i>Plaque semelle mobile</i>	66
Fig.52	<i>Empreinte mobile.</i>	67
Fig.53	<i>Colonnes de guidage</i>	68
Fig.54	<i>Colonne de batterie</i>	69
Fig.55	<i>Vis CHc M10</i>	70
Fig.56	<i>Vis CHc M8</i>	71
Fig.57	<i>Vis CHc M10.</i>	72
Fig.58	<i>Vis CHc M10</i>	73

Fig.59	Vis CHc M6	74
Fig.60	conception de notre pièce sur solidworks	77
Fig.61	utilisation de l'outil de moulage sur solidworks.	78
Fig.62	<i>Assemblage sur solidworks.</i>	79
Fig.63	<i>Etude de mouvement sur solidworks.</i>	80
Fig.64	notre moule mode transparent (mode filer)	80
Fig.65	Format de G-Code	82
Fig.66	Machine outil a commande numérique	83
Fig.67	CNC tour a commande numérique	83
Fig.68	CNC fraise a commande numérique	84
Fig.69	<i>Fenêtre principale de SSCNC.</i>	86

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
Tableau.1	<i>Domaines d'applications des polymères</i>	04
Tableau.2	<i>Propriétés thermique du polypropylène</i>	08
Tableau.3	<i>comparaison entre polymères</i>	09
Tableau.4	<i>Caractéristiques technologiques du polypropylène</i>	09
Tableau.5	<i>Conditions de mise en œuvre de polypropylène</i>	09
Tableau.6	<i>Disposition des empreintes dans le plan de joint.</i>	37
Tableau.7	<i>Choix des matériaux.</i>	45
Tableau.8	<i>Capacité d'injection.</i>	52
Tableau.9	<i>Pression d'injection.</i>	55
Tableau.10	<i>Caractéristiques techniques de la presse 75T.</i>	58

LISTE DES SYMBOLES :

- MOCN : machines-outils à commande numérique.
CFAO : conception et fabrications assistées par ordinateur.
CAO : conception assistée par ordinateur.
FAO : fabrication assistée par ordinateur.
PE : polyéthylène.
PS : polystyrène.
PVC : polychlorure de vinyle.
T_g : point de température de transition vitreuse (°c).
T_f : point de fusion (°c).
PP : Polypropylène.

ABS	: Acrylonitrile Butadiène Styrène.
PEhd	: Polyéthylène haute densité.
PEbd	: Polyéthylène basse densité.
E	: épaisseur (mm).
L	: longueur (mm).
Lc	: longueur totale des canaux (mm).
S	: Surface (mm ²).
F ₀	: force d'ouverture du moule (N).
F _s	: force de serrage (N).
F _v	: la force de verrouillage (N).
F	: effort normal (N).
σ	: contrainte (Mpa).
[τ] _{cis}	: limite de cisaillement admissible (Mpa).
K	: Coefficient de sécurité (pas d'unité).
Spj	: surface du plan de joint (mm ²).
Re	: limite élastique du matériau (Mpa).
t _R	: temps de refroidissement (s).
t _i	: temps d'injection (s).
t _m	: temps de maintien (s).
t _e	: temps d'éjection (s).
t _o	: temps d'ouverture (s).
t _f	: temps de fermeture (s).
T _i	: température de la matière à l'injection (°c).
T _m	: température moyenne du moule au cours du cycle (°c).
T _e	: température de la matière a l'éjection (°c).
M	: masse de la grappe moulée (g).
Dc	: diamètre des canaux (mm).
Lc	: longueur totale des canaux (mm).
d	: diamètre (mm).
c	: puissance de plastification (kg/h).
n	: le nombre de sections cisillées.
H	: hauteur (mm).

Annexes :

- ***Programme d'usinage en G-CODE donné par CAMWORKS pour la Porte Empreinte Mobile***

Introduction générale

De nos jours, les pièces thermoplastiques occupent une place grandissante dans notre univers quotidien selon qu'il s'agisse de l'automobile, de l'ameublement ou de l'électroménager, dans chacun de ces domaines hyper segmentés et fortement concurrentiels, les changements de design deviennent si fréquents et obligatoires.

Le monde d'aujourd'hui vit une situation de concurrences, cela nous mène à produire au plus bas coût possible et dans un temps réduit. Pour cela, on recherche des méthodes plus réalistes et plus adaptées. La maîtrise des outils technologiques actuels est nécessaire, comme l'utilisation des machines à commande numérique, les logiciels de conception et de fabrication.

*On nous a confié dans le cadre de l'exécution de notre mémoire de fin d'études, la conception et la fabrication d'un moule d'injection plastique pour un **(Cache boîtier thermostat 202-114) d'un congélateur CF 1686 grand format.***

Cette dernière étant en plastique(PP) et obtenue par le procédé d'injection. L'objectif de cette étude est de cerner les matières plastiques et le procédé de mise en œuvre par injection, puis de concevoir les pièces, les empreintes et le moule en utilisant un logiciel de conception CAO (SOLIDWORKS) tout en générant des programmes de fabrications d'empreintes par un logiciel de fabrication FAO de même que la simulation d'usinage sur (SSCNC), terminant par la fabrication du moule.

Nous avons organisé notre travail en cinq chapitres afin de bien le mener. Après une introduction générale sur le sujet, vient le chapitre I qui présente l'étude des matières plastiques, puis les procédés de mise en œuvre de ces dernières sont présentés dans le deuxième chapitre.

Ensuite, la conception du moule répartie en trois parties :

Une partie théorique notée chapitre III, dans laquelle nous avons traité les équipements et les méthodes nécessaires à la conception, au chapitre IV nous avons traité la partie calcul et vérification, ensuite nous avons présenté la partie conception et fabrication assisté par ordinateur (CFAO) au dernier chapitre IV. Enfin, nous terminerons par les dessins de définitions et le dessin d'ensemble qui seront présentés après conclusion générale.

Présentation de l'entreprise nationale des industries électroménagères ENIEM

L'entreprise nationale des industries électroménagères ENIEM est née après la restriction de l'entreprise mère SONELEC (société nationale de fabrication et de montage et de commercialisation des produits électroménagers) et disposait à sa création de :

- Complexe d'Appareils Ménagers (CAM) de TIZI OUZOU, entrée en production en juin 1977.
- Unité Lampes de Mohammedia (ULM), entrée en production en février 1979. Le 02 Janvier 1983 dont cette dernière a été datée en août 1971.

En 1989, l'entreprise a connu une baisse brusque de production due à la concurrence du marché. Cette situation a provoqué sa transformation en société par action dans le but d'améliorer la recherche et le développement de ses produits à l'échelle nationale avec capital de 40.000.000DA.

Avec un capital social de 2.957.500.000 DA, détenu en totalité par la société de gestion de participation « Industries Electrodomestique » (INDELEC Connue aujourd'hui le leader de l'électroménagère en Algérie et ce la dans divers domaines

Tels que :

- Climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à (Oued aissi).
- Sanitaire (Meliana).
- Filiale lampe (Mohammedia).

Elle est située à la zone industrielle AISSAT IDIR de Oued aissi à 7 Km du chef lieu de La wilaya Tizi-Ouzou à la proximité de la route nationale, ce qui facilite son accès. Sa Direction générale est située à la sortie de sud ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Le champ d'activité de l'entreprise ENIEM consiste en la conception, la fabrication et la Commercialisation des produits électroménagers, ainsi que la prise en charge de la fonction Service après-vente.

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de :

- La direction générale (DG).
- L'unité froide (UF).
- L'unité cuisson (UCu).
- L'unité climatisation (UCL).
- L'unité prestation technique (UPT).
- L'unité commerciale (UC).
- L'unité sanitaire (US).
- La filiale FILAMP.

1 - Les produits de L'ENIEM :

L'entreprise ENIEM aujourd'hui a une importante gamme de production, ces produits sont :

- Les réfrigérateurs petit et grand modèle.
- Le congélateur vertical.
- Le combiné.
- Cuisinières à 4 et à 5 feux.
- Climatiseurs.

Ces produits sont destinés au grand public et la distribution se fait par des agents agréés dont la liste se trouve au niveau de l'unité commerciale (Département vente)

2-Principales missions et activités de l'entreprise :

Direction générale :

La direction générale est responsable de la stratégie et du développement de l'entreprise. Elle exerce son autorité hiérarchique et fonctionnelle sur l'ensemble des directions et des unités.

Unité froid :

La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits froids domestiques. Ses activités sont :

- Transformation des tôles.
- Traitement et revêtement de surface (peinture, plastification).
- Injection plastique et polystyrène.
- Fabrication de pièces métalliques.
- Isolation.
- Thermoformage.
- Assemblage

Unité cuisson :

La mission principale de l'unité est de produire et développer la cuisson à gaz Électrique ou mixte et tout produit de technologie similaire. Ses activités sont :

- Transformation de la tôle.
- Traitement et revêtement de surface (Zingage, Chromage).
- Assemblage.

Unité climatiseur :

La mission globale de l'unité est de développer les produits de climatisation. Ses Activités sont :

- Transformation.
- Traitement et revêtement de surface (peinture).
- Assemblage.

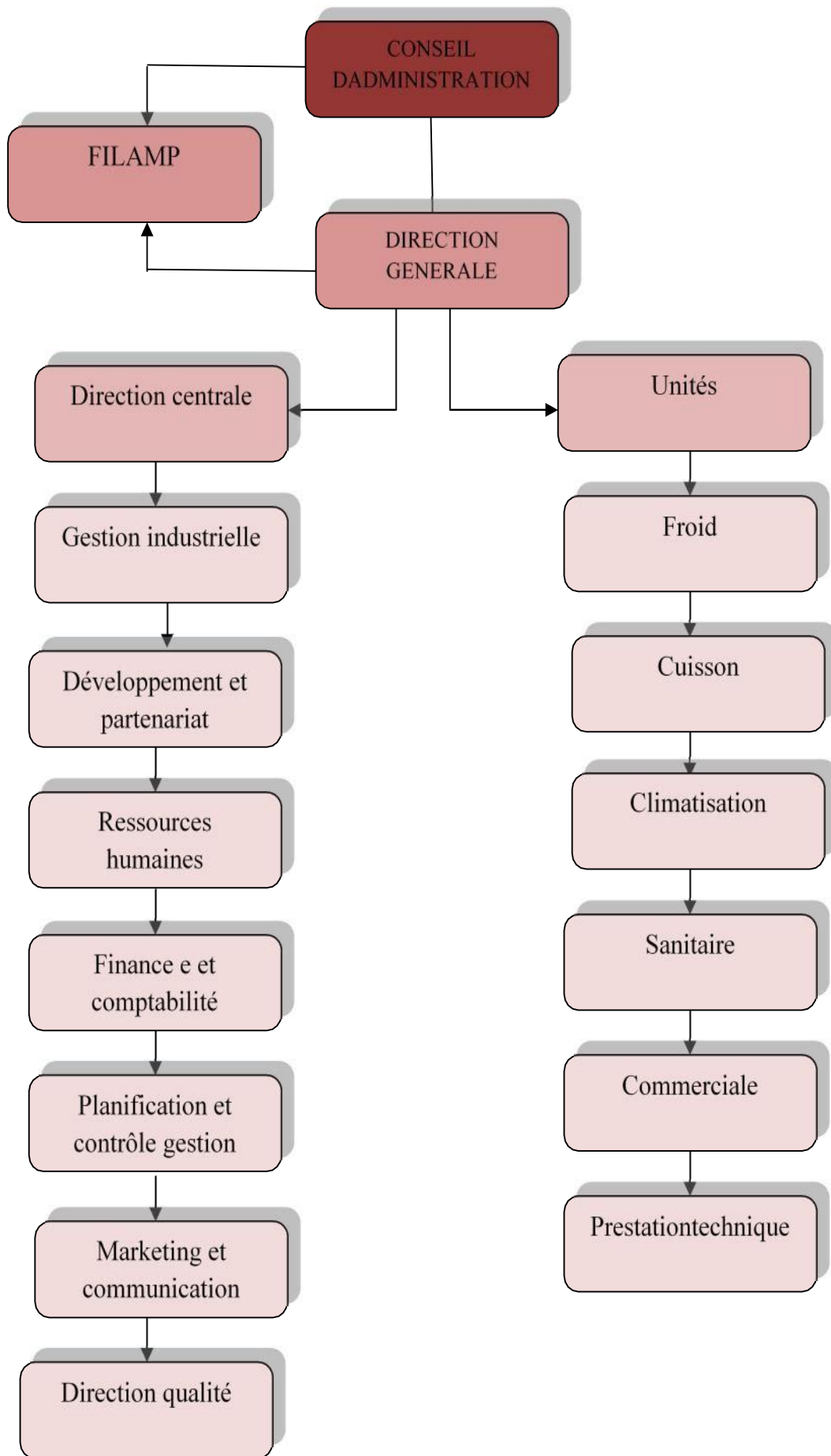
Unité sanitaire :

La filiale des matériels sanitaires, située à Miliana, dans la wilaya de Aïn Defla est Entrée en production en 1979 pour la fabrication sous licence RIA (Allemagne) de matériels sanitaires. Acquis par l'entreprise ENIEM en l'an 2000. EIMS n'entre pas dans le champ de certification de l'entreprise.

La mission globale de l'unité est de produire et développer les produits sanitaires : Cette unité assure aussi la commercialisation de ses produits et dispose pour la fabrication de pièces en tôle

Filiale FILAMP :

L'Unité Lampes de Mohamma (ULM) qui a démarré en février 1979 pour fabriquer des lampes d'éclairage domestique ainsi que des lampes de réfrigérateurs est devenue filiale à 100% ENIEM le 01/01/1997. Cette filiale est dénommée «FILAMP».



Présentation du sujet :

Le cache boitier 202-114 est un accessoire qui peut être encastré dans un congélateur CF 1686 grande format il est positionné en bas gauche de congélateur tout en assurant son rôle de protection du thermostat qui est situé à l'intérieur de produit avec l'ensemble des câbles électrique qui sert à réguler la température à l'intérieure de l'appareil.

Il fonctionne grâce à une sonde qui mesure la température actuelle dans le congélateur, si la température monte au-delà d'une température limite fixée , la sonde déclenche le groupe froid pour redescendre en température.

Le cache boitier protège le thermostat sur des risques d'endommagement électrique lors de changement soudain de la surtension électrique et le risque d'humidité des câbles.

Il influence aussi sur l'aspect esthétique de produit afin de satisfaire les clients.



Cache boitier 202-114

CF1686

- L'emplacement de cache boîtier 114-202 [1].





Chapitre I



Etudes
des
matières
plastiques

I) Introduction :

Les polymères, appelés communément "matières plastiques", sont indissociables de notre environnement et de notre vie pratique. Ils se sont imposés dans tous les domaines de nos activités: des objets les plus banals jusqu'à des applications techniques sophistiquées, en passant par leur utilisation dans les produits d'hygiène ou alimentaires.

Le plus souvent synthétiques, quelquefois naturels, ils doivent cet essor à leur large gamme de caractéristiques, durs, mous ou élastiques, transparents ou opaques, isolants et quelque fois conducteurs, plus ou moins résistants aux conditions agressives de leur usage, toujours légers.

On rencontre les polymères dans les petits objets usuels dans les maisons, les appareils électroménagers, et aussi en tant que matériaux de construction, en revêtements et peintures, dans les emballages, les pneus, les fibres textiles, les produits médicaux, chirurgicaux, prothèses, produits d'hygiène, articles de loisirs, pièces de structures dans les véhicules de transport, les équipements électriques, les circuits électroniques. Ils s'infiltrent aussi dans l'alimentation, les produits cosmétiques, etc...

II) Définition des matières plastiques :

Une matière plastique ou familièrement un plastique désigne un mélange contenant une matière de base organique naturelle ou synthétique qui est susceptible d'être moulée, façonnée, en général à chaud et sous pression, afin de conduire à un semi-produit ou à un objet fini. Le mot "plastique" dérive de malléabilité ou de plasticité. Les matières plastiques couvrent une gamme très étendue de matériaux polymères synthétiques ou artificiels. [2].

III) Les différents groupes de matières plastiques :

III.1) Les thermoplastiques (Les thermoplastes) :

Les thermoplastiques se ramollissent sous l'effet de la chaleur. Ils deviennent souples, malléables et durcissent à nouveau quand on les refroidit. Comme cette transformation est réversible, ces matériaux conservent leurs propriétés et ils sont facilement recyclables. la température d'utilisation est inférieure à 100°C.

III.2) Les thermodurcissables (Les duroplastes) :

Les thermodurcissables sont des plastiques qui prennent une forme définitive au premier refroidissement. La réversibilité de forme est généralement impossible car ils ne se ramollissent plus une fois moulés. Mais dans certains cas il peut y avoir ramollissement mais sans fusion. Sous de très fortes températures, ils se dégradent et brûlent (carbonisation).

III.3) Les élastomères :

Ces polymères présentent les mêmes qualités élastiques que le caoutchouc. Un élastomère au repos est constitué de longues chaînes moléculaires repliées sur elles-mêmes.

A température ordinaire, les macromolécules forment un réseau déformable. Elles peuvent sous l'effet d'une force de traction extérieure se déplier. Elles présentent alors un allongement considérable. Ce phénomène appelé haute élasticité est réversible. Sitôt relâché, le produit reprend ses dimensions primitives .

IV) Les propriétés et comportement des matières plastiques :

Le comportement des polymères est caractérisé par une très grande diversité apparente. En effet, pour les mêmes conditions d'utilisation, et d'un point de vue technologique, on peut trouver des polymères qui sont, soit rigides fragiles, soit ductiles, soit caoutchoutiques.[3]

IV.1) Propriétés thermiques et physiques :

➤ Inflammabilité :

C'est le plus gros défaut reproché aux plastiques. Certains produits s'enflamment effectivement très vite et dégagent des fumées toxiques; d'autres ne brûlent que si la flamme est entretenue par une source extérieure et ne dégagent pas de gaz toxiques.

• Résistance au feu :

Elle est déterminée par le temps pendant lequel un élément continue de jouer son rôle avant de céder sous l'action des flammes. Les matériaux sont classés en trois catégories:

- SF stable au feu: seule la tenue mécanique est requise.
- PF pare flamme : en plus de la résistance mécanique, l'élément doit être étanche aux flammes et ne pas dégager de gaz inflammables.
- CF coupe-feu : en plus des critères précédents, la face non exposée au feu ne doit pas s'échauffer à plus de 1400°C en moyenne

- **Résistance thermique :**

La chaleur fait perdre aux matières plastiques leurs caractéristiques mécaniques jusqu'à les décomposer par contre, le froid leur fait perdre leur souplesse.

- **Isolation thermique :**

Ce sont des mousses de matières plastiques qui possèdent les plus bas coefficients de transmission de chaleur.

- **Légèreté :**

La densité de la plupart des matières plastiques est comprise entre 0,9 (plus léger que l'eau) à 1,8 (plus lourde que l'eau). Le plus souvent 1 (aussi lourde que l'eau).

- **Transparence :**

Certains plastiques sont presque aussi transparents que le verre.

Beaucoup sont translucides (laissent passer la lumière, mais on ne peut voir à travers)

- **Esthétique :**

Les couleurs sont variées. L'aspect lisse et fini du matériau donne un bel aspect aux objets.

- **Entretien :**

Ils sont d'un entretien facile. Ils ne nécessitent aucun traitement de surface (peinture....). Ils résistent à la corrosion et certains attirent la poussière.

- **Malléabilité :**

(Possibilité de leur donner une forme) La mise en œuvre des thermoplastiques est aisée.

Certains sont malléables à froid, d'autres le deviennent à une température de 60°C.

IV.2) Amélioration des propriétés des matières plastiques :

Différents composés sont introduits dans les polymères de base pour améliorer les propriétés physiques et chimiques de la matière plastique (résistance aux chocs, résistance au courant électrique, résistance au vieillissement ...). Les dosages des différents composants doivent être précis (les additifs entrent pour plus de 10% dans la composition du produit fini ;

Les adjuvants entrent pour moins de 10% dans la composition du produit fini, par fois moins de 1%). L'action de la chaleur assure la transformation vers la matière première définitive.

Nous désignerons par additifs ou adjuvants tout produit susceptible d'améliorer une ou plusieurs propriétés du plastique qui sert de matrice (c'est -à-dire qui enrobe le renfort). Les additifs entrent plus de 10% dans la composition fini.

V) Domaine d'application de la matière plastique:

Contrairement à d'autres matériaux qui restent très focalisés sur un type d'activité, on retrouve ces matériaux polymères dans tous les secteurs d'activité : automobile, construction navale et aéronautique, électricité-électronique, électroménager, sport et loisir, santé, textile, agriculture, emballage... ce qui explique l'augmentation sans cesse de leur consommation mondiale (figure et tableau suivants)

Tableau. I-1 : Domaines d'applications des polymères [4]

Domaine	Applications	Polymère
Electricité et Electronique	<ul style="list-style-type: none"> - Isolant d'appareillages - Circuit imprimé - Cratère d'appareils 	Polystères, époxydes phénoliques PS ,ABS , PP
Automobile	Coussin, volant Pare-choc, filtre, batterie, climatiseur, Réservoir d'essence , Garniture interne	-pp -PEhd - PVC
Bâtiment et travaux Publics	-canalisation d'eau ,raccord pour tubes -Décoration lumineaire -tuyaux et profils , tubes tubes électrique	- PVC rigide - PS - PEbd
Emballage et conditionnement	- Sac cabas, sac poubelle, article injectés -Tuyaux et profil , tubes électriques	- PEbd - ABS - PVC

Agriculture	serre,paillage,ensilage,bachage, Poterie florale et cagette Drainage, arrosage	-PE -PVC
Santé	-poche à sang gang d'examen, Masque pour oxygénothérapie Piston de seringue getable, Elément de prothèse orthopédique parois de rein artificiel	-PVC -PEhd -ABS

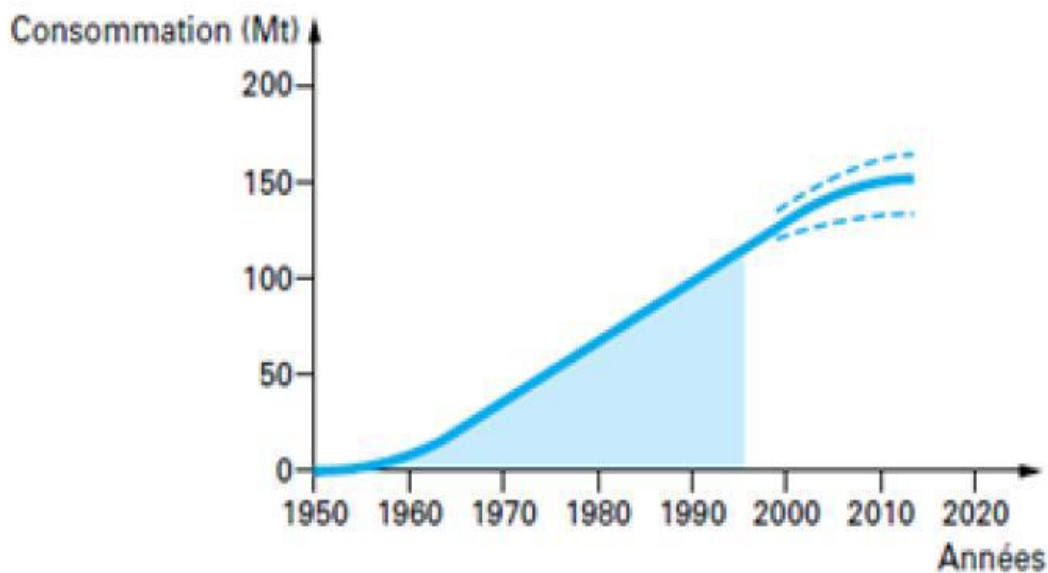


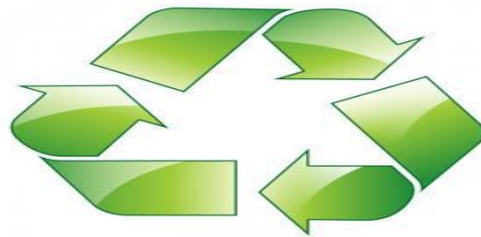
Fig. I-1 : Evolution de la consommation des polymères

VI) La présentation des matières plastiques :

- **La forme commerciale :** On les trouve sous différentes formes :
 - en poudre : Polychlorure de vinyle (PVC)
 - en granulés : la majorité des thermoplastiques
 - en billes : Polystyrène expansé(PS)
 - en résine liquide : la majorité des thermodurcissables
 - en résine pâteuse : Silicones

VII) Le recyclage des matières plastiques :

De nombreuses matières plastiques peuvent aujourd'hui être recyclées. La collecte et le tri sélectif sont deux points qu'il faut résoudre pour arriver à une bonne gestion des déchets (actuellement, on pratique le triage densimétrique par rapport à la densité) à l'aide de liquides de densités différentes pour séparer les différents plastiques. Et le système des sept codes qui a été créé par l'industrie des plastiques en voyant en dessous des produits (Ex : en dessous des bouteilles). PET



PETE

PETE ou PET : polyéthylène téréphtalate: utilisé habituellement pour les bouteilles d'eau minérale et de jus de fruits, les emballages, les blisters, les rembourrages Potentiellement dangereux pour l'usage alimentaire.



HDPE

HDPE ou PEHD : polyéthylène haute densité : certaines bouteilles, flacons, et d'une façon plus générale emballages semi-rigides. Considérés comme sans danger pour l'usage alimentaire.



V

V ou PVC : polychlorure de vinyle : utilisé pour les canalisations, tubes, meubles de jardin, revêtements de sol, profilés pour fenêtre, volets, bouteilles de détergents, toiles cirées. Potentiellement dangereux pour l'usage alimentaire.



LDPE LDPE ou PEBD : polyéthylène basse densité : bâches, sacs poubelle, sachets, films, récipients souples. Considéré comme sans danger pour l'usage alimentaire.



PP PP : polypropylène : utilisé dans l'industrie automobile (équipements, pare-chocs), jouets, et dans l'industrie alimentaire (emballages). Considéré comme sans danger pour l'usage alimentaire.



PS PS : polystyrène : plaques d'isolation thermique pour le bâtiment, barquettes alimentaires (polystyrène expansé), couverts et gobelets jetables, boîtiers de CD, emballages (mousses et films), jouets, ustensiles de cuisine, stylos, etc. Potentiellement dangereux, surtout en cas de combustion (contient du styrène).



OTHER OTHER ou O : tout plastique autre que ceux appelés de 1 à 6. Inclut par exemple les plastiques à base de polycarbonate ; potentiellement toxique.

VIII) Présentation du Polypropylène (PP) :

Le Polypropylène est une matière plastique relativement récente ; il a été mis au point en Italie dans les années 1950 (souvent dénommé «polypropylène » - PP) est la deuxième matière plastique la plus utilisée sur terre. Elle est essentiellement utilisée dans l'emballage, mais également dans des pièces automobiles et des accessoires de la vie de tous les jours.

Le polypropylène est obtenu par la polymérisation du propylène c'est un matériau thermoplastique semi cristallin, (il devient malléable et pâteux sous l'action de la chaleur et reprend sa consistance initiale en refroidissant). Il est souple, thermo formable, résistant à l'eau et à la plupart des huiles, recyclable, facile à mouler et à usiner.

VIII.1) Caractéristiques générales du polypropylène [5] :

- Bonne stabilité thermique
- Légèreté
- Indéchirable
- Résistance haute température
- Sans danger pour les enfants
- Ecologique
- Rigide
- Solide et durable
- Ne vieillit pas
- 100% recyclable

VIII.2) Propriétés thermiques :

Les polypropylènes(PP) brûlent même en l'absence de la flamme bleutée

Tableau. I-2: Propriétés thermique du polypropylène.

PROPRIETES	UNITES	POLYPROPYLENE
Température de fusion	°C	168 – 169
Température transition vitreuse	°C	-10
Température fragilisation	°C	100
Température TFC	°C	100
Température résistance continue	°C	95

VIII.3) Autre Propriétés :

Tableau. I-3: comparaison entre polymères.

	Polypropylène	PVC	Polystyrène
Solidité	2	1	5
Résistance à la chaleur	1	2	4
Rigidité	2	2	1
Clarté	2	2	1
Environnement	1	5	4

1 = Excellent 5 = Mauvais

➤ **Caractéristiques technologiques du PP :**

Tableau. I-4: Caractéristiques technologiques du polypropylène.

Masse Volumique (g/cm ³)	Résistance Aux Chocs A 0°C (j/m)	Résistance A la Flexion (Mpa)	Résistance A la compression (Mpa)	allongement A la Rupture (%)	Module D'élasticité (Mpa)
0.905 – 0.9	2.2	-	200 - 800	800 - 1000	1200 - 1000

➤ **Conditions de mise en œuvre :**

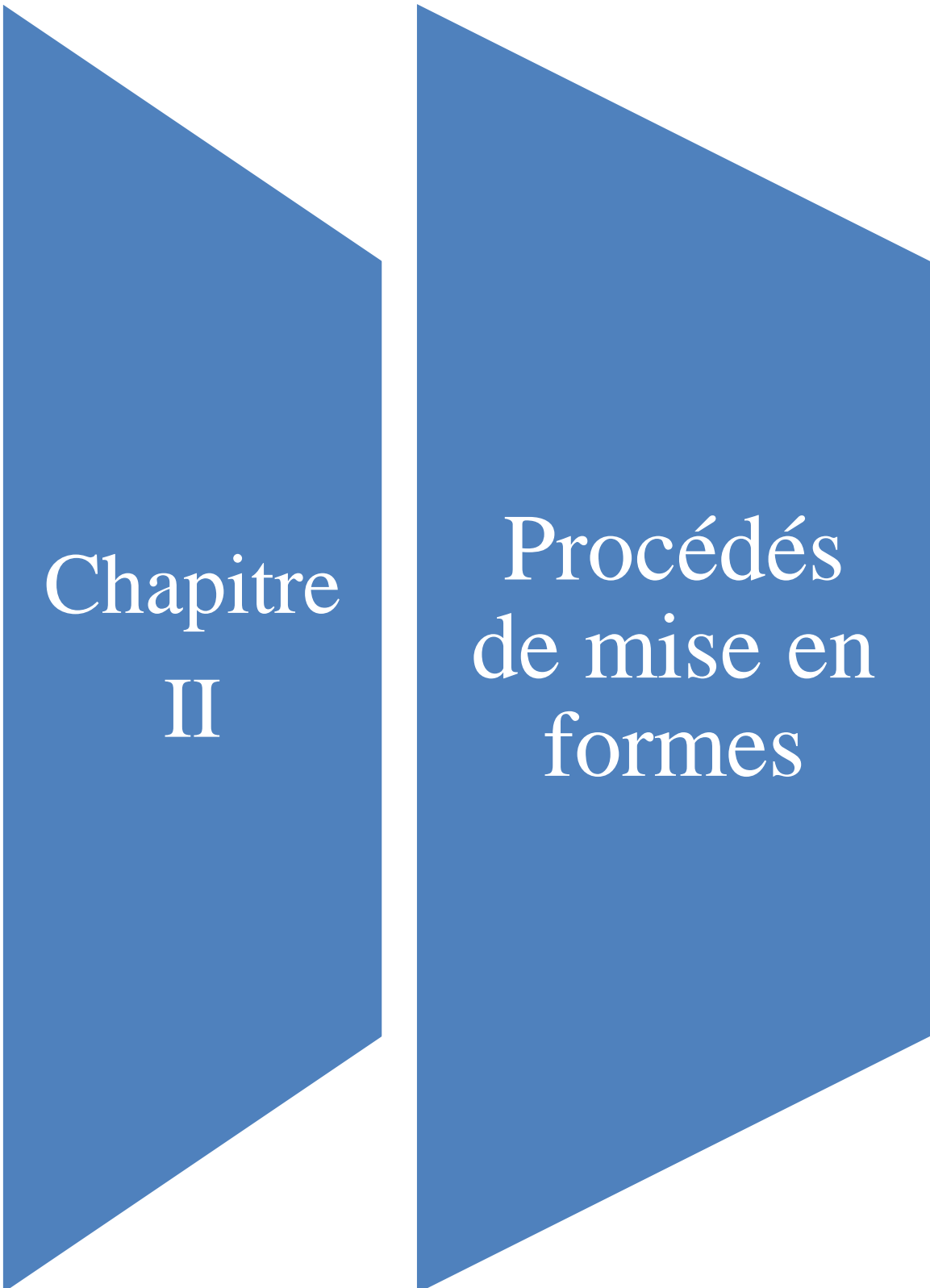
Tableau. I-5: Conditions de mise en œuvre de polypropylène.

Température De la Matière à Injecter (°C)	Température Du moule (°C)	Pression D'injection (bar)	Vitesse d'injection (m/s)	Préchauffage (°C)
220	60 à 70	400 à 800	Elevée	60 à 70

IX) Conclusion :

Durant ce chapitre, on a conclu que les matières plastiques sont des matériaux très utilisés dans divers domaines, et cela grâce de leurs propriétés (physiques, chimiques et mécaniques) qui dépendent aux différentes exigences, telles que leurs poids très léger, leurs états de surface et leurs coûts de revient. De plus, il nous a permis de distinguer les différents types de matières plastiques, et leurs possibilités au recyclage.

Le polypropylène est l'un des polymères les plus privilégiés pour l'industrie de l'emballage et des profilés pour une très large gamme d'utilisation. Par conséquent, il est retrouvé en grande quantité dans les décharges. Cela en fait un très bon candidat pour le recyclage.



Chapitre
II

Procédés
de mise en
formes

I) Introduction :

Les techniques de transformation des plastiques dépendent de la nature des polymères et de la destination des produits finis.

Quelques méthodes sont régulièrement utilisées pour la fabrication des pièces et des objets en polymère. Les principaux procédés de fabrication industrielle sont : l'injection, l'injection soufflage, l'extrusion, le thermoformage, le calandrage, le roto moulage.

II) La mise en œuvre :

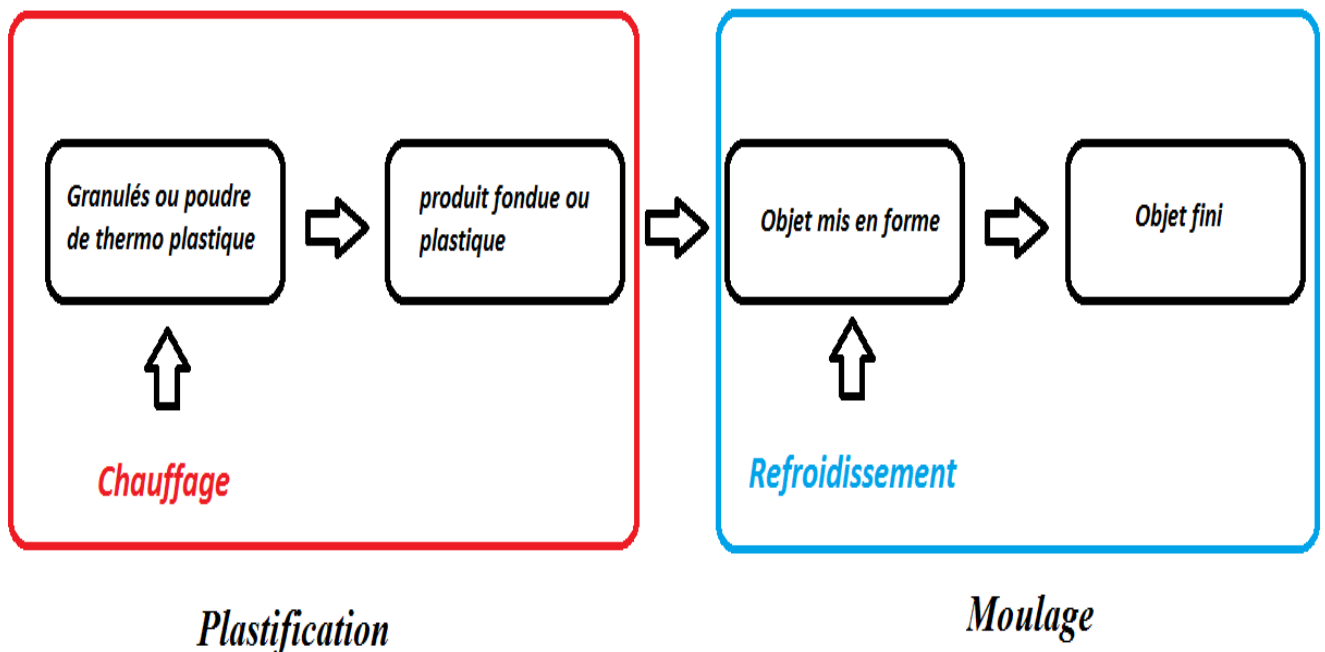


Fig. II-2: Schéma du principe de mise en œuvre.

II.1) L'injection :

La matière plastique sous forme de granulés, est versée dans une trémie pour alimenter une vis sans fin logée dans un tube chauffé. Elle y est comprimée, malaxée et chauffée.

Ce traitement mécanique et thermique fournit une pâte fondante et homogène qui est poussée par la vis en rotation vers un orifice. La matière expulsée sous pression par la vis d'injection à travers ce trou vient remplir un moule fermé et refroidi. Au contact des parois froides, elle prend la forme du moule et se

solidifie. Le moule s'ouvre ensuite pour faire sortir la pièce. Pour changer la forme de la pièce, il faut changer le moule. [6]

Ce procédé permet une transformation en discontinu des thermoplastiques. On obtient après démoulage des produits finis ou semi-finis de formes complexes en une seule opération. C'est une méthode de production très rapide pour produire des objets en très grande quantité.

La technique de fabrication est fréquente pour fabriquer des objets moulés de qualité, parfois de forme compliquée dans le domaine de l'automobile, des jouets et de l'électronique. On peut réaliser des objets très volumineux, par contre, il n'est pas possible de faire des parois supérieures à 6 mm. Les préformes de bouteille d'eau minérale qui ne peuvent pas être réalisées par extrusion sont fabriquées par cette technique d'injection.

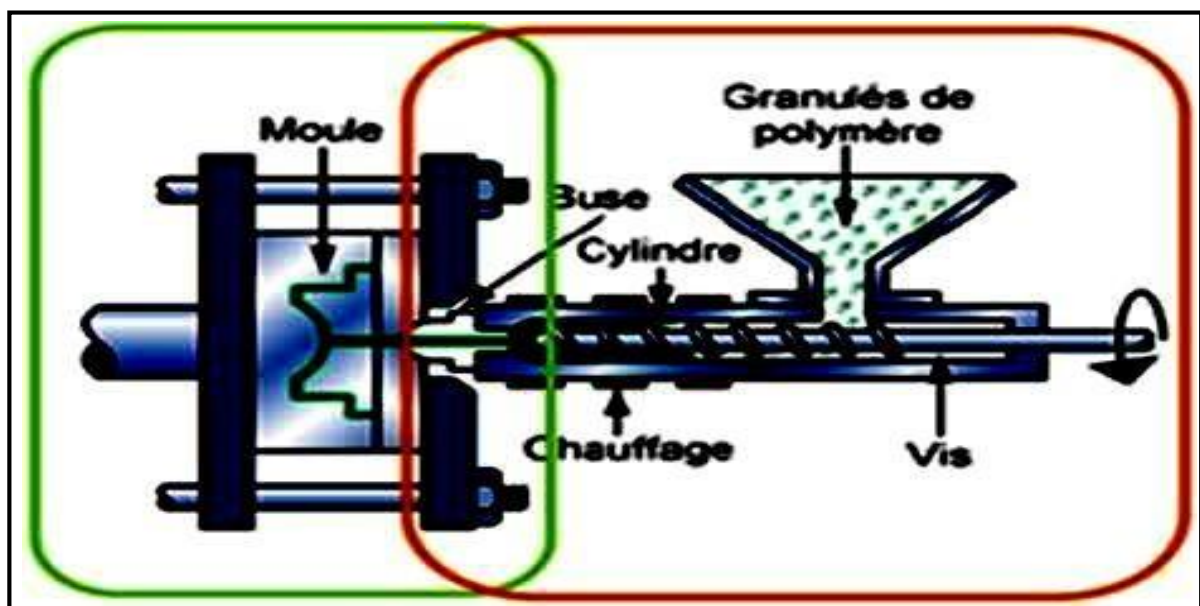


Fig. II-3 : Presse d'injection.

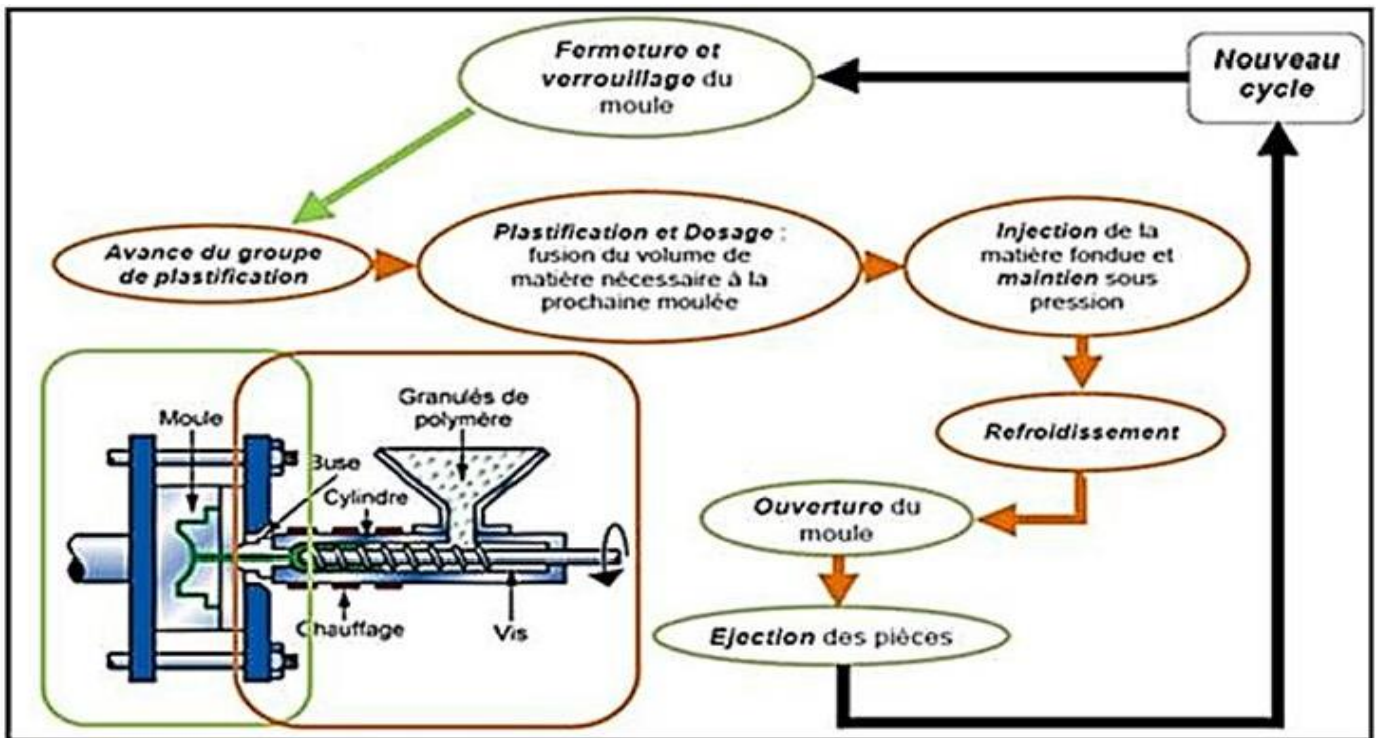


Figure II-4 : Déroulement du cycle d'injection.

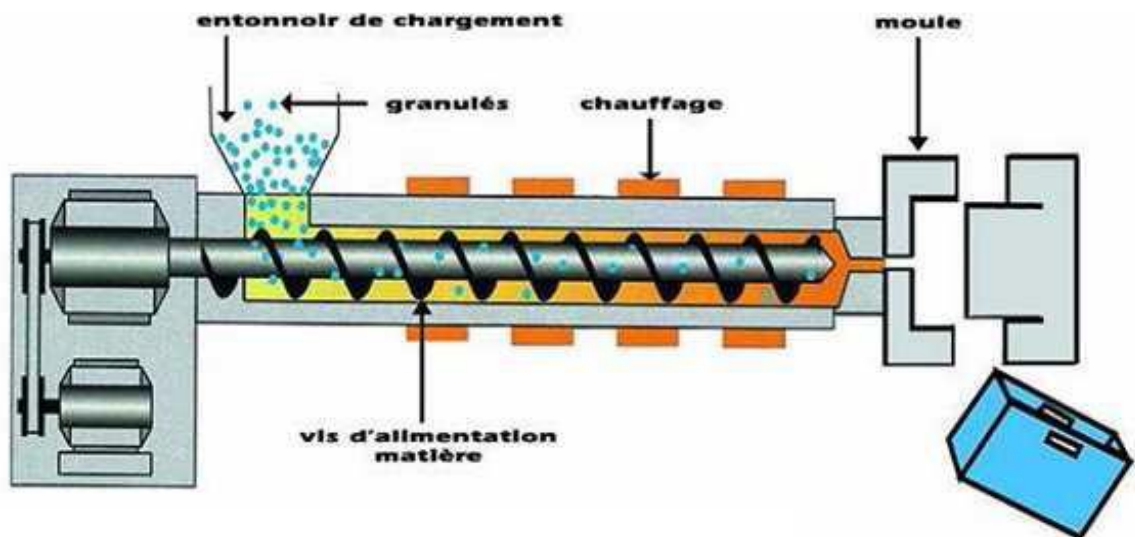


Fig. II-5 : Procédé d'injection

II.2) Injection soufflage :

Ce procédé consiste à combiner la technique d'injection avec celle du soufflage. La matière est injectée pour former une (préforme) qui peut intégrer le vissage final de la pièce. La préforme peut être stockée, transportée ou directement réchauffée pour être ensuite soufflée à la forme voulue. L'éprouvette est alors enfermée dans un moule de soufflage en deux demi-coquilles ayant la forme désirée. Une extrémité de la préforme est pincée. De l'air comprimé (le plus souvent) est ensuite injecté dans la cavité par l'orifice de la préforme afin de plaquer la matière contre l'empreinte refroidie et figer la pièce dans sa forme finale.[7]

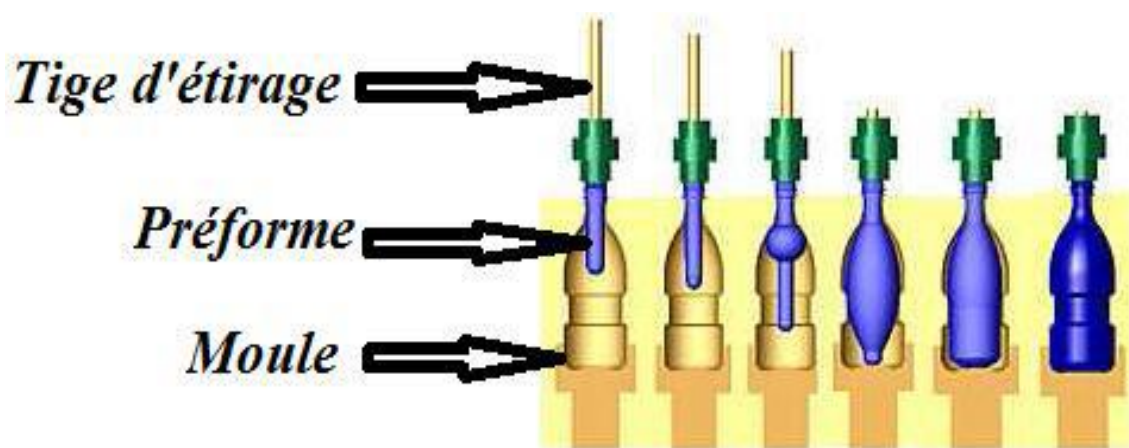


Fig. II-6 : Injection Soufflage.

II.3) L'extrusion :

Ce procédé de mise en œuvre en continu permet de transformer les poudres et granulés en tubes ou gaines, profilés, films ou plaques dont la longueur n'est pas limitée. on introduit la matière dans un cylindre chauffant à l'intérieur duquel une vis sans fin la pousse.

En avançant, la matière fond, se comprime, puis passe à travers une filière dont la forme est celle du produit à fabriquer. Celui-ci est ensuite éventuellement traité pour acquérir certaines propriétés, puis refroidi. En utilisant plusieurs machines conjointement.

On réalise des produits constitués de différentes matières sous forme de couches. Cette Co-extrusion permet de combiner les propriétés de plusieurs matériaux.

L'extrusion est également employée pour le revêtement des fils et câbles électriques. L'extrusion est un procédé de fabrication à haute cadence, peu coûteux et qui permet d'obtenir des formes très diverses.[8]

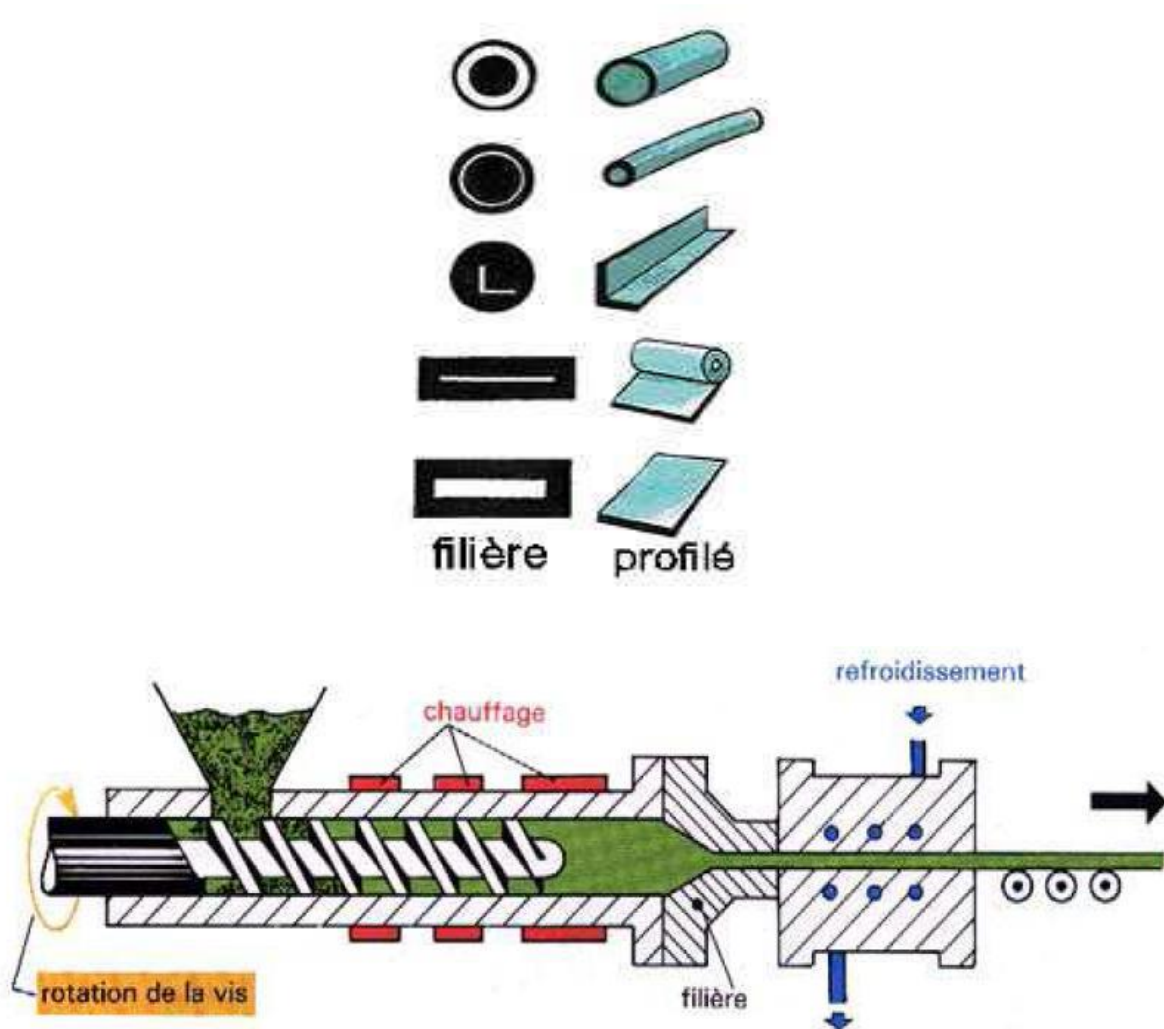


Fig. II- 7: Extrusion.

II.4) Extrusion soufflage :

Cette technique permet de préparer des corps creux sans utiliser de moule pour réaliser la forme intérieure. L'extrudeuse, généralement munie d'une tête d'équerre produit la paraison.

Cette paraison est transférée dans un moule. A la fermeture du moule, l'une de ses extrémités se soude sur elle-même et l'autre s'appuie sur un dispositif de soufflage qui injecte de l'air comprimé dans la paraison et la plaque sur les parois du moule où elle vient se refroidir.

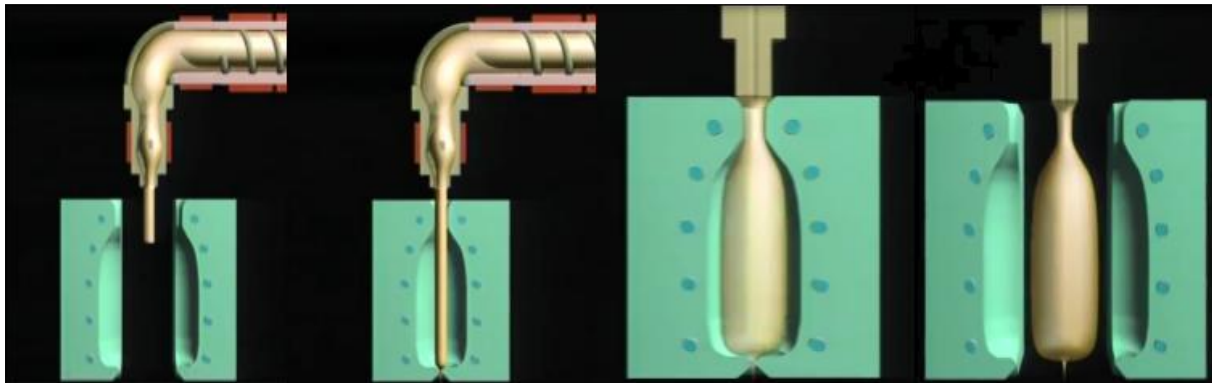


Fig. II-8: Extrusion soufflage.

II.5) Le thermoformage :

C'est un procédé de seconde transformation dans lequel la matière arrive sous forme de plaques de tubes ou de profilés. Le matériau est ramolli par chauffage avant d'être déformé et mis en forme par un moule métallique. La parfaite adhésion du polymère sur le moule se fait par aspiration sous vide ou par plaquage par injection d'air. Il est possible de réaliser des pièces dont les parois sont fines et des pièces de grandes tailles.

Les plaques de polystyrène ou d'ABS sont particulièrement adaptées à ce type de transformation. Cette technique est utilisée pour produire des objets de formes géométriques simples comme des pots de yaourt, des baignoires et des éléments de carrosserie.

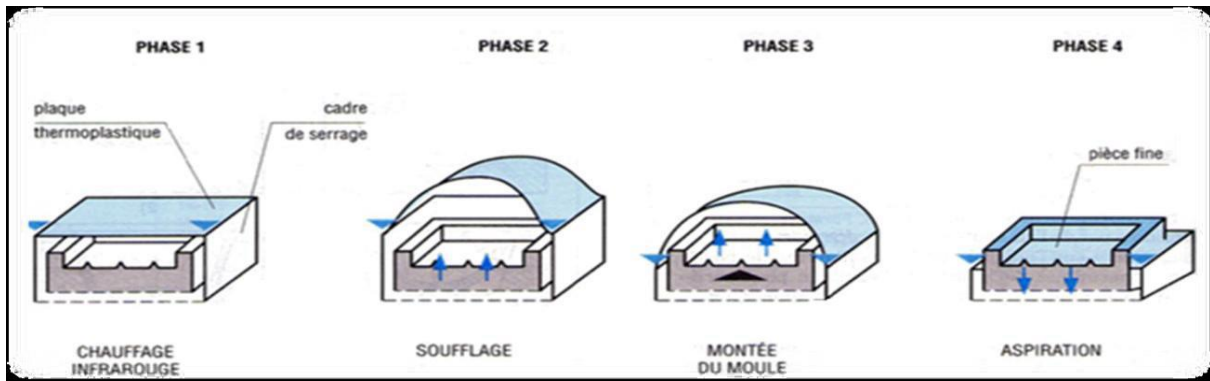


Fig. II-9: Thermoformage .

II.6) Le calandrage :

Le calandrage est un procédé de laminage utilisé pour la production de feuilles et de films plastiques. La résine thermoplastique chauffée et fondue est placée entre des rouleaux chauffants qui opèrent comme les anciennes essoreuses. Les rouleaux sont de plusieurs tailles et tournent donc à des vitesses légèrement différentes pour transformer le plastique en feuilles ou en fine pellicule. Le film est ensuite refroidi puis enroulé sur de grosses bobines. Ce procédé est souvent utilisé pour transformer le PVC en produits plats de grande largeur comme des nappes, du revêtement d'ameublement ou de maroquinerie car on peut donner par exemple une texture sur des matériaux synthétiques qui imitent le cuir.

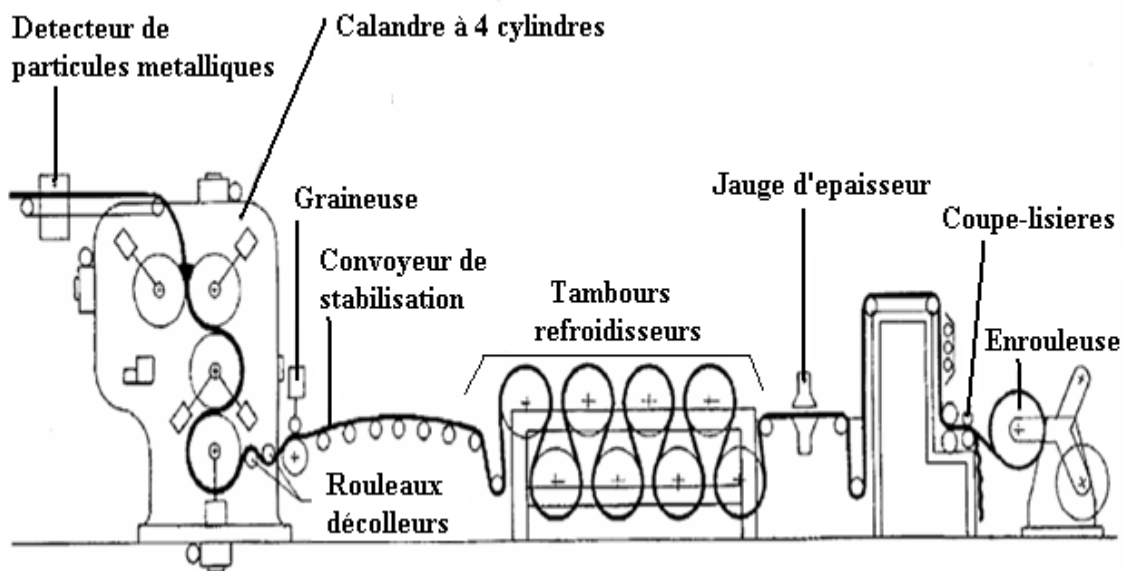


Fig. II-10 : Système de calandrage

II.7) Le moulage par rotation (roto moulage) :

Le moulage par rotation est conçu pour réaliser des corps creux de toutes dimensions. La méthode de fabrication est très simple la matière thermoplastique est introduite dans un moule sous forme de poudre très fine, le moule est fermé puis chauffé ; pendant que la matière devient fluide, l'ensemble est mis en double rotation (ou rotation plus une oscillation) pour que la matière tapisse toutes les parois. Lorsque la matière est fondue et correctement répartie dans l'empreinte, le moule est introduit dans un système de refroidissement.

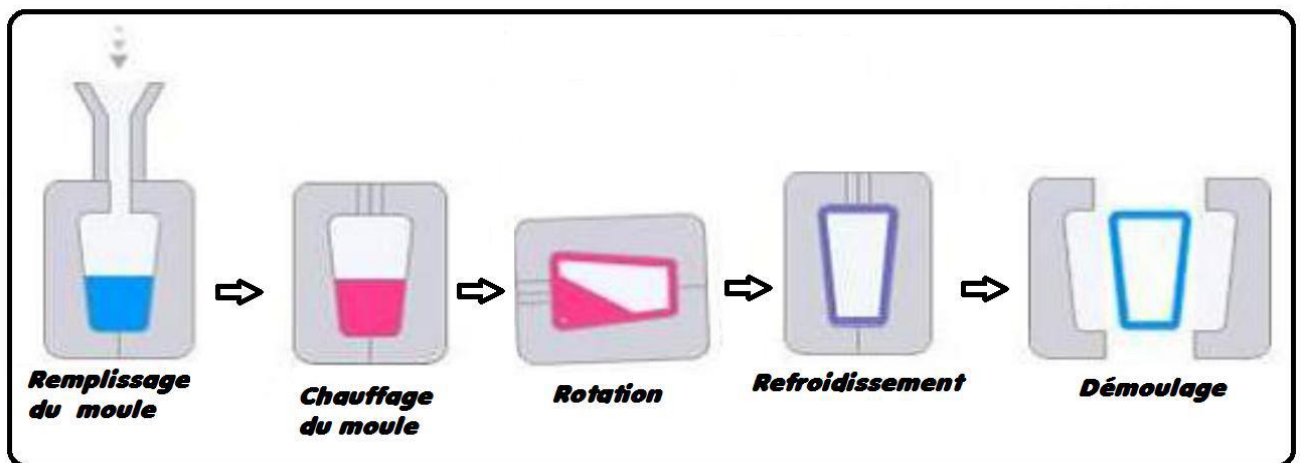


Fig. II-11 : Procédé de moulage par rotation

III) Détail sur l'injection :

L'injection plastique est le procédé le plus utilisé pour l'obtention de la plupart des pièces en plastiques. Le matériau thermoplastique est préalablement rendu liquide par chauffage. Il est alors injecté sous haute pression, jusqu'à 1800 bar, dans la cavité du moule. On doit ensuite attendre que la matière plastique soit suffisamment froide et rigide avant d'ouvrir le moule et d'en éjecter la pièce sans risque de déformation, l'ensemble de ces étapes est assuré par une machine qui s'appelle : presse d'injection.

III.1) Presse à injection

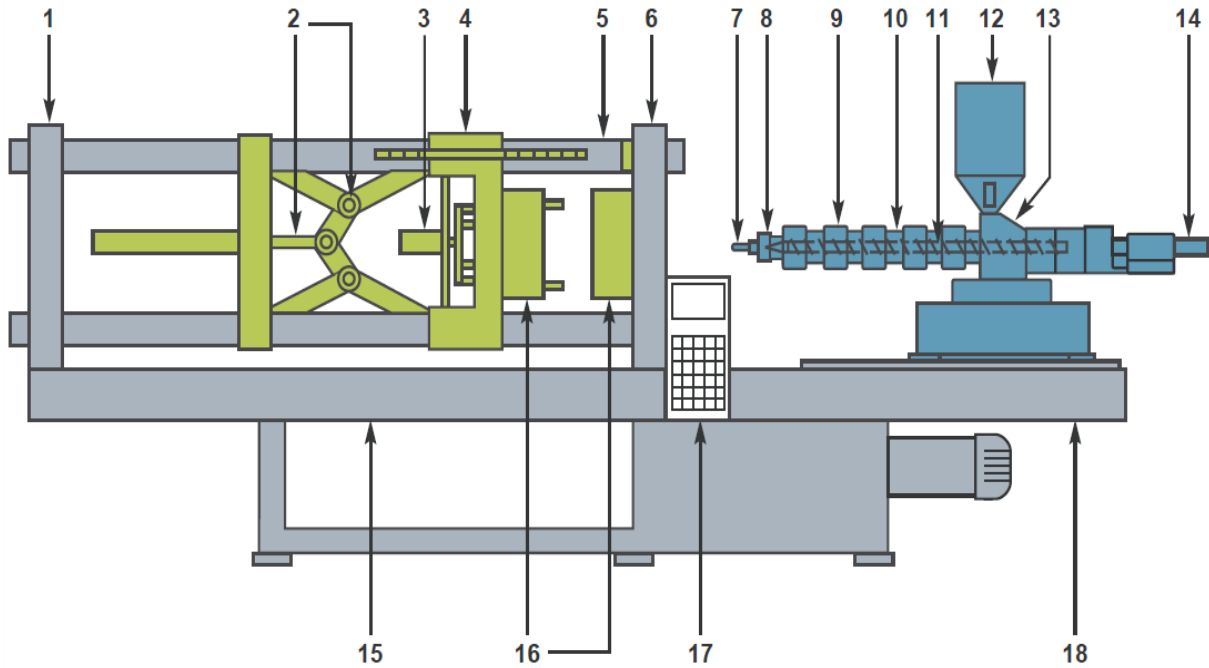
Le nom de presse est dû au fait que le moule est fortement fermé et comprimé dans une presse hydraulique ou électrique spéciale. Les presses à injection sont classées par tonnage pouvant varier de 5 tonnes à 9 000 tonnes. Plus le tonnage est élevé, plus la presse peut mouler les pièces de grande surface projetée (dans le plan d'ouverture du moule).



Fig. II-12 : Presse à injection.

III.2) Description d'une presse à injecter :

Elle consiste en une presse vis-piston qui comprend une trémie d'alimentation, un cylindre chauffé muni d'une vis sans fin mobile longitudinalement assurant la plastification et l'injection sous pression de la matière dans le moule.



- | | | | |
|----|--|-----|--|
| 1. | Plateau arrière fixe (<i>Backing platen</i>) | 10. | Baril d'injection (<i>Transfer chamber</i>) |
| 2. | Mécanisme de fermeture - genouillère et vérin (<i>Closing mechanism - Toggle lever and cylinder</i>) | 11. | Vis (<i>Screw</i>) |
| 3. | Éjecteur (<i>Ejector</i>) | 12. | Trémie d'alimentation (<i>Feed hopper</i>) |
| 4. | Plateau mobile (<i>Floating platen</i>) | 13. | Goulotte d'alimentation (<i>Feed throat</i>) |
| 5. | Colonne de guidage (<i>Tie bar</i>) | 14. | Motorisation de la vis (<i>Screw motor</i>) |
| 6. | Plateau fixe d'injection (<i>Fixed platen</i>) | 15. | Décharge des pièces (<i>Parts discharge opening</i>) |
| 7. | Buse d'injection (<i>Nozzle</i>) | 16. | Moule (<i>Mold</i>) |
| 8. | Tête du baril (<i>Barrel head</i>) | 17. | Console de commande (<i>Digital control panel</i>) |
| 9. | Bande chauffante (<i>Heater band</i>) | 18. | Bâti (<i>Frame</i>) |

Fig. II-13 : Description de la presse à injection.

III.3) Les différentes presses d'injection.

Il existe plusieurs presses d'injection plastique : presse à piston, à vis sans fin, à plateau tournant ; et à fermeture horizontale et injection verticale et vis versa ; en principe suivant le sens d'injection, on distingue deux configurations de presse possible : [9]

a) Presse horizontale :

Dans la presse horizontale, le moule est difficile à mettre en place, il prend une position verticale par rapport à l'axe de la vis ou du piston qui est horizontal, son ouverture provoque alors la sortie immédiate de la pièce par gravité après éjection, d'où un gain de temps est automatisé possible de l'emballage des produits fabriqués.

b) Presse verticale :

Dans ce cas, la presse à moins d'encombres, l'axe de la vis est vertical et l'ouverture du moule est dans un plan horizontal. Ce type de presse s'utilise pour des moules comportant des insertions de prisonniers métalliques mais le démoulage de la pièce nécessite un transfert. Cette presse occupe peu de place au sol.

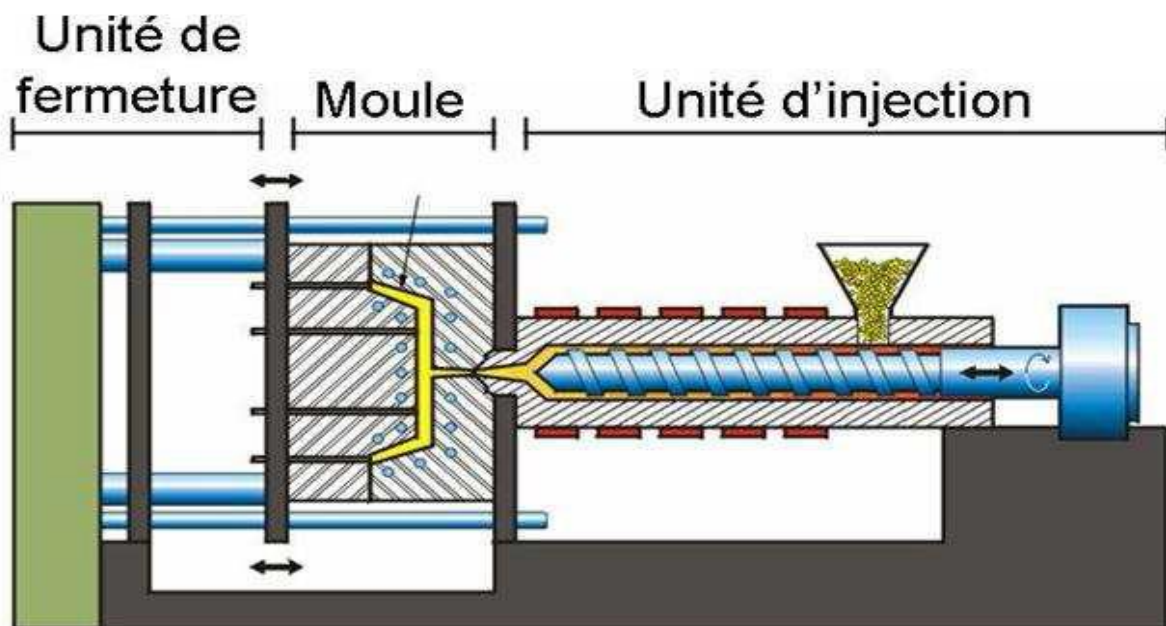
III.4) Les différentes parties ou unités d'une presse :

Fig. II-14 : Dispositif d'une presse d'injection.

a) Unité d'injection :

Le groupe d'injection assure les tâches suivantes :

- Recevoir la matière première;
- Etablir le contact entre le moule et l'unité d'injection;
- Injecter la matière plastifiée dans des conditions établies à l'aide d'un système vis piston;

a.1) Système vis-piston :

Le dispositif (fig.16) remplit les deux fonctions de plastification et d'injection en un seul mécanisme. Pour la plastification, la vis tourne et plastifie la matière. Les granulés sont chauffés, fondus, et homogénéisés pendant leurs transports de la trémie vers la buse. Pour stocker la quantité de matière nécessaire à l'injection d'une pièce, le dispositif vis-piston peut reculer dans le fourreau de la machine pour doser la quantité voulue de matière plastifiée devant la vis, la vis arrête de tourner et de reculer. Pour injecter, un vérin hydraulique pousse la vis, celle-ci plaque le clapet sur son siège, la matière ne peut plus refluer vers l'arrière l'ensemble injecte sous pression dans le moule la matière dosée.

Pendant cette phase, l'hydraulique peut être asservie pour harmoniser le remplissage du moule en fonction de la pièce et de la matière éjectée. C'est le système le plus répandu.

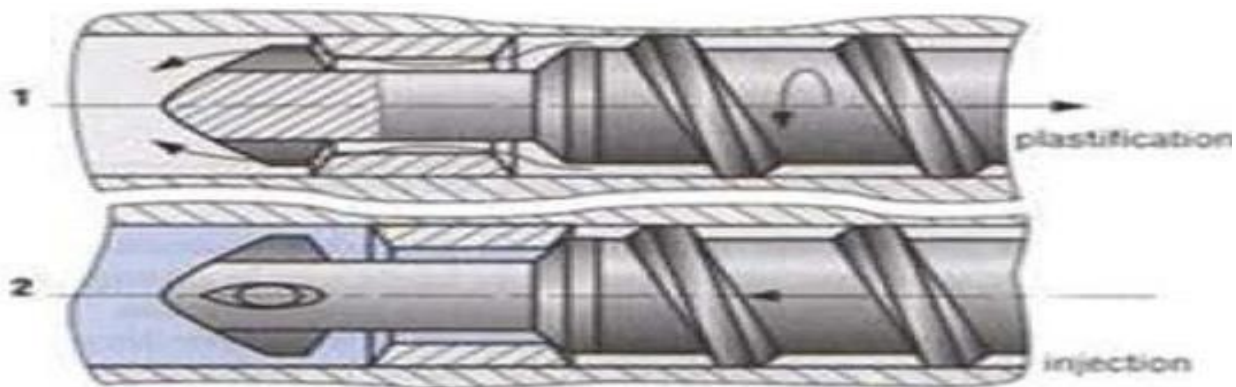


Fig. II-15 : Vis-piston

a.2) Caractérisation du système :

- La capacité d'injection : C'est le volume maximal que peut offrir le cylindre d'injection.
- La capacité de plastification horaire : Varie avec la nature du plastique. Les valeurs données par les constructeurs ont été obtenues souvent avec du polystyrène standard.
- La pression maximale d'injection : Détermine la force de poussée maximale du système vis piston qui est exercée sur le plastique pour le refouler dans le moule.
- Le dégazage : Dans certains cas bien spécifiques, est très utile pour avoir la possibilité d'évacuer le gaz produit pendant la plastification.

b) Unité de fermeture :

Le rôle du groupe de fermeture est de permettre de monter le moule sur la presse et de rendre possible son ouverture et sa fermeture. Ce groupe comprend deux plateaux : l'un est mobile, l'autre est fixe. La partie mobile, peut se déplacer à des vitesses et courses très différentes. Le groupe sert aussi à appliquer la force de fermeture et à centrer les deux parties du moule lors de la fermeture. La force de fermeture est la force nécessaire pour maintenir les deux parties du moule fermées pendant son remplissage sous haute pression. Cette force, par conséquent, doit être plus grande ou au moins égale à celle qui résulte de l'application à l'intérieur du moule d'une pression de remplissage.

❖ Caractérisation d'un système de fermeture :**▪ Force de fermeture :**

La force de fermeture est la force nécessaire pour maintenir le moule fermé lors de l'injection. Cette force est calculée par rapport à la pression exercée dans le moule pendant l'injection. Elle doit être supérieure à la pression d'injection. Il est obligatoire d'exercer un verrouillage du moule, sinon lors de l'injection, il se produit une ouverture et du toilage sur les pièces. La pression de verrouillage doit-être de 20 à 25% supérieur à la pression d'injection.

▪ Course de fermeture ou d'ouverture :

Elle conditionne la profondeur maximale des pièces moulables (épaisseur du moule). La course d'ouverture doit être au moins égale au double de cette profondeur. La course de fermeture peut-être réglable en vue d'obtenir un gain sur le temps d'ouverture lorsque les pièces produites sont peu profondes.

▪ Dimensions des plateaux :

Elles fixent les valeurs extrêmes possibles pour l'une des dimensions transversales du moule. Et nous assure la fixation du moule.

- **Épaisseur du moule minimale :**

Il est inutile d'obtenir une fermeture complète des plateaux lorsqu'aucun moule n'est monté dessus. La distance entre plateaux en position moule fermé, représente alors le moule d'épaisseur minimale exploitable.

- **Épaisseur du moule maximale :**

Si l'on veut conserver, pour la course d'ouverture de la presse, la valeur maximale possible en utilisant un moule plus épais que le moule minimal (cas fréquent), il est nécessaire de prévoir un réglage permettant de reculer le plateau mobile par rapport à la position correspondant à celle du serrage minimal. Ce réglage, ajouté à l'épaisseur du moule minimal, donne l'épaisseur maximale de moule possible dans ces conditions.

- **La force d'éjection :**

Exprime la force que le système d'éjection peut développer.

c) Le moule :

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

L'opération de démoulage peut avoir lieu lorsque, pour les matières thermoplastiques, la pièce fabriquée a acquis par refroidissement le plus souvent une rigidité suffisante.

Ce refroidissement est assuré par des circuits qui sont implantés autour de la cavité de la pièce à moulée.

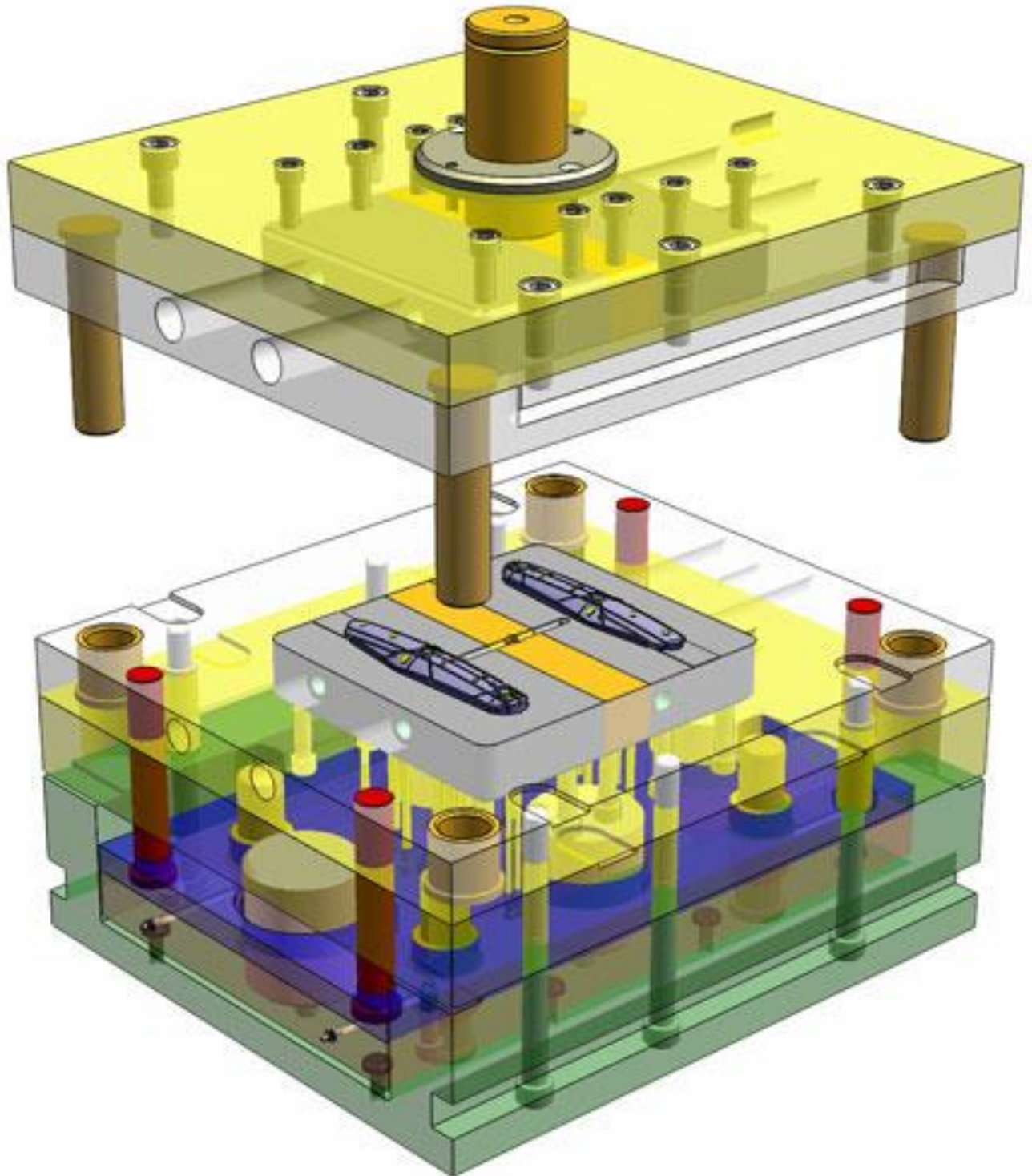


Fig.-16: Moule d'injection plastique.

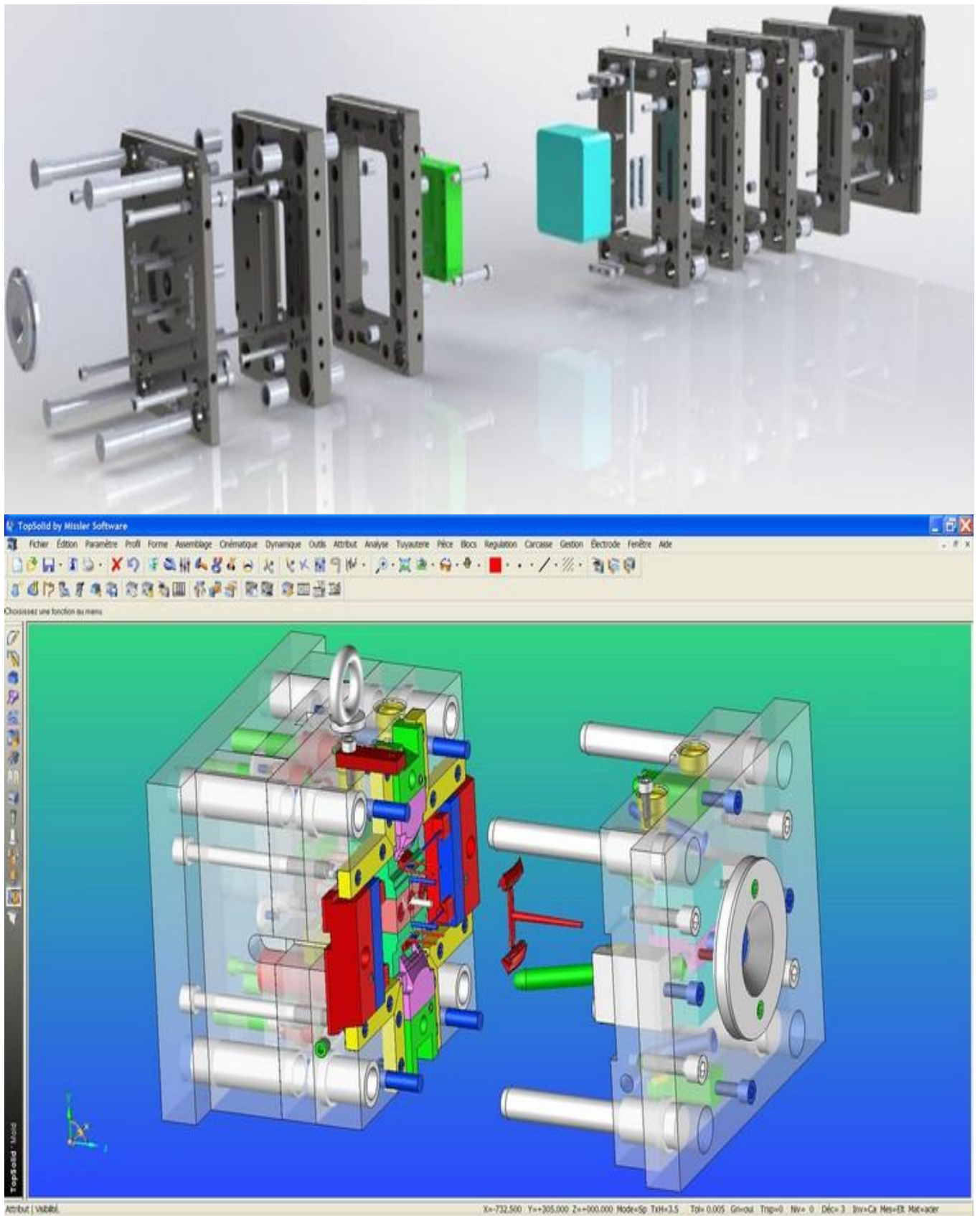


Fig. II-17 : Vue éclaté d'un : Moule à injection plastiques

III.5) Le choix d'une presse :

Le choix d'une presse dépend essentiellement, des critères suivants :

- La capacité d'injection
- La capacité de plastification
- L'encombrement entre colonnes
- La force de fermeture
- Epaisseur minimale du moule (fermeture maximale des plateaux)

Mais le choix de ces critères n'est pas suffisant pour avoir un meilleur rendement, puisque le temps de cycle d'une pièce est conditionné par la vitesse d'injection, la vitesse d'ouverture/fermeture ainsi que la vitesse d'éjection.

III.6) Les différentes phases d'injection :

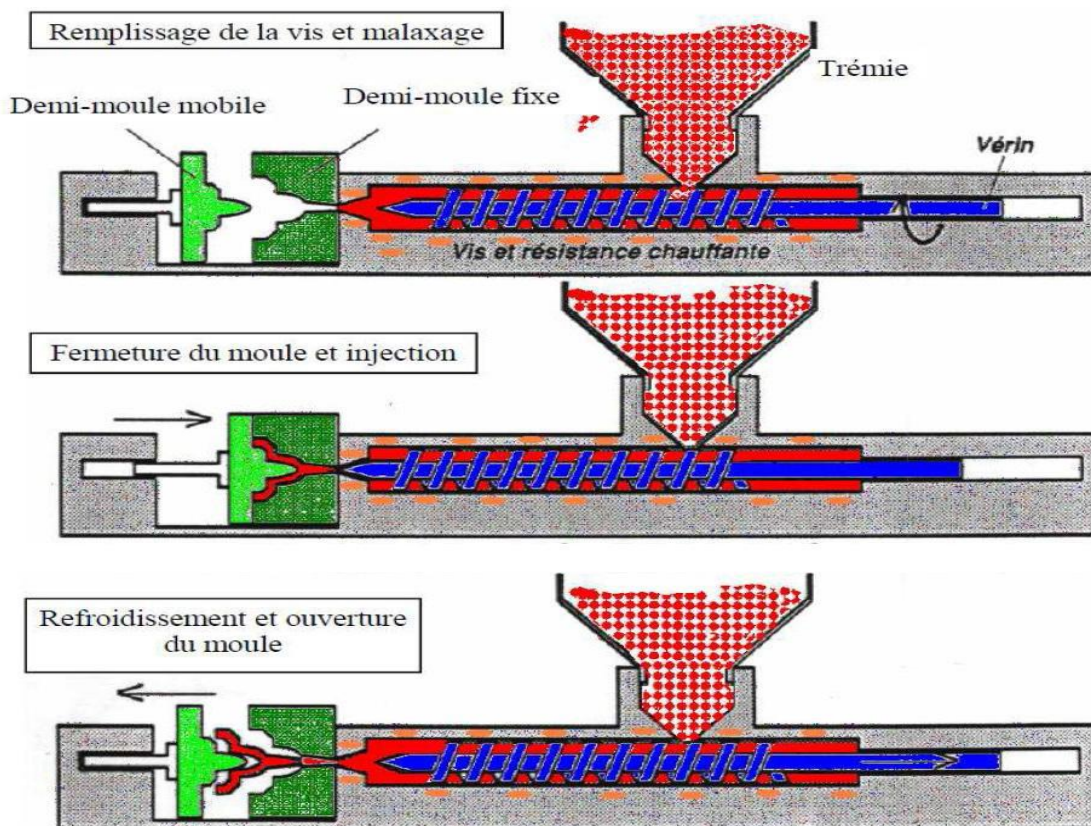


Fig. II-18 : Illustration des différentes phases d'injection plastique

a) Fermeture du moule et verrouillage :

Ce mouvement commence avec une vitesse lente, puis rapide et se termine de nouveau lentement pour éviter le choc entre les plans de joint et pour donner le temps d'agir au système de sécurité. Si le système de sécurité n'a décelé aucune anomalie, la commande peut appliquer la force de fermeture. Selon le système de fermeture, la force est créée par le produit de la surface et de la pression ou par la mise en contrainte des colonnes.

Unité de fermeture :

Cet ensemble permet la fermeture, l'ouverture et le verrouillage de la partie mobile de la presse, sur la partie fixe. C'est un organe très important qui doit s'opposer à l'effort d'injection. Elle supporte le système d'éjection. Ainsi, cette unité peut être manœuvrée de plusieurs.

A. Unité de fermeture mécanique

Bien que les mouvements soient assurés par un vérin, elle est appelée mécanique, car l'effort de verrouillage est assuré par les genouillères (arc-boutement).

B. Unité de fermeture hydraulique

Les mouvements du plateau mobile sont assurés par un gros vérin central qui a pour but de faire l'approche du plateau mobile jusqu'au plateau fixe et d'un vérin plus petit qui assure le verrouillage dans la phase finale de la fermeture.

C. Unité de fermeture mixte

Ce procédé est un compromis, les mouvements d'ouverture et de fermeture se font uniquement par des genouillères, tandis que le verrouillage est assuré par un ou des vérins hydrauliques.

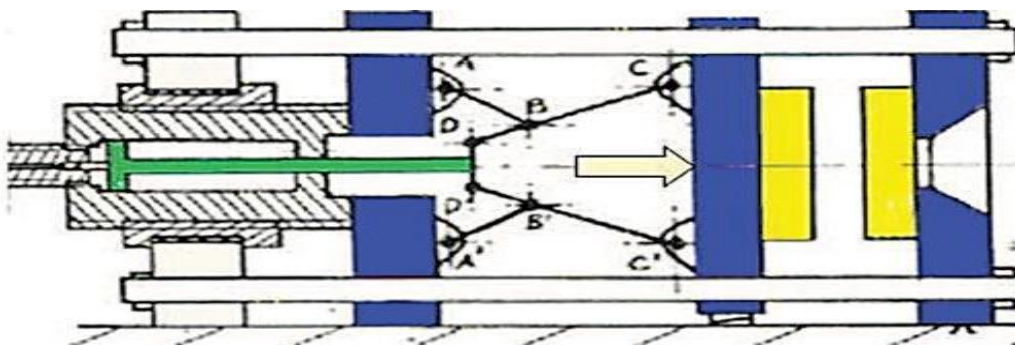


Fig. II-19 : L'unité de fermeture

b) Injection :

C'est la phase de remplissage de l'empreinte avec la matière plastifiée et le maintien sous pression pour compenser les retraits.

c) Refroidissement et solidification :

C'est le temps nécessaire pour que le plastique se solidifie dans le moule. Dans la pratique, on plastifie souvent pendant ce temps la matière pour le prochain cycle. De plus, si nécessaire au cours de ce temps, on peut séparer la buse du cylindre d'injection et le moule.

d) Ouverture du moule et démoulage :

Le plastique étant suffisamment refroidi pour pouvoir être démoulé, la partie mobile du moule s'écarte de la partie fixe.

I) Conclusion :

Les procédés de mise en œuvre des matières plastiques cités précédemment, nous permettent l'obtention des produits finis ou semis finis avec une cadence journalière importante. De plus, pour changer la forme d'un produit, il suffit de changer le moule, ce qui permet aux utilisateurs de cette matière d'obtenir de nouveaux produits avec de nouvelles formes et des designs attirants.



Chapitre
III

Conception
de moule

I) Introduction:

Le moule est un mécanisme constitué de pièces de très grande précision, permettant la fabrication de pièces en injectant de la matière plastique ou du métal en fusion dans des empreintes prévues à cet effet, il est utilisé sous une machine appelée presse à injection. Il est constitué de deux parties principales, une fixe pour l'injection de la matière et l'autre mobile pour la fermeture du moule.

Aussi est un outil qui comporte une exigence de précision très élevée. Même les moules pour pièces simples sont complexes. La qualité et la durabilité du produit moulé dépendront en grande partie du moule lui-même. Un moule de haute gamme, ce sont des aciers de qualité, un très bon état de surface, une durée de vie élevée.

Ces dernières sont constituées de blocs métalliques suffisamment rigides comprenant une ou des cavités reproduisant la forme de la ou des pièces à obtenir. À quelques corrections dimensionnelles près, dues aux phénomènes de dilatation thermique, retrait, relaxation de contraintes, etc. l'ensemble recevant la résine sous haute pression doit être soigneusement étudié pour éviter les fuites et les bavures mais aussi les coincements et déformations.

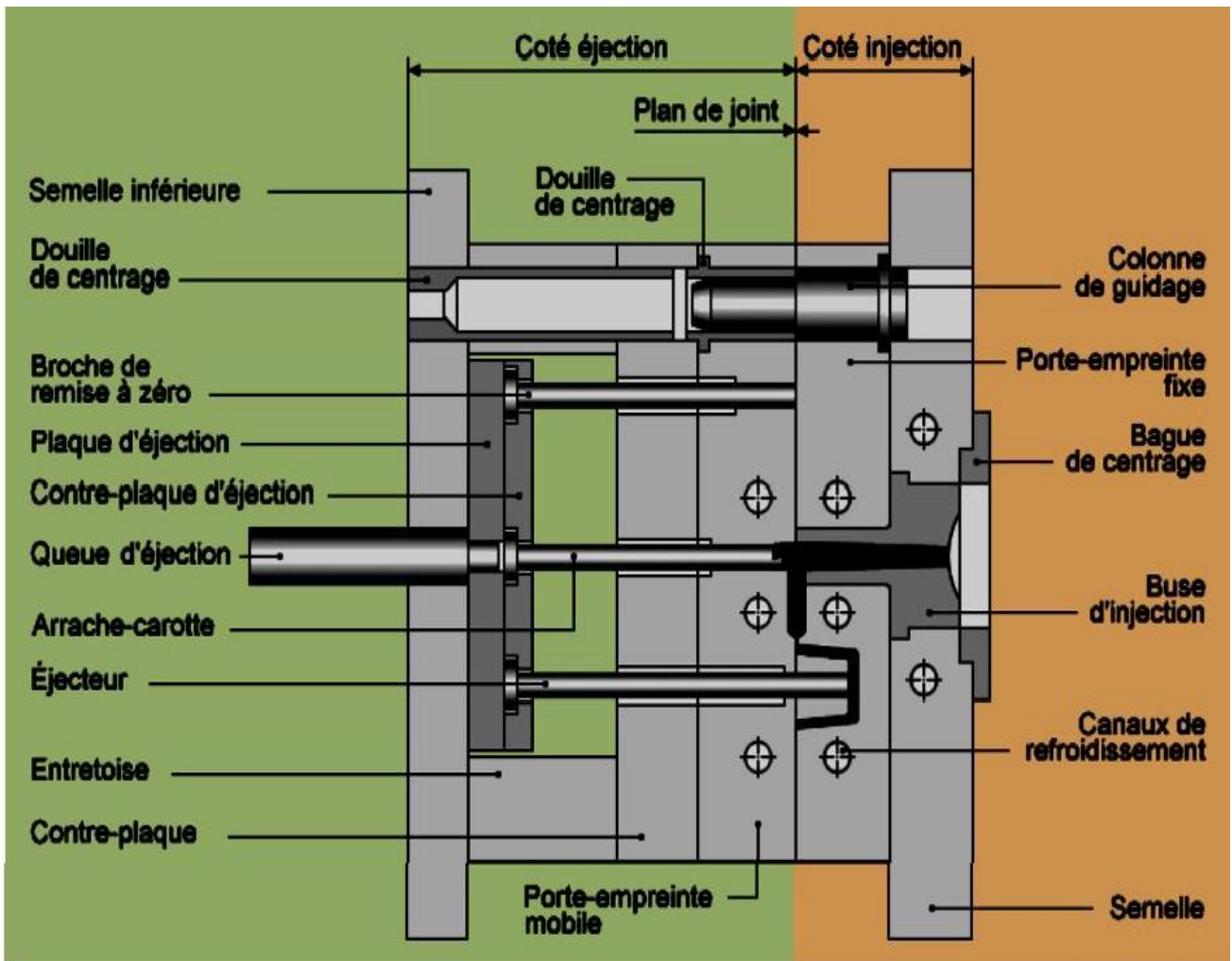


Fig. III-20 : Moule à injection plastique [10]

II) Conception d'un moule thermoplastique :

Un moule thermoplastique peut être défini par :

- son architecture : plaques, tiroirs, coquilles
- le nombre et disposition d'empreintes
- le système d'alimentation : carotte perdue, canaux chauffants
- la matière à injecter
- l'éjection des pièces
- la machine
- la durée de vie (le choix des matériaux...)

III) Architecture du moule [10]

La conception de la pièce et le choix de son type d'alimentation déterminent le choix de l'architecture du moule et les difficultés d'usinage et de moulage. Ces difficultés nous ont conduits à illustrer quelques exemples :

III.1) Moule à deux plaques :

Ce moule est le plus simple (*Fig.21*). Il est privilégié en termes de cout de fabrication et d'entretien.

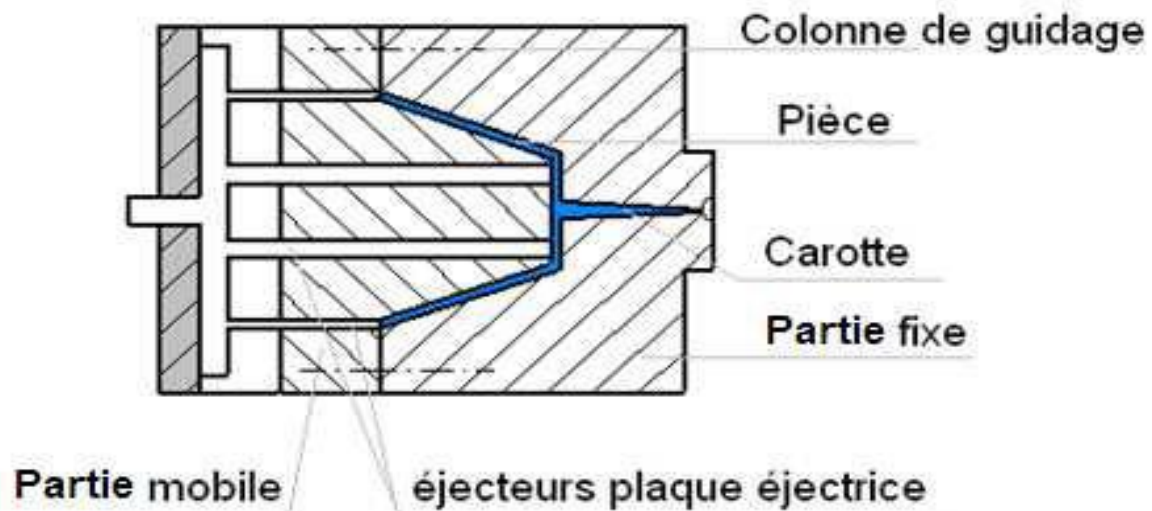


Fig. III - 21 : Exemple de moule simple à deux plaques.

III.2) Moule à trois plaques :

Ce moule permet un décarottage automatique et un gain de temps (*Fig.22*).

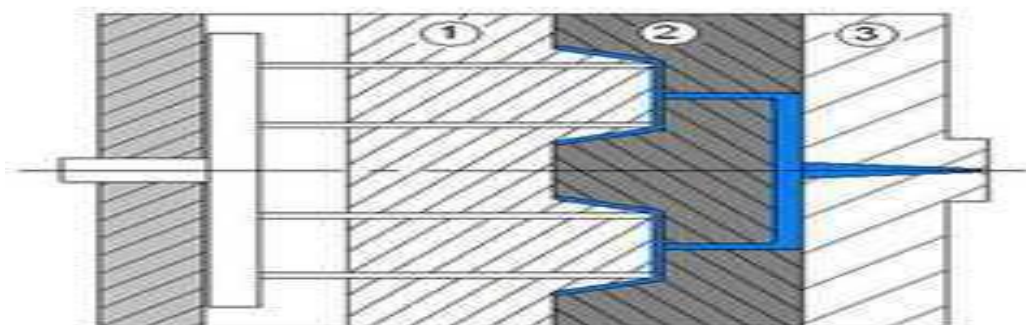


Fig. III-22: Exemple de moule à trois plaques

III.3) Moule à tiroir :

Ce moule permet de sortir des pièces offrant des parties en contre-dépouille ou des trous (*Fig.23*). Le tiroir se retire à l'ouverture de la partie mobile pour permettre l'éjection de la pièce.

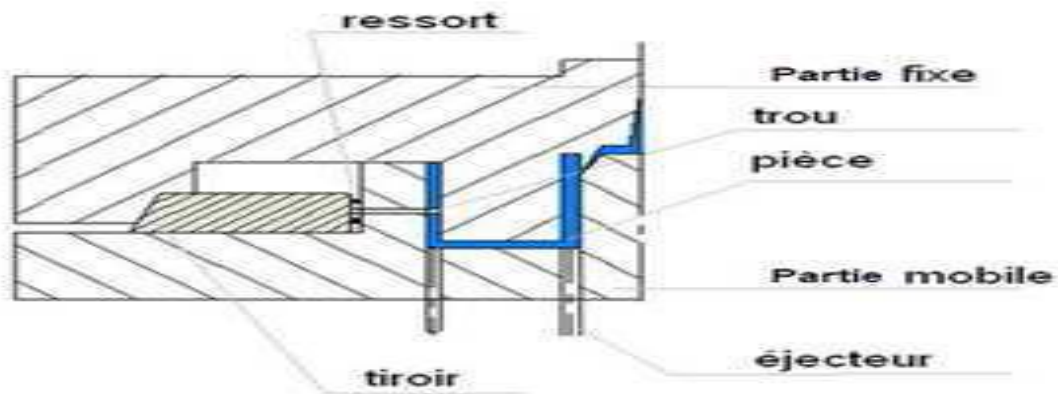


Fig. III-23 : Exemple de moule à tiroir.

III.4) Moule à coquilles :

Ce moule permet de réaliser les contre dépouilles extérieures (*Fig.24*), mais il faut surveiller la fermeture de la machine.

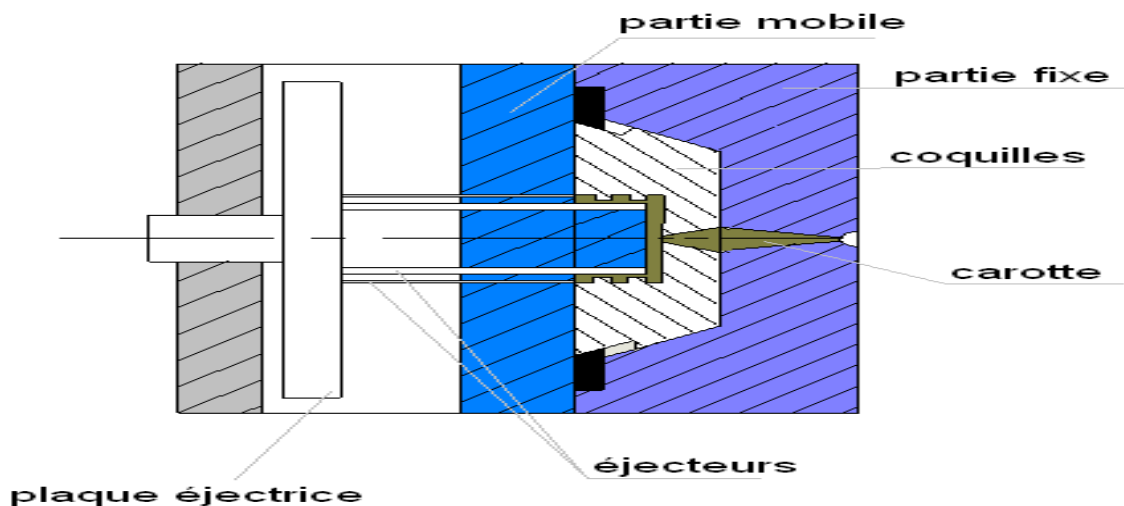


Fig.III-24 : Exemple de moule à coquilles.

III.5) Moule à canaux chauffant :

On supprime ainsi les carottes et on économise du temps de cycle et de la matière (*Fig.25:*). Ces moules sont plus chers (du type a 3 plaques), mais rentables par les gains de matière et de temps de cycle car la carotte n'a pas à se solidifier.

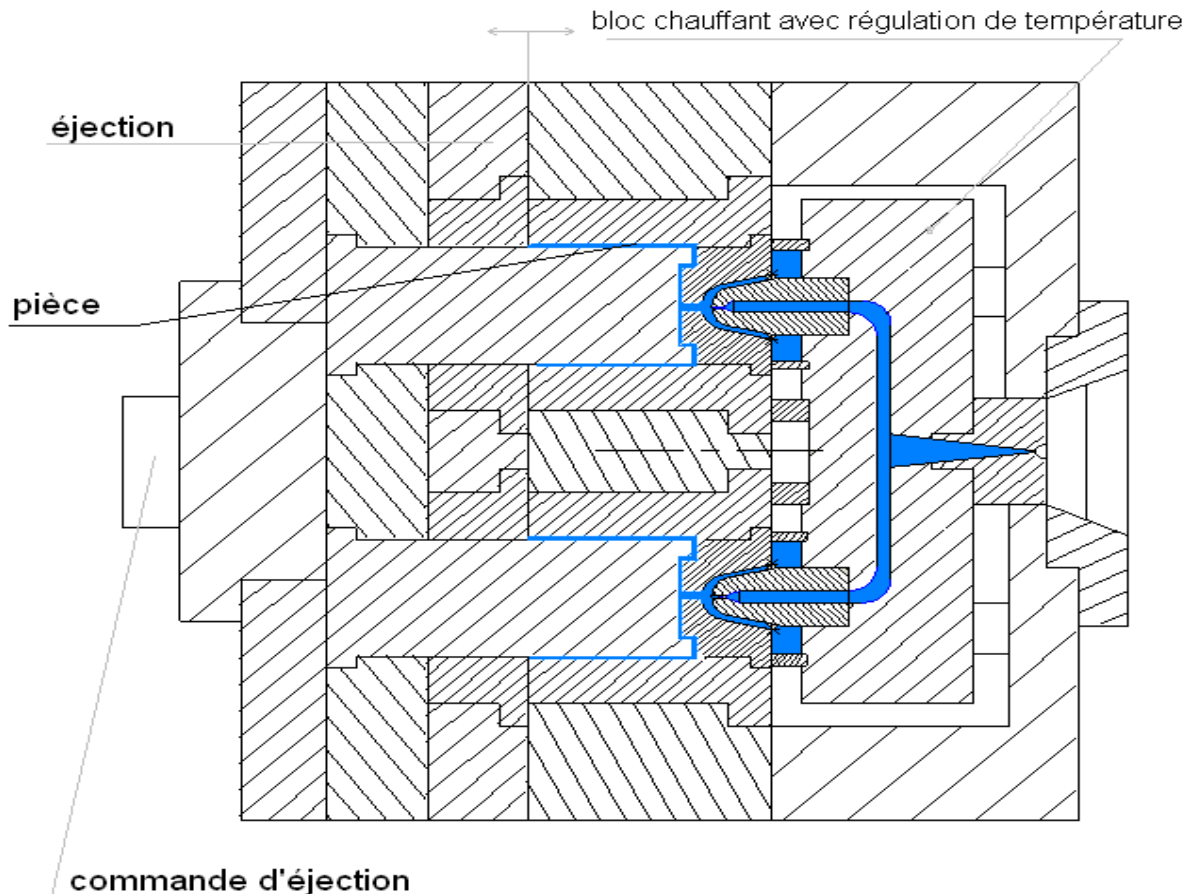


Fig. III -25 : Exemple de moule à canaux chauffant.

IV) Le nombre et la disposition d'empreintes :

IV.1) Le nombre d'empreintes :

Le nombre d'empreintes est en fonction de trois critères :

- capacité d'injection de la machine
- Critères techniques : distance entre colonne (voir figure **Fig. .26**)
- Critères économiques : le cout, délais de livraison, ...etc.

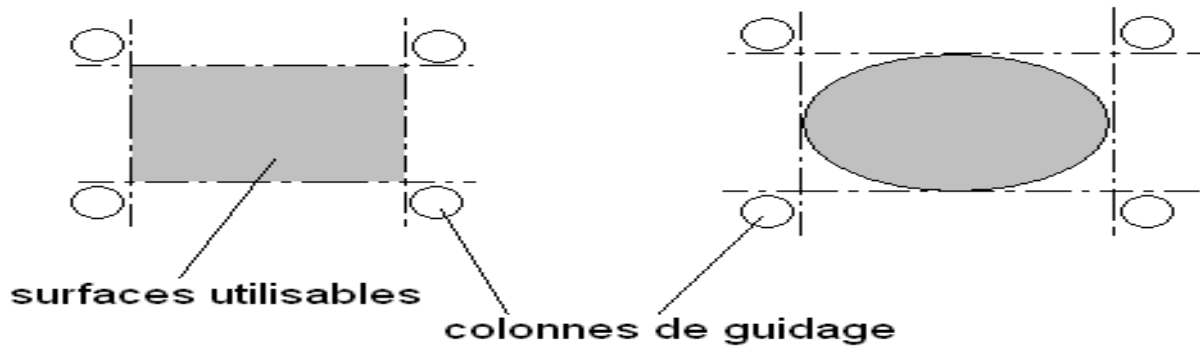


Fig. III- 26 : Nombre d’empreintes en fonction de critères techniques et économiques.

IV.2) Disposition des empreintes dans le plan de joint :

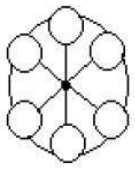
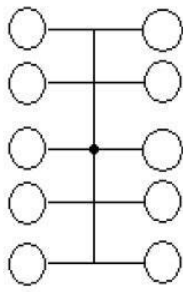
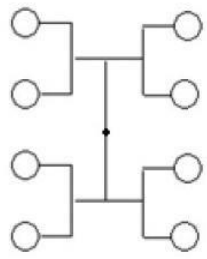
Dispositions	Avantages	Inconvénients
Répartition en étoile 	Même longueur d’écoulement vers toutes les empreintes Disposition favorable pour démoulage	Le nombre d’empreintes à placer est limité
Répartition en lignes 	Placement d’un nombre plus élevé d’empreintes qu’avec la répartition étoile	Différentes longueurs d’écoulement jusqu’aux empreintes
Répartition symétrique 	Même longueur d’écoulement jusqu’aux empreintes, pas de reprise du seuil d’injection nécessaire	Grand volume de carotte, beaucoup de perte, refroidissement trop rapide de la matière à mouler

Tableau. III-6 : Disposition des empreintes dans le plan de joint

V) La matière :

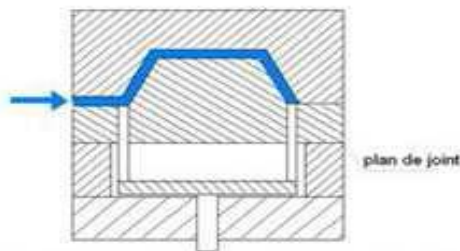
Dans ce point le choix est guidé principalement par les propriétés de la matière dont :

- température de transformation
- coefficient de retrait
- Temps de refroidissement qui impose le temps de cycle donc la cadence du moulage.

VI) Alimentation du moule :**VI.1) Généralités :**

L'injection de la matière plastique vers l'empreinte est assurée à partir de la buse du moule par un réseau de canaux.

L'alimentation du moule en matière à l'état visqueux est assurée de deux façons :

a) Injection dans le plan de joint :

Mode d'injection peu développé. La pression d'injection entraîne des déformations sur les colonnes de la presse. La fermeture du moule est parfois incomplète.

Fig. III-27 : Injection dans le plan de joint

b) Injection perpendiculaire au plan de joint :

Mode d'injection très utilisé. ❖ Inconvénients :

- Canaux d'alimentation assez longue. • prévoir une extraction de la carotte.

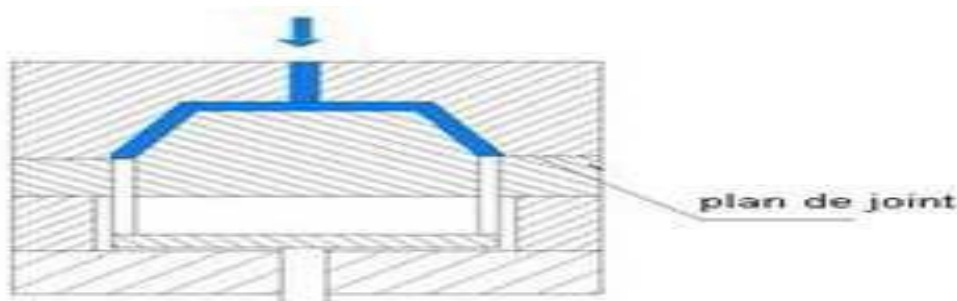


Fig. III-28 : Injection perpendiculaire au plan de joint.

VI.2) Point d'injection :

La bonne réalisation d'une pièce est conditionnée par un bon écoulement de la matière,

Ainsi que la bonne fermeture de l'outillage.

L'équilibre des forces dans un outil doit être réalisé avec un soin et l'injection de la matière doit être placée au point d'équilibre. Le point d'équilibre idéal est le centre de gravité de l'empreinte.

Dans le cas d'un moule dont le point d'injection ne peut pas être placé au centre de gravité, un équilibrage des efforts doit être réalisé.

Exemple : Pour réaliser l'équilibre, un effort complémentaire est réalisé à l'aide de cales ou tasseaux. La résultante des deux efforts passe par l'axe du plateau.

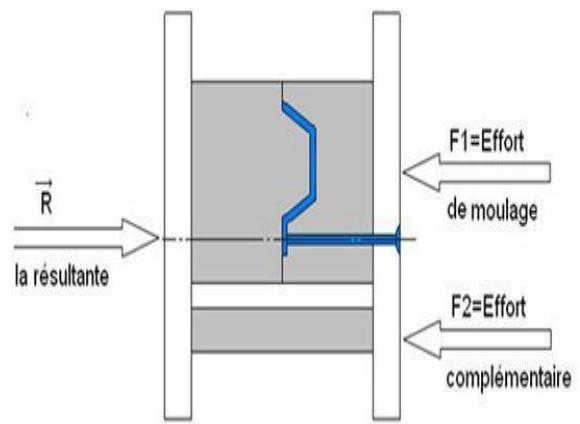
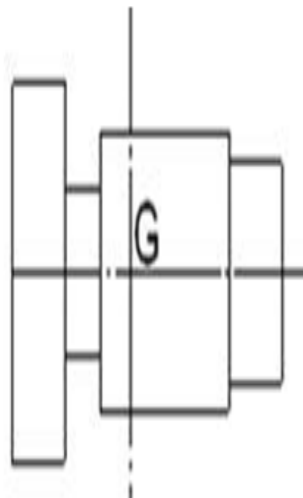


Fig. III-29 : centre de gravité.

Fig. III-30 : équilibrage des efforts.

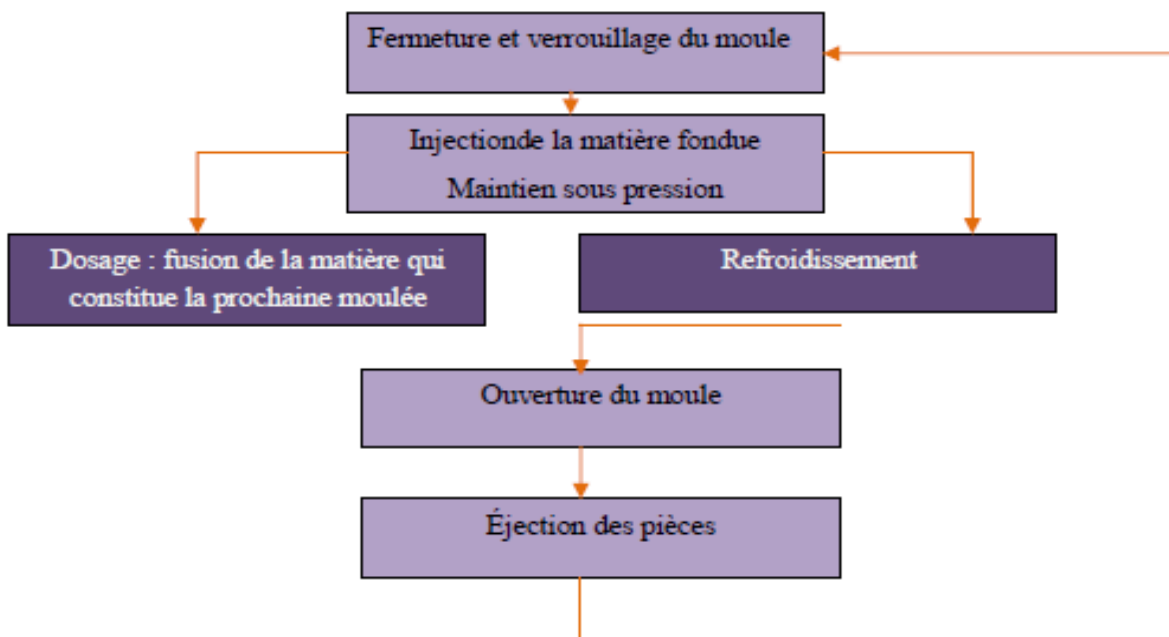


Fig. III-31 : cycle d'injection

VI.3) Circulation de la matière :

Pour réaliser une pièce en matière plastique par injection, le concepteur doit prévoir sur la pièce une zone où pourra être situé le seuil d'injection.

Egalement, il faut que la matière qui contourne une broche ou un noyau doive se ressouder sans laisser apparaître de fragilité ou des lignes de soudure.

a) lignes de soudure :

Les lignes de soudure de la matière qui contourne un obstacle se forment à la jonction des flux de la matière au cours du remplissage du moule.

L'excès de points d'injection augmente le nombre de lignes de soudure, mais diminue les zones de fragilisation.

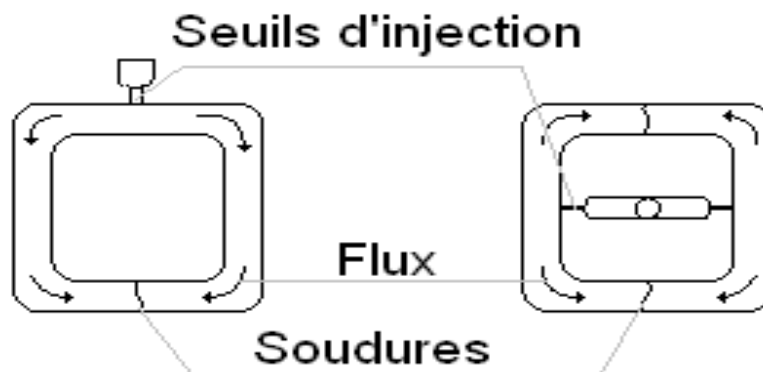


Fig. III-32: Lignes de soudure.

b) Ecoulement de matière :

Pour réduire la fragilisation d'une pièce ou sa déformation, l'injection de la matière dans l'empreinte doit être déviée.

Le remplissage trop direct entraîne une déformation sur la pièce. Une broche ou un noyau placé à proximité du seuil d'injection réalise une bonne déviation du flux.

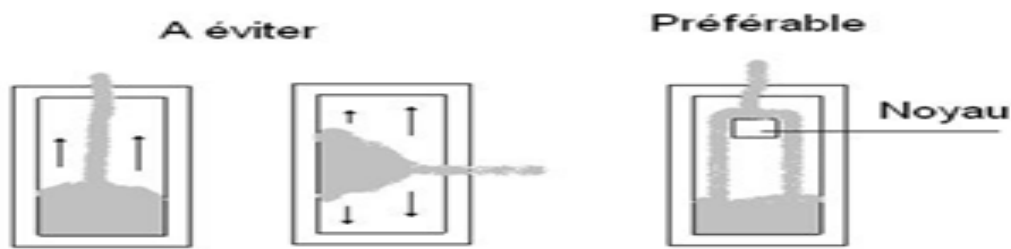


Fig. III-33 : Ecoulement de la matière.

VI.4) Remplissage des formes de révolution.

Le remplissage par la matière des formes cylindriques doit être effectué au point le plus haut de la pièce et de façon symétrique. Une injection latérale peut entraîner une flexion des broches où laisser une zone de soudure trop importante néfaste à l'esthétique des pièces. Pour réaliser une pièce sans ligne de soudure de ce type, choisir un seuil capillaire.

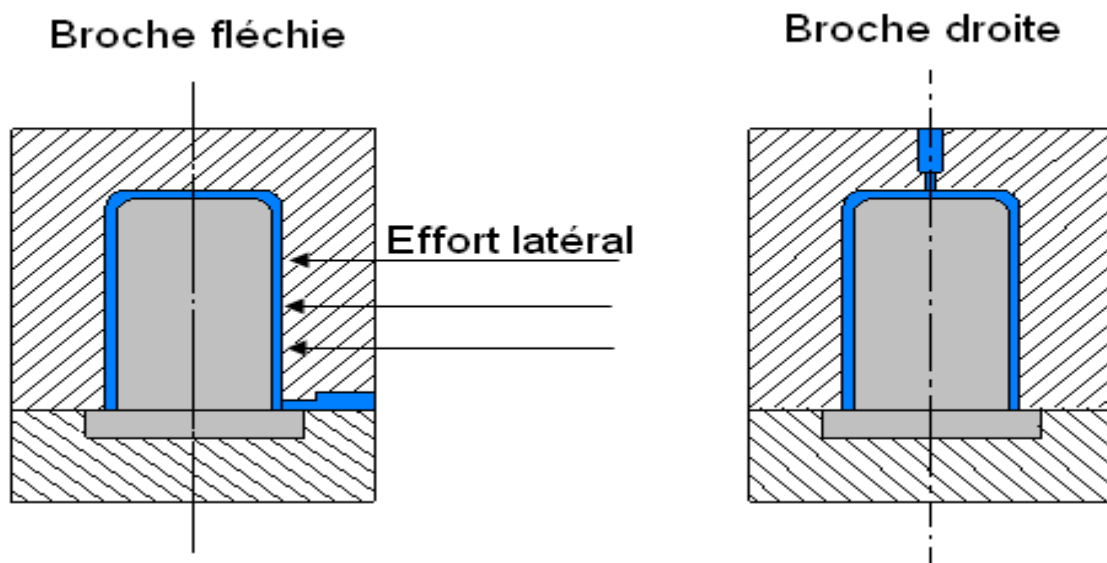


Fig. III-34 : Remplissage des formes de révolution.

VI.5) Canaux d'alimentation :

Le système de canaux d'alimentation doit être largement dimensionné et le diamètre du canal d'injection principal doit être au moins de 5 mm.

Les canaux doivent être aussi courts que possible : si les canaux doivent être longs, prévoir un système d'injection à canaux chauds.

a) Les différents modes d'alimentation :

On distingue trois principaux modes d'alimentation :

- alimentation en nappe
- alimentation capillaire
- alimentation en tunnel

❖ Alimentation en nappe :

L'entrée à quelques fois la forme d'une fonte mince



Fig. III-35 : Alimentation en nappe [11].

❖ Alimentation capillaire :

Le profil du seuil est tubulaire carré ou rectangulaire. Le seuil peut être représenté dans la face frontale ou latérale de l'empreinte.



Fig.III-36 : Alimentation capillaire [6].

❖ Alimentation en tunnel ou sous-marine :

Utilisé avec des systèmes multi empreintes pour produire des petites pièces en matériaux amorphes avec seuil latéral.

A éviter de l'utiliser pour les matériaux cristallins qui présente une grande fragilité, car il y a risque de cassure du canal de distribution ou du modèle lors de l'ouverture du moule.

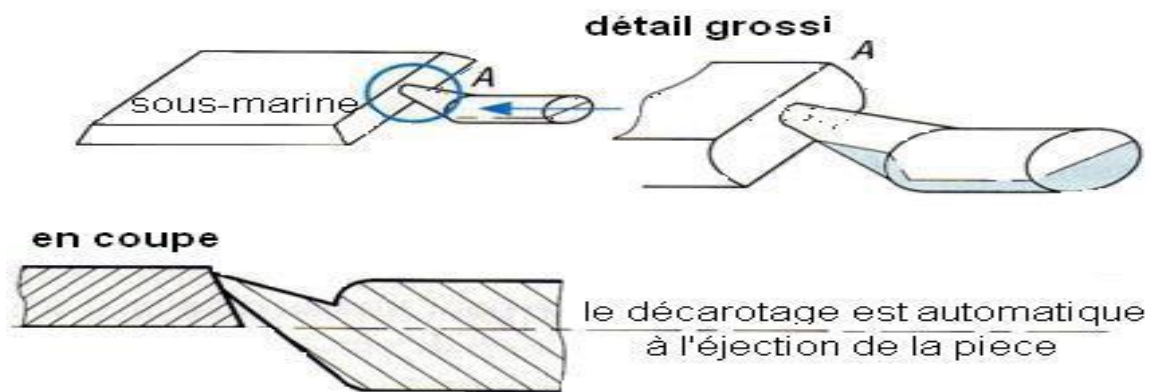


Fig. III-37 : Alimentation sous-marine.

Les différents types d'alimentation que nous avons présenté créent différentes configurations de grappes. L'alimentation en nappe et l'alimentation capillaire donnent naissance à une grappe solidaire dont la carotte soit arrachée par l'ouvrier après ouverture du moule. Contrairement à l'alimentation sous-marine ou en tunnel, où la carotte est automatiquement arrachée pendant l'ouverture du moule par cisaillement lors de l'éjection. La géométrie du seuil doit être optimisée à partir des caractéristiques thermo rhéologiques qui varient d'un polymère à l'autre.

b) Composition d'un système d'alimentation :

Dans les moules à plusieurs empreintes, le système d'alimentations est composé d'un canal principal, des canaux secondaires et des seuils d'injection. Le canal principal doit se prolonger au-delà du point de dérivation du canal secondaire pour constituer un puits à goutte froide. Il faut réduire au maximum la longueur des canaux pour diminuer les pertes de charges.

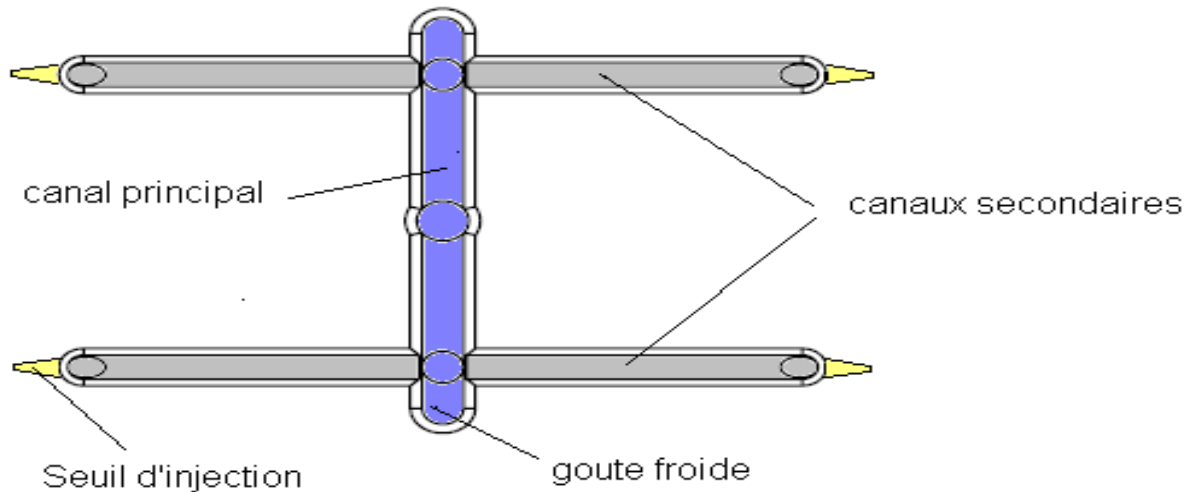


Fig. III-38 : Composition d'un système d'alimentation.

Arrive au bout du canal de distribution, nous entrons dans un couloir de section plus fine et de petite longueur, ce dernier est le seuil d'injection.

➤ **Seuils d'injection :**

Le canal d'alimentation communique avec l'empreinte par un seuil dans la section est nettement rétrécie par rapport à celle des canaux de distribution.

VII) Matériaux pour la fabrication des moules :

VII.1) Généralités :

La carcasse d'un moule sera réalisée à partir d'éléments standards en acier prétraité ou traité. Le fabricant de l'outillage n'intervient que pour réaliser les blocs ou pavés liés à la réalisation de l'empreinte, la mise en place du système d'éjection et l'obtention des formes en dépouille.

Ces éléments standards pour l'outillage sont proposés par plusieurs entreprises : DME, HASCO, RABOURDIN... ; Pour les dimensions, se reporter aux catalogues correspondants.

Ils permettent de réaliser des études de fabrication qui présentent un certain nombre d'avantages :

- Diminution du prix de revient de l'outillage
- Diminution des délais d'approvisionnement.

- Diminution du temps de pré-étude et d'établissement des devis.
- Diminution du temps de l'étude définitive.
- Réutilisation de certains éléments

VII.2) Les aciers utilisés:

Tableau II-7 : Choix des matériaux [12]

Matériaux	Observations	Emploi
C45(XC48) Acier non allié	Acier mi-dur	Renforts, tasseaux, contre plaque éjectrice, porte empreinte mobile
C35(XC38) Acier non allié	Acier mi-dur	Les vis CHc
105W Cr6 Acier faiblement allié	- Acier mi-dur - Résistance à l'usure par frottement - Dureté élevée - Acier trempé	- Buse - bagues de guidage - tige de rappel
S 235(E24) Acier d'usage général	Acier ordinaire	Bagues de centrage, semelles mobile et fixe
36 Ni Cr Mo 16(35NC D16) Acier faiblement allié	Bonne résilience Résistance à la corrosion Résistance mécanique	Poinçons, éjecteurs, empreintes mobile et fixe
CC493K(CuSn7Zn4Pb7) Cuivre moulé	Inoxydable	Tétines
X200Cr12(Z200C)	Résiste à la corrosion (inoxydable) trempable	Colonne de guidage
55Si 7(55S7) Acier faiblement allié	Acier dur, résiste à la flexion et à la torsion	Ressorts de rappel
Élastomère	Élastique	Joints

Dans la conception des outillages de moulage, pour résoudre certains problèmes particuliers, d'autres matériaux sont utilisés.

Une étude mécanique du moule doit être réalisée afin de s'assurer qu'en aucun point, les contraintes statiques ne dépassent la limite d'élasticité du matériau.

En particulier, il faut dimensionner :

- le plan de joint afin d'éviter le matage.

- L'épaisseur du moule, dans le cas d'injection de pièces élancées, pour éviter un fléchissement trop important. De plus, il faut éviter les angles vifs et les remplacer par des arrondis.

VIII) Conception des pièces :

Les formes de la pièce à réaliser afin de répondre au cahier des charges vont dépendre :

- de la fonction à remplir : supporter les efforts, isolation électrique et thermique
- des conditions de fabrication : séries importantes ou non ;
- du choix du matériau : thermoplastique, thermodurcissable...
- du procédé de fabrication : injection, compression, thermoformage, ...

Leur conception consiste à réaliser une pièce qui sera à la fois :

- la plus légère possible
- la plus facile à mouler : conception la plus simple du moule.
- la plus facile à assembler : si elle est composée de plusieurs éléments.
- La plus résistante : résistance aux chocs et au vieillissement.

La conception du produit doit tenir compte du retrait de la matière après démoulage, lors du refroidissement.

➤ **Le retrait :**

Le retrait est la différence entre les dimensions de la pièce obtenue juste après le démoulage et les dimensions mesurées après refroidissement.

Le retrait se mesure entre 24 et 186 heures après le démoulage. Il détermine les dimensions réelles de la pièce. Son évaluation précise est toujours difficile quel que soit la matière plastique, car le retrait dépend :

- de la matière utilisée
- de condition de mise en œuvre
- de la forme de la pièce
- du circuit de refroidissement.

Le retrait augmente avec :

- l'augmentation de la pression d'injection
- la diminution de la section du seuil
- l'augmentation de l'épaisseur de la pièce
- l'augmentation de la température

IX) La machine :

Lors de la conception d'un moule on doit choisir la machine en fonction :

- du volume et de la forme de la pièce
- du nombre d'empreintes
- du calcul de rentabilité
- de la précision de la pièce

X) Thermique du moule :

Pour concevoir les circuits de refroidissement, on doit successivement calculer :

- Le temps de refroidissement, puis évalué le temps de cycle.

A partir de là, trouver tous les paramètres de la disposition des canaux.

➤ **Circuits de refroidissement :**

L'échange thermique entre le plastique injecté et le moule est un facteur décisif dans les performances économiques d'un moule d'injection. La chaleur doit être extraite du matériau thermoplastique jusqu'à ce qu'il ait atteint l'état stable recherché pour pouvoir être démoulé. Le temps total de refroidissement intègre la séquence de compactage, même si celle-ci est décomptée séparément, puisque le matériau injecté échange de l'énergie avec le moule dès qu'il est en contact avec la surface moulante. L'énergie calorifique qu'il faut extraire dépend :

- Du mélange plastique (température, masse, chaleur spécifique).
- De la température de démoulage.

XI) Dégazage du moule :

Au cours du remplissage du moule, il y a nécessité d'évacuer l'air prisonnier dans l'empreinte du moule et ce grâce aux éjecteurs et au plan de joint.

Une évacuation insuffisante de l'air gêne le remplissage et peut même donner lieu à des carbonisations vu la température élevée de l'air lors d'une injection rapide pour un processus d'évacuation plus faible. Il est nécessaire de procéder à l'usinage d'évents supplémentaires qui peuvent être réalisés sur le plan de joint, sur les éjecteurs ou sur les parties rapportées dans le moule.

L'air est généralement évacué par le plan de joint, mais dans certains cas, il est nécessaire de procéder à l'usinage d'évents supplémentaires. *Fig.39*

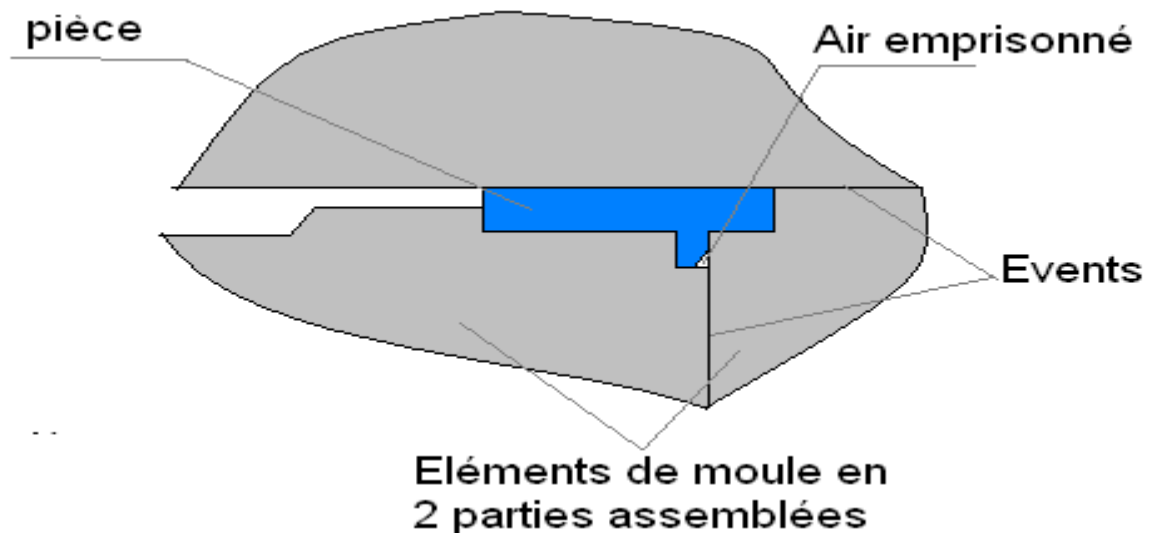


Fig. III- 39 : assemblage deux partie de moule

XII) Fixation du moule :

Le maintien en position du moule sur les plateaux fixe et mobile est assuré par vis ou brides.

XII.1) Fixation par vis :

❖ **Avantage :**

Fixation très simple et fiable, il n'y a pas de besoin de cales (la plaque du moule faisant office de cales). Bonne accessibilité pour le serrage.

❖ **Inconvénients :**

Les trous taraudés doivent avoir des entraxes identiques sur tous les plateaux de presses pour permettre l'interchangeabilité des moules.

XII.2) Bridage :

C'est aussi le procédé qui demande le plus de soin et d'attention lors du montage. En effet, il faut que la cale qui sert d'appui pour la bride soit de hauteur équivalente à la plaque du moule ou très légèrement supérieure. Sinon le bridage n'est pas solide et les vis risquent de se tordre. (Voir *Fig.40*).

Il faut que la vis qui sert à bloquer la bride soit le plus près possible de l'objet à brider.

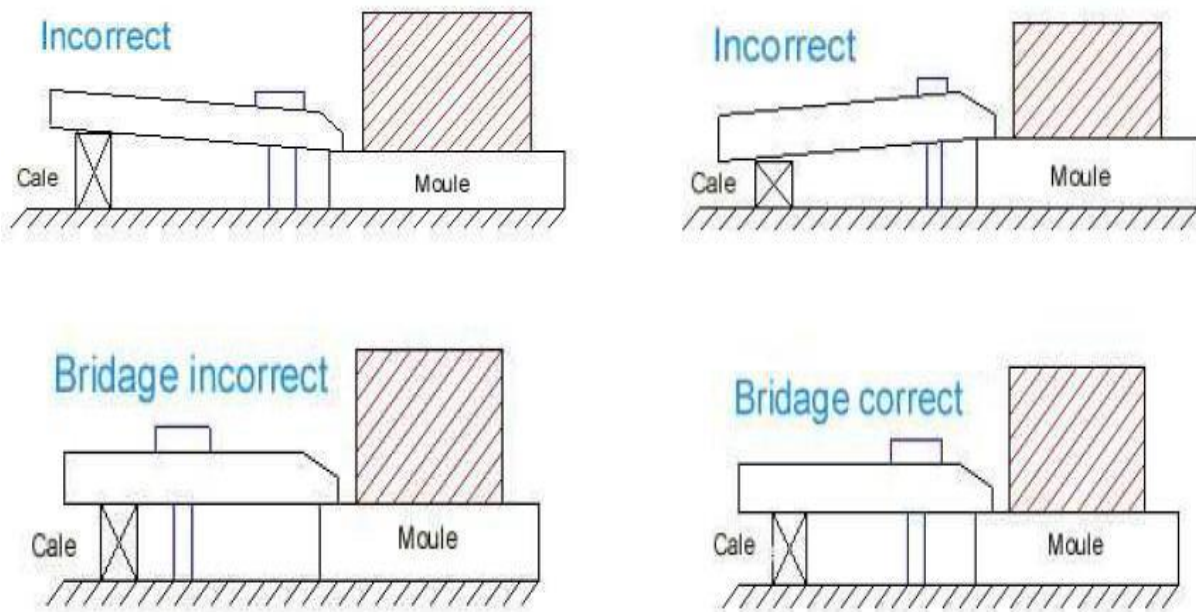


Fig. III- 40 : Procédé de bridage.


XIII) Conclusion :

A travers ce chapitre on constate que le moule est un ensemble de pièces de très grandes précisions parfois très complexe et très cher que la machine elle-même, sa réalisation doit donc être particulièrement soignée.

Pour une bonne conception d'un moule d'injection plastique, le concepteur doit suivre toutes les étapes nécessaires car le meilleur choix des paramètres de conception nous garantit un produit fini de bonne qualité.



Chapitre
IV



Calculs et
vérification

I) Introduction

Dans ce chapitre on a pour objectif de concevoir un moule d'injection plastique pour un cache boîtier 202-114 pour un thermostat d'un congélateur grand format CF 1686.

On fera aussi le choix de la matière, de la presse et aussi les calculs nécessaires pour le cycle d'injection.

II- 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 de la pièce moulée. Logiciel de conception et simulation mécanique :

➤ **Le logiciel SolidWorks 2017**

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

➤ **CAMWorks**

CAMWorks® est un système 3D de Fabrication Assistée par Ordinateur(FAO) qui aide les industriels à accroître leur productivité et leur rentabilité grâce à des technologies de renommée mondiale et des outils d'automatisation adaptables perfectionnant l'usinage.[13]

III) Présentation de la pièce

L'entreprise ENIEM possède des grands moyens matériels et humains, elle est dotée d'une grande compétence et expérience dans le domaine de la conception et la fabrication mécanique, en plus de sa production locale d'appareils électroménagers, l'entreprise ENIEM travaille en sous-traitances avec d'autres entreprises privées et/ou publics, qui sont de plus en plus nombreux à venir pour concevoir, fabriquer et rectifier des pièces et/ou outils mécanique.

Parmi ces clients, un qui a fait une demande de conception et de réalisation d'un moule a

injection plastique pour un cache boîtier 202-114 pour un thermostat d'un congélateur grande format CF 1686.

Afin de réaliser notre projet de fin d'étude le bureau d'étude du département de fabrication nous a proposé ce moule comme sujet.

Le but du sujet est de concevoir et réaliser ce moule à injection plastique, ainsi que son traitement sur le logiciel de conception et de fabrication (CFAO).

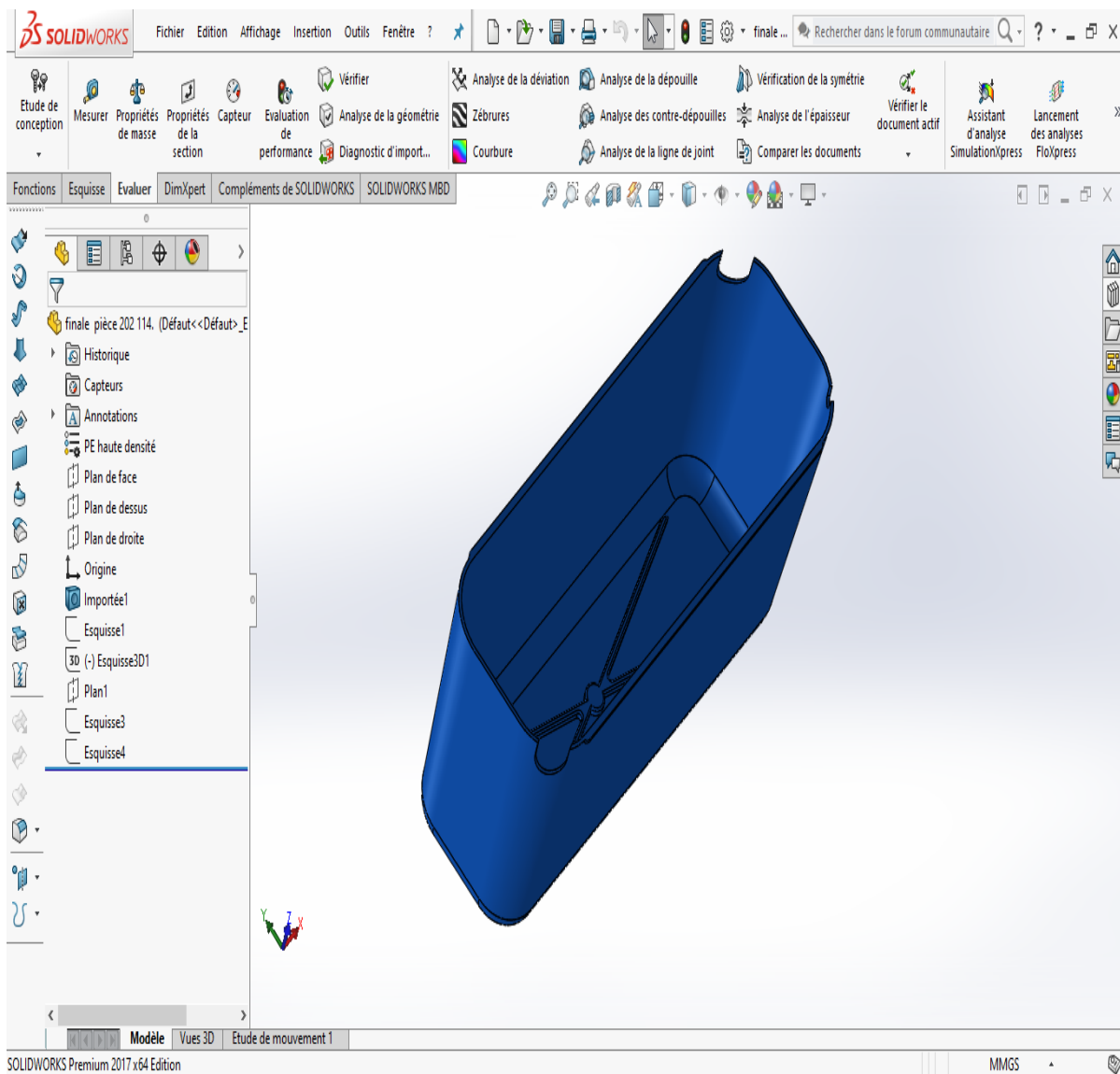


Fig. IV-41: cache boîtier thermostat 202-114.

Démenions de la pièce :

- Longueur : 172 mm
- Epaisseur : 1 mm
- Largeur : 50 mm

Le choix de la machine dépend essentiellement des facteurs suivants :

1. La capacité d'injection
2. La force de fermeture
3. La puissance de plastification
4. La distance entre colonnes
5. Epaisseur minimale du moule

I.1) La capacité d'injection :

Chaque machine a une capacité d'injection (voir le tableau (08)) ; donc on choisit la machine en fonction du poids des pièces et de la carotte.

Tableau. IV-8 : Capacité d'injection.

Machine	Capacité d'injection (gramme)
	Pour le PP
25T	36
75T	83
150T	180
220T	355
350T	680

a) La masse de la pièce :

- Cache boîtier thermostat 202-114 d'un congélateur GF

Le poids de notre pièce (cache boîtier 202-114) est donné par le logiciel de conception SolidWorks, Son poids est de **29.79g**

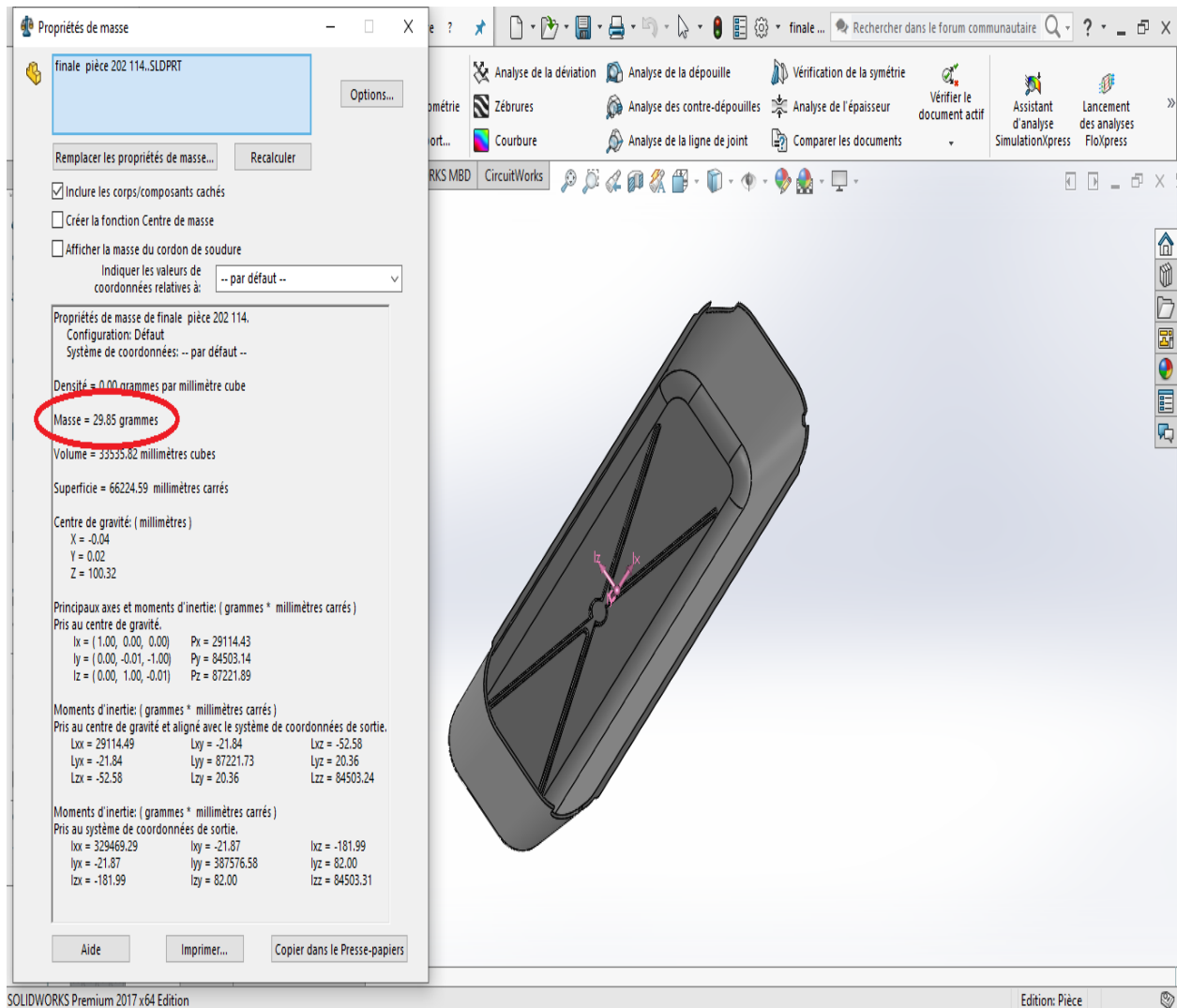


Fig. IV-42 : Masse de la pièce

b) La masse de la carotte :

Le poids de la carotte est donné par le logiciel de conception SolidWorks, Son poids est de **4.26g**.

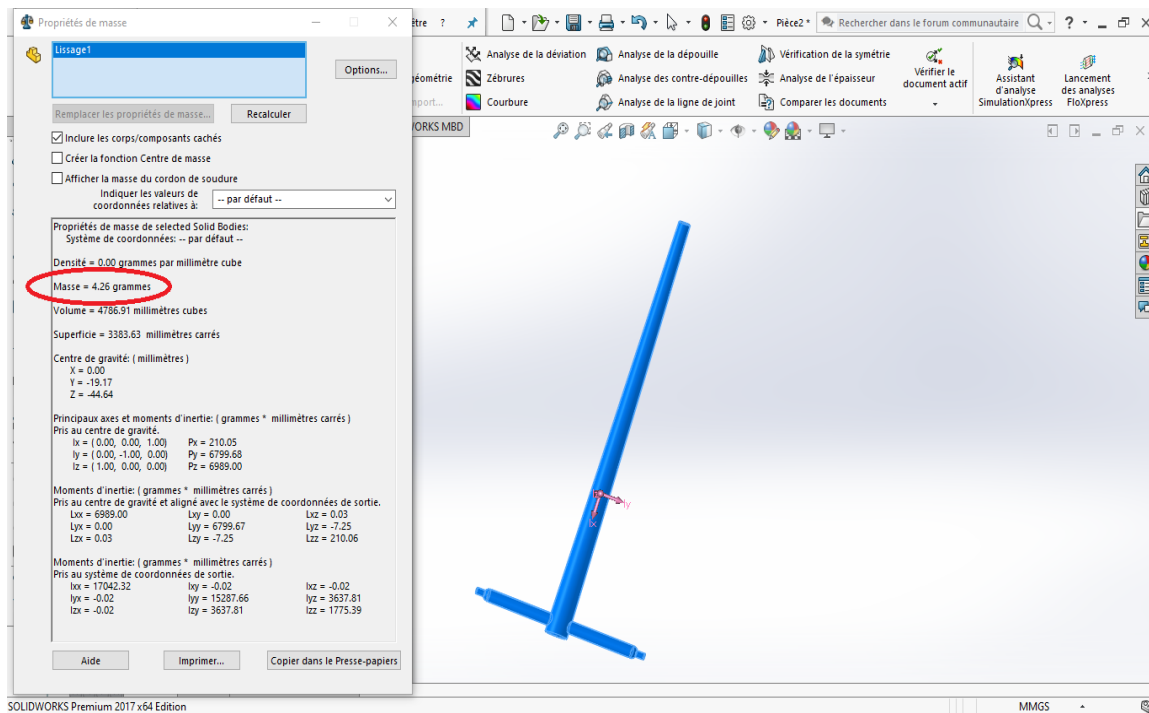


Fig. IV-43 : Carotte

b) La masse de la moulée (M) :

-Calcul du nombre de cavités (n) du moule qui fait projet de notre étude :

$$n = \frac{c}{T.H.S}$$

L'ENIEM souhaite réaliser un taux de production de 340480 du cahier des charges :

$$T= 320j/ans \quad H=7h/J \quad S=76 \text{ cycle/h} \quad c= 340480 \text{ pièce/ans}$$

A.N
$$n = \frac{340480}{320*7*76} = 2$$

A partir de notre résultat on constat qu'on peut réaliser deux empreintes.

- La machine doit pouvoir injecter une quantité suffisante (M).

$$M= (29,79*2 +4.26) \text{ g} = \mathbf{63.84g}$$

Du tableau (*Tableau.8*), on constate que les machines qui peuvent injecter cette quantité de matières sont : 75T, 150T, 220T, 350T.

III.2) La force de fermeture de la machine :

L'injection de matière à l'intérieur du moule provoque de grandes pressions engendrant des forces qui ont tendance à ouvrir le moule (force de verrouillage), et pour faire face à ces efforts la presse doit appliquer une force de fermeture supérieure.

La force de fermeture : $F = F_v \cdot K$

Avec :

F : Force de fermeture du moule (T)

K : Coefficient de sécurité (1,5 à 2)

FV : force de verrouillage [T]

Dont : **FV = P . S**

Avec :

P: la pression moyenne d'injection ; **P= 0,4** (tonnes /cm²)

Tableau. IV-9 : pression d'injection. [14]

Matières	La pression intérieure moyenne(dans la normalité) ((tonnes /cm ²))	Grand parcours de fluctuation (forme compliquée) ((tonnes /cm ²))
PE, PP	0,3 à 0,4	0,4 à 0,5

S : la surface projeté (cm²), donné par le logiciel de conception solidworks ;

$$S = 116.2\text{cm}^2.$$

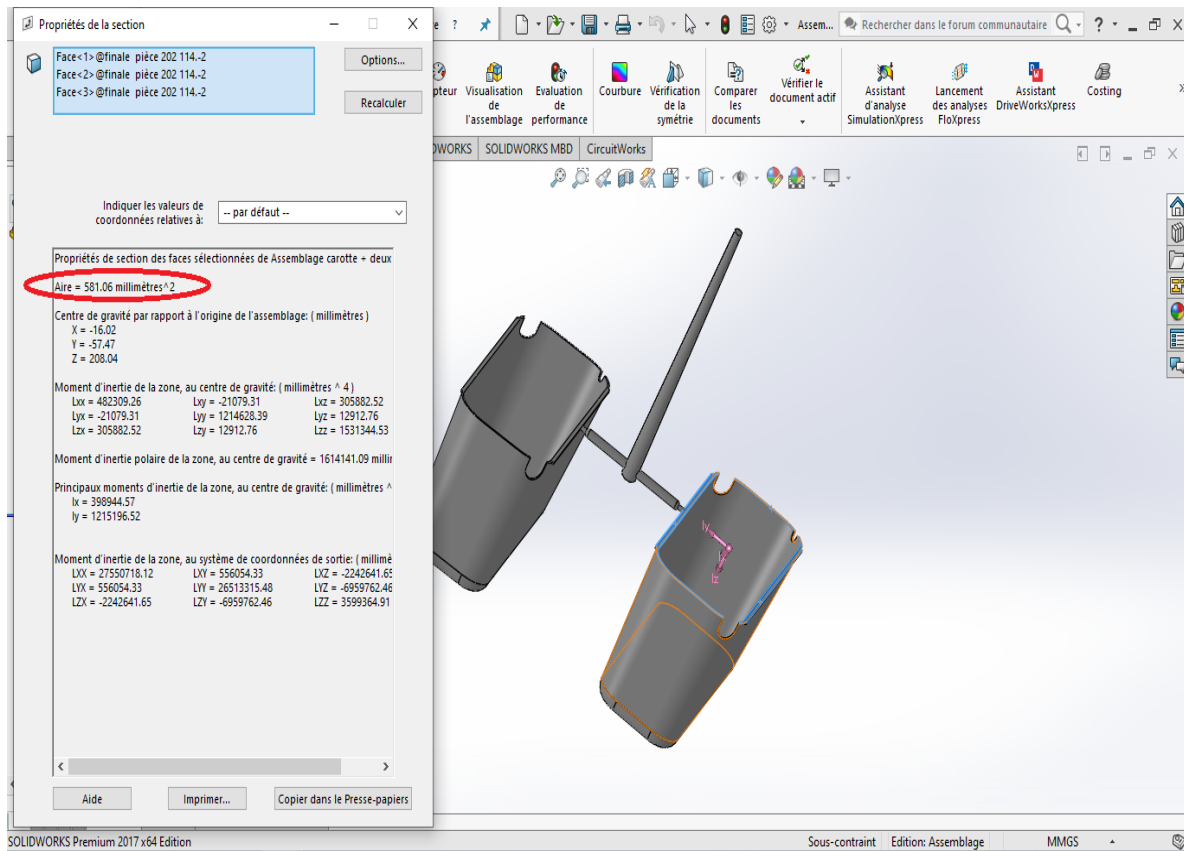


Fig. IV-44 : Surface projeté

$$S = 581.06 \text{ mm}^2 = 58.106 \text{ cm}^2$$

$$S = 58.106 \times 2 = 116.2 \text{ cm}^2$$

Donc

AN : $F_v = P \cdot S = 0,4 \times 116.2 = 46.48 \text{ T}$

Donc : AN : $F = F_v \cdot K = 46.48 \times 1.5 = 69.72 \text{ T}$

On a besoin de 63.95g de PP et une force de fermeture de 69.72 T tonne, il en résulte que la presse devant être de 75 T.

Voir le tableau (Tableau.8).

III.3) La puissance de plastification (C):

Même si la machine 75T peut injecter 63.95 g, on doit vérifier sa capacité de plastification (la quantité de matière plastifiée par heure) qui est en fonction du poids de la pièce moulée et du temps de cycle.

$$C = \frac{P \cdot 3600}{tc}$$

Avec :

C : puissance de plastification [kg/h]

P : poids de la pièce moulée [g]

Tc : temps de cycle [sec],

Dont :

$$Tc = tr + ti + tm + te + to + tf$$

Avec :

Tr : temps de refroidissement = (22.5 sec),

Ti : temps d'injection (remplissage) = (6.5 sec),

Tm : temps de maintien pression = (4.5 sec),

Te : temps d'éjection = (3 sec),

To : temps d'ouverture moule = (6 sec),

Tf : temps de fermeture moule = (5sec),

Le temps de cycle (sec) est donné par le logiciel de conception SolidWorks (SolidWorks plastics) : égal à $(22.5 + 6.5 + 4.5 + 3 + 6 + 5) = 47.5 \text{ sec}$

Donc : notre machine doit plastifier :

$$C = \frac{72.98 \cdot 3600}{47.5} = 5531.11 \text{g} = 5.53 \text{kg/h}$$

Cette condition est vérifiée puisque notre machine plastifie 50 kg/h (voir les caractéristiques de la presse (**Tableau.10**))

Tableau IV-10 : Caractéristiques technique de la presse 75T

Symbole d'injection	i 2
Symbole de cylindre	A
pression d'injection	2030 Kg/cm ²
Taux d'injection	87 Cm ² /sec
Quantité d'injection	Ps 83 g PE 105 g
Diamètre de la vis	32mm
Puissance de plastification (PS)	50 Kg/h
Puissance de serrage	75 tonnes
Puissance d'ouverture	6.3 tonnes
Vitesse max.de rotation de la vis	380 tr/min
Intervalle des tirants	360×360 mm
Dimensions de la plaque matrice	540×540 mm
Course de serrage	460 mm
Epaisseur minimale du moule	170 mm
Ouverture	630 mm
Puissance de foulage (hydrolique)	2.7 tonnes
Course de foulage	70 mm
Quantité d'huile d'usage	360 litres
Moteur destiné à la pompe	15 kW
Capacité de réchauffeur	6.6 kW
Dimension de la machine (L*I*H)	4.5×1.2×2.1

Poids de la presse	4 tonnes
--------------------	----------

III.4) La distance entre colonnes :

La presse possède quatre colonnes de guidages des plateaux sur lesquels le moule sera fixé. Pour ce faire, l'une des dimensions transversales du moule doit être inférieure à la distance entre colonnes. Comme illustré sur la *Fig.46*

Les dimensions de notre moule sont :

Largeur 346 mm
Longueur 346 mm

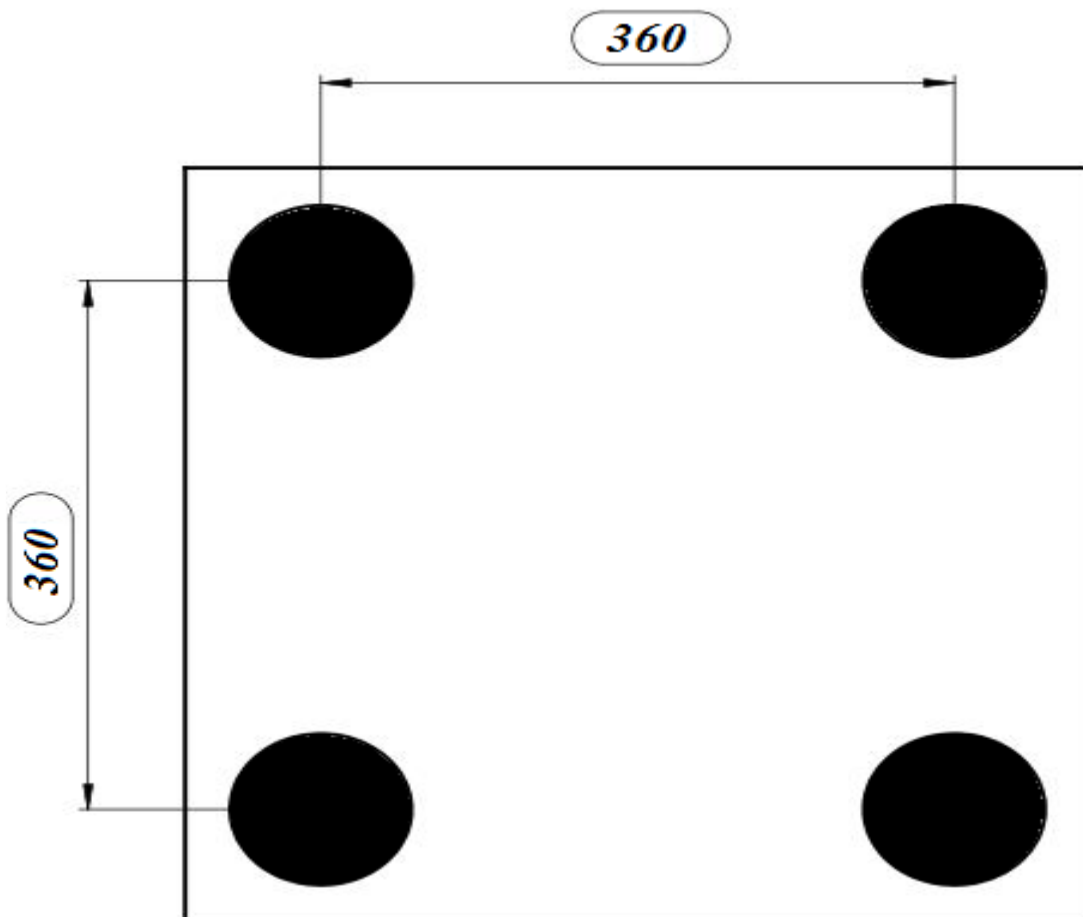


Fig. IV-45 : Schémas d'un plateau d'une presse 75T.

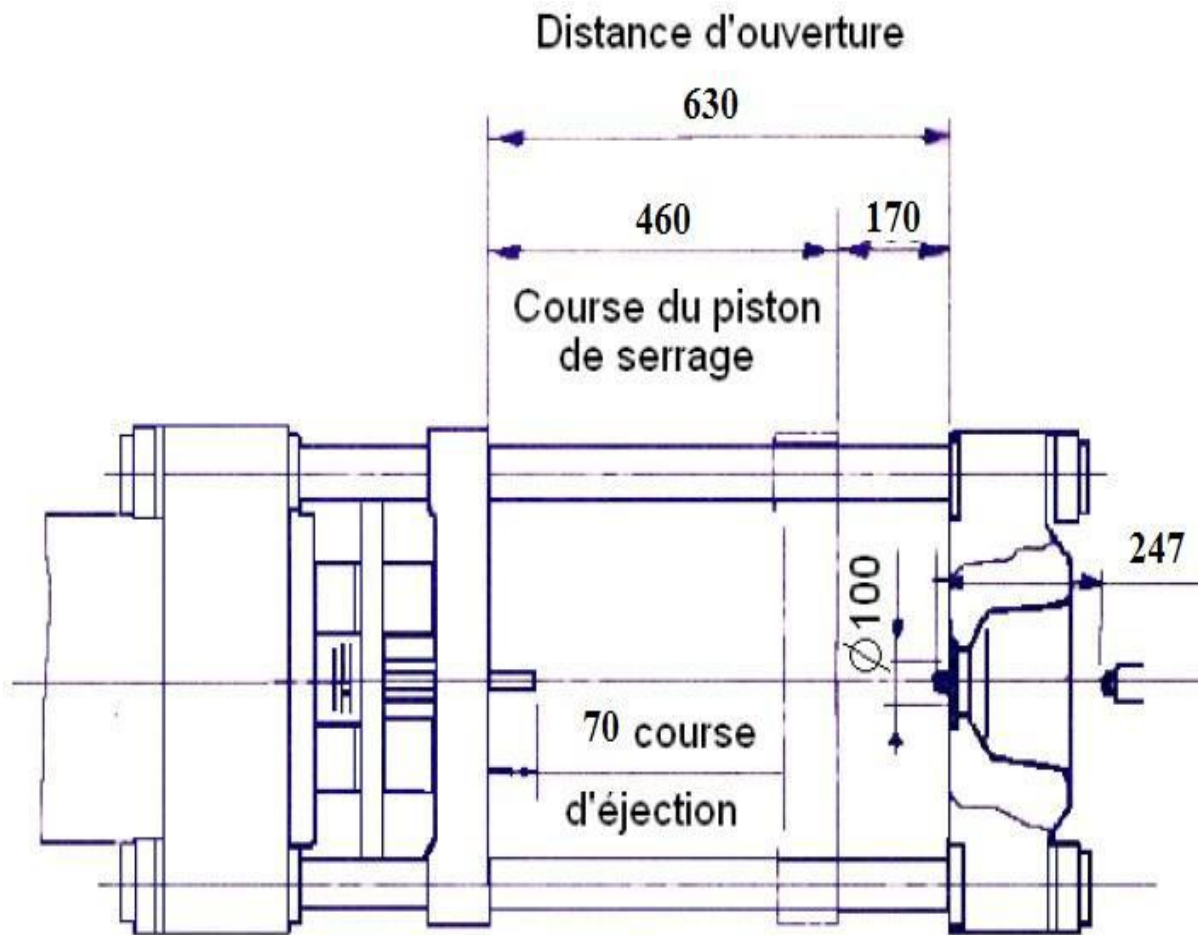


Fig. IV-46 : Caractéristiques dimensionnelles de la presse 75T (i3).

III.5) Epaisseur minimale du moule :

Les caractéristiques dimensionnelles de la presse 75T sont :

- La distance entre plateaux 630 mm
- La course maximale du piston 170 mm

A partir de là, on voit que l'Epaisseur minimale du moule doit être supérieure à 170mm (Notre moule a une Epaisseur de 175 mm).

IV) L'étude thermique :

Tous les résultats sont donnés avec l'hypothèse que la pièce moulée est une plaque de longueur infinie. C'est-à-dire que les dimensions transversales sont très grandes devant l'épaisseur, l'évacuation de la chaleur se fait perpendiculairement à celle-ci.

Dans cette présente Etude on supposera que le fluide caloporteur doit à lui seul d'évacuer toute l'énergie fournie par le polypropylène.

IV.1) Temps de refroidissement :

Le temps de refroidissement est donné par le logiciel de conception SolidWorks (**SolidWorks plastics**),

$$Tr = 22.5 \text{ sec}$$

A Vérifier :

$$Tr = \frac{e^2}{a * \pi^2} * \text{Ln} \left[\frac{8}{\pi^2} * \frac{Ti - Tm}{Te - Tm} \right]$$

Avec :

e : Epaisseur moyenne de la pièce :(e=1 mm)

a: la diffusivité thermique du PP : ($a = \frac{\lambda}{P * c}$ (en m²/s))

Dont :

λ : est la conductivité thermique du matériau, :(λ = 0,147 W·m·1·K-1)

ρ: est la masse volumique du matériau, :(ρ=890 kg·m-3)

c: est la chaleur spécifique du matériau, :(c =1881 J·kg-1·K-1)

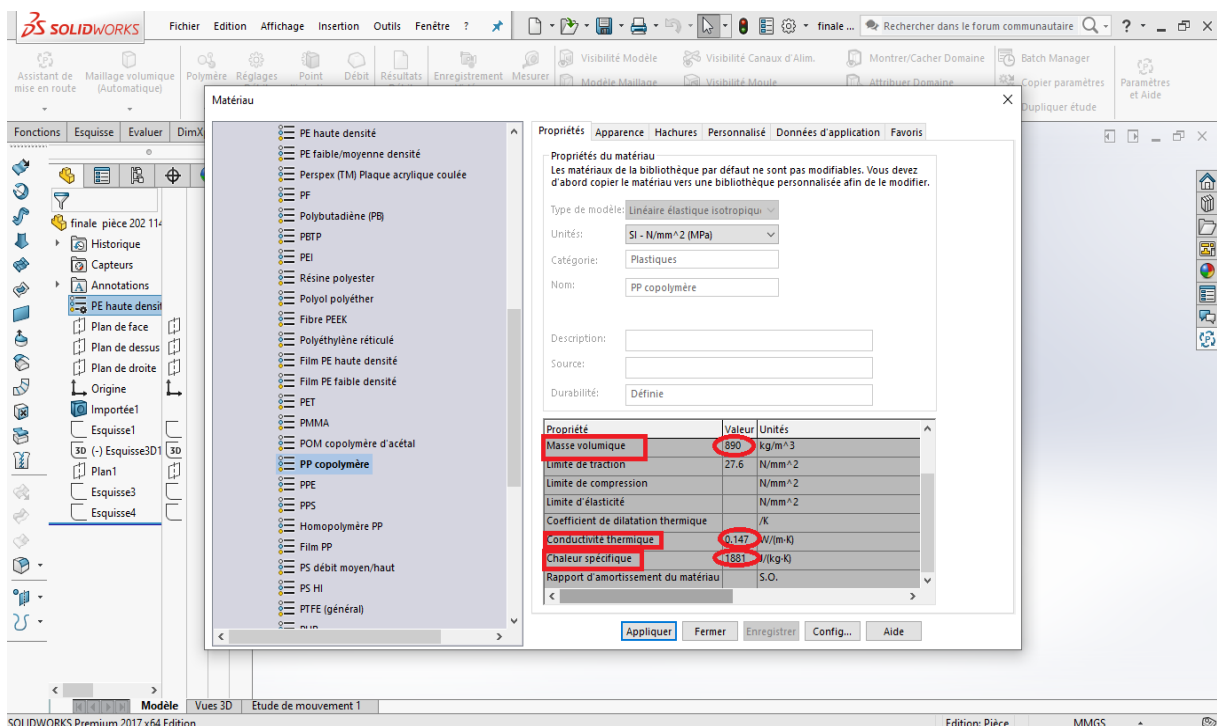


Fig. IV-47 : propriétés du PP sur SolidWorks plastics.

$$AN \ a = \frac{\lambda}{P \cdot C} = \frac{0.141}{890 \cdot 1881} = 8.78 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$$

Ti: température d'injection : (Ti=250°C)

Te: température d'éjection : (Te=80°C)

Tm: température du moule : (Tm=50°C)

$$N : \quad Tr = \frac{1 \cdot 10 \text{ puissance } -3}{8.78 \cdot 10^{-8} \cdot 3.14^2} * \text{Ln} \left[\frac{8}{3.14^2} * \frac{250-50}{80-50} \right]$$

$$= 22.5 \text{ seconde}$$

IV.2) Temps de cycle :

$$Tc = Tr + Ti + Tm + Te + To + Tf$$

Le temps de cycle est : Tc = 47.5 s

V) Résistance des matériaux :

III.1) Résistance du plan de joint au matage :

$$Spj \geq \frac{F}{0.2 * Re} = \frac{750000}{890.2 * 5800} = 6465.5 \text{ mm}^2$$

La force de fermeture d'une presse 75T est :

$$75T = 75000 \text{ kg} = 750000 \text{ N}$$

V.I) Résistance de l'empreinte fixe.

$$\sigma_e = \frac{F}{S} \leq Rpe$$

$$Rpe = \frac{Re}{s}$$

Re : résistance limite à la traction pour les aciers non alliée (Re = 370 N/mm²). s :

coefficient de sécurité (s = 2).

S : surface soumise au matage

$S = L \times E$ avec L et E sont respectivement la longueur et la largeur d'élément soumis décrivant la surface matée.

Application numérique :

$$R_{pe} = \frac{580}{2.2} = 263.6 \text{ N/mm}^2$$

A – porte empreinte fixe

$$S = 63084.41 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{F}{S} + \frac{750000}{63084.41}$$

$$\sigma_e = 11.88 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pe}$$

Puisque la condition est vérifiée la porte empreinte fixe résistera au matage.

V.2) Résistance de la semelle fixe :

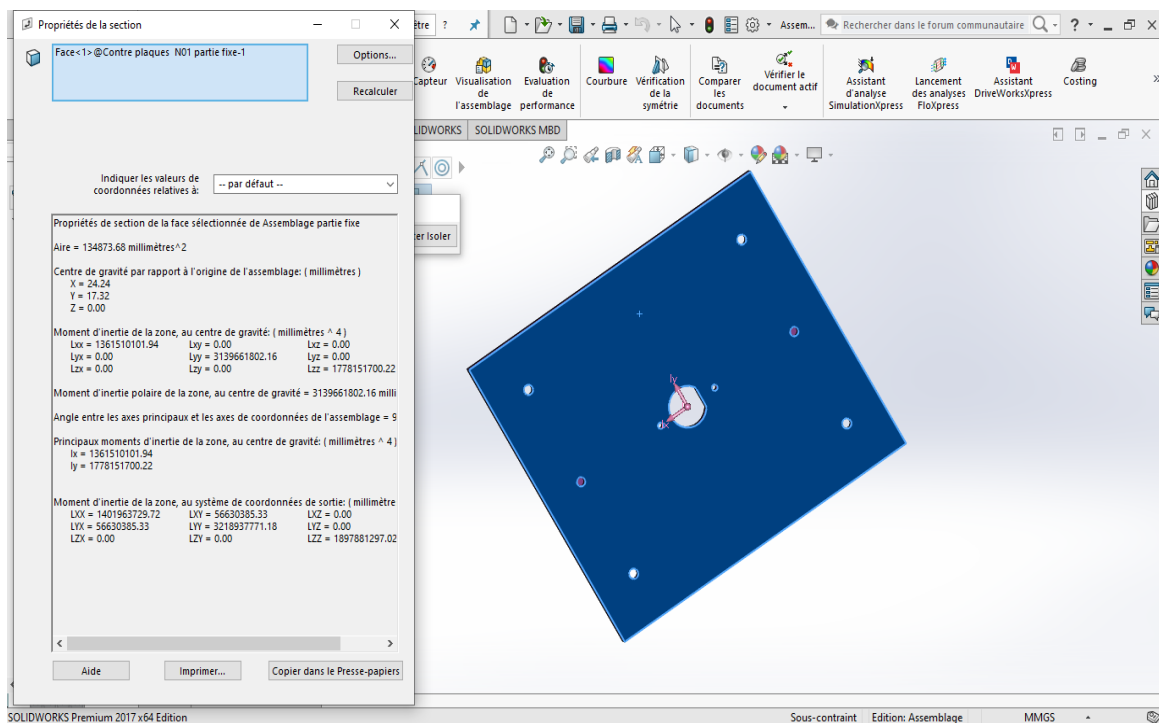


Fig. IV-48: Surface de semelle fixe

$$\sigma_e = \frac{750000}{134873.68}$$

$\sigma_e = 5.56 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pe}$
 Donc la condition est vérifiée

V.3) Résistance des tasseaux :

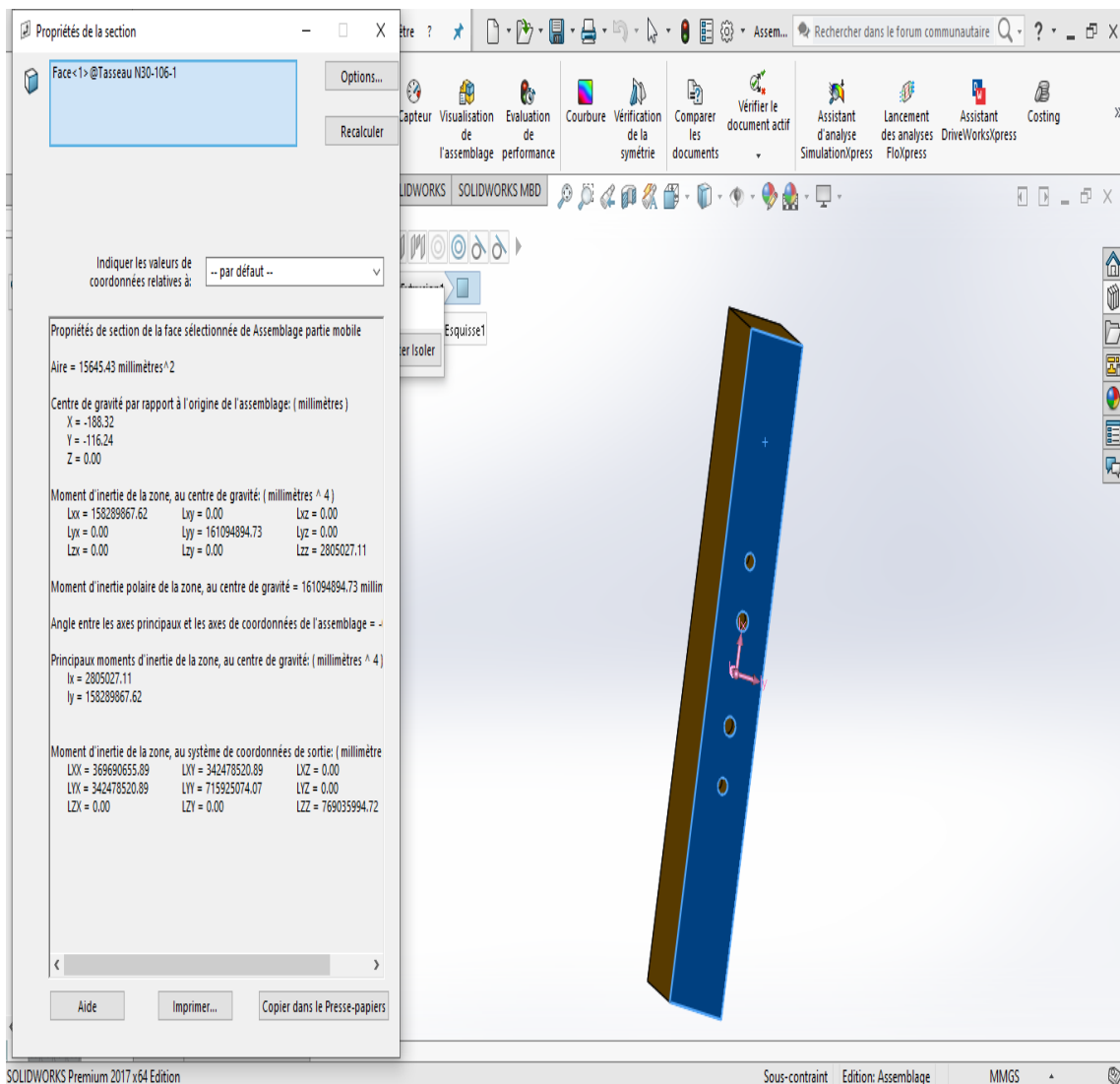


Fig. IV-49 : Surface des tasseaux

$$S = 15645.43 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{750000}{15645.43} = 47.93 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pe}$$

Donc la condition est vérifiée

V.4) Résistance Support N20 :

$$S = 110480.92 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{750000}{110480.92} = 6.78 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pe}$$

Donc la condition est vérifiée.

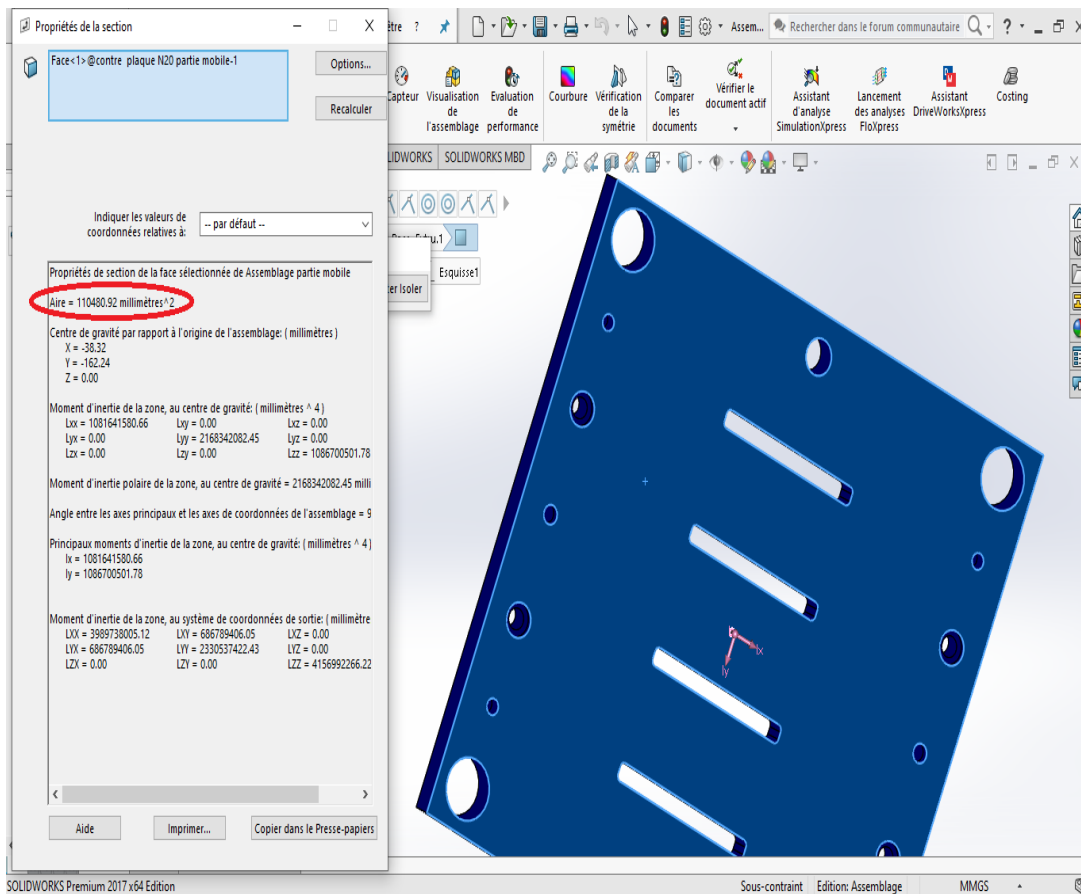


Fig. IV-50 : Plaque support

V.5) Résistance de la plaque semelle mobile :

$$S = 135449.04 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_e = \frac{750000}{135449.04} = 5.53 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pe}$$

Donc la condition est vérifiée.

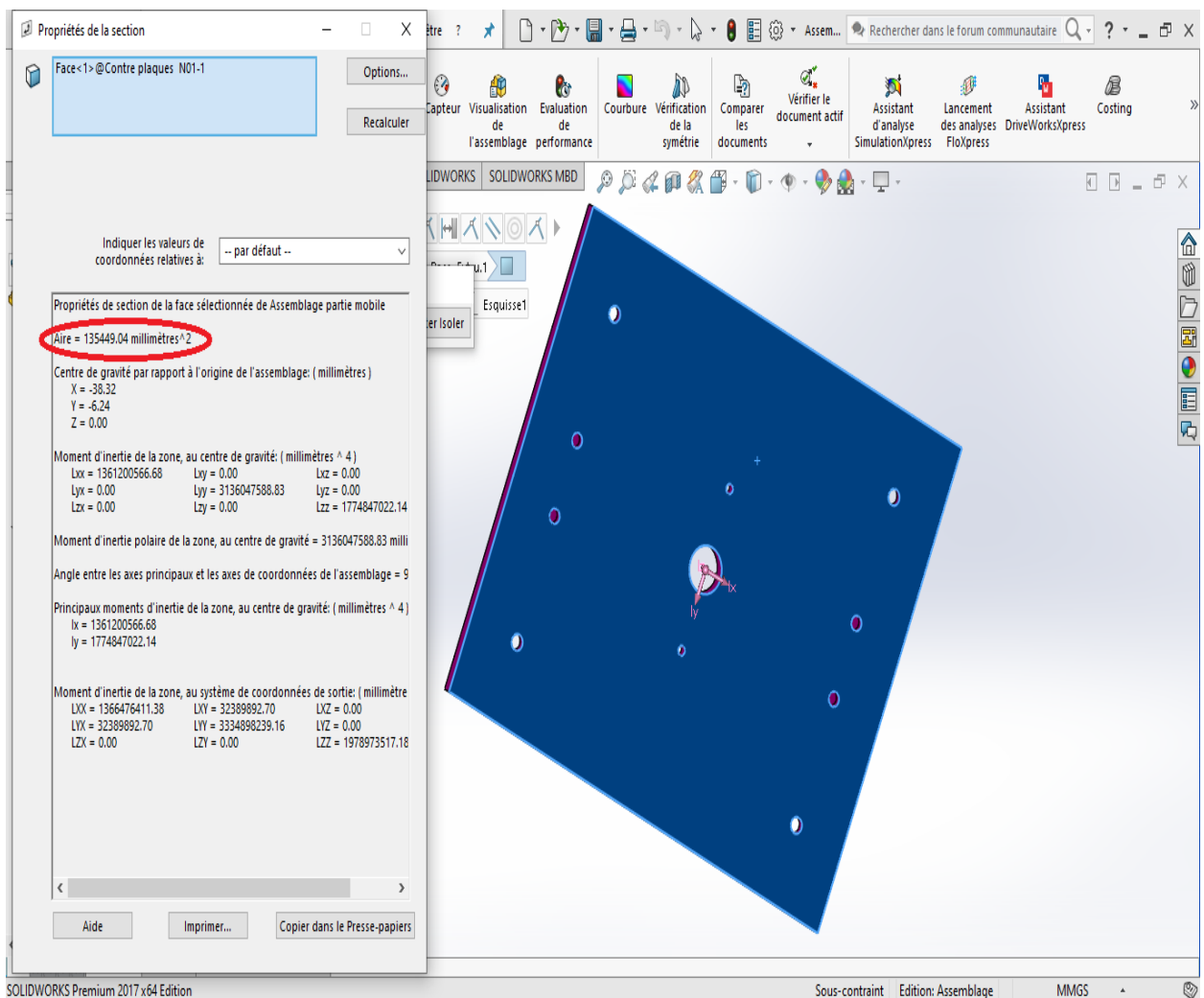


Fig. IV-51 : Plaque semelle mobile.

V.6) Résistance de l'empreinte mobile :

$$S = 34258.22$$

$$\sigma_e = \frac{750000}{34258.22} = 21.89 \text{ N / mm}^2 \leq R_{pe}$$

Donc la condition est vérifiée.

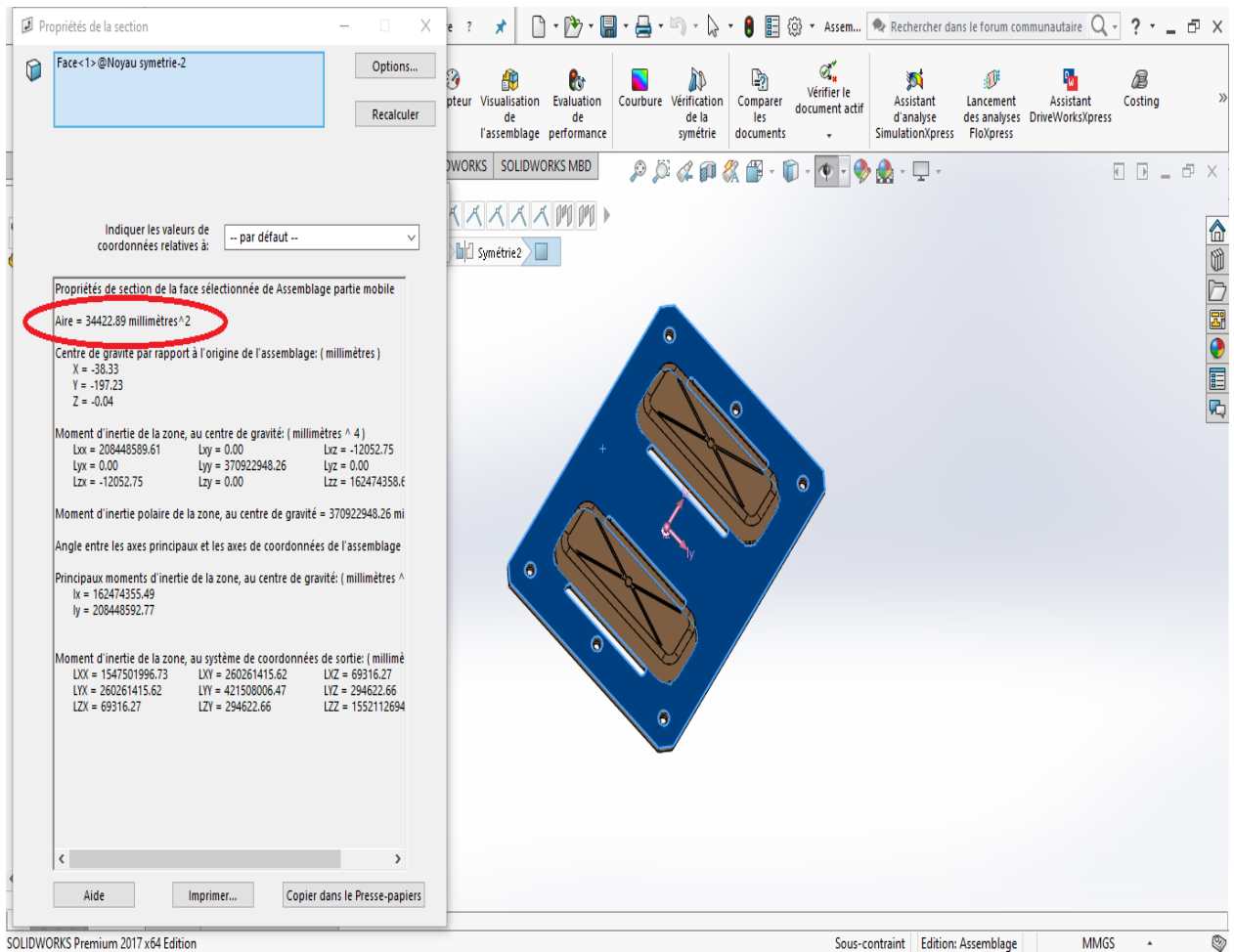


Fig. IV-52 : Empreinte mobile.

VI) Vérifications des éléments de guidage et de fixation aux efforts de cisaillement.

VI.1) Résistances des colonnes de guidage au cisaillement :

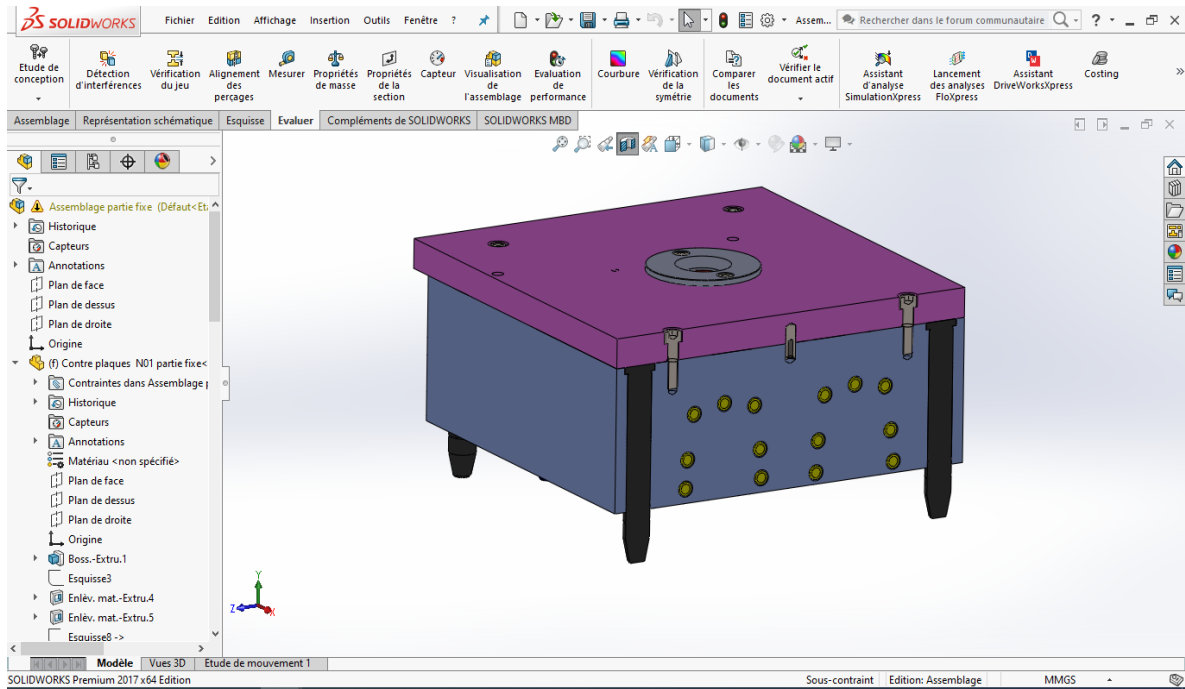


Fig. IV-53 : Colonnes de guidage

$$\tau = \frac{F}{n \cdot S} \leq [\tau]_{cis}$$

$$[\tau]_{cis} = \frac{\sigma_e}{K}$$

$$[\tau]_{cis} = \frac{580}{2} * 0.8 = 232 \text{ N/mm}^2$$

Avec :

σ_e : limite élastique du matériau ; $\sigma_e=580\text{N/mm}^2$

k : coefficient de sécurité ; on prend $k=2$

F : effort normal (poids de la partie fixe), $[17397.10\text{g} = 17.3971\text{Kg} = 173.971 \text{ N}]$

$F=173.971 \text{ N}$

S : section de la colonne $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$

n : le nombre de sections cisailées. $n=2$

$$S = \frac{3.14 \cdot 24^2}{4} = 452.16 \text{ mm}^2$$

Application numérique

$$\tau = \frac{173.971}{2 \cdot 452.16} = 0.192 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau]_{cis}$$

VI.2) Vérification des colonnes de batterie d'éjection au cisaillement :

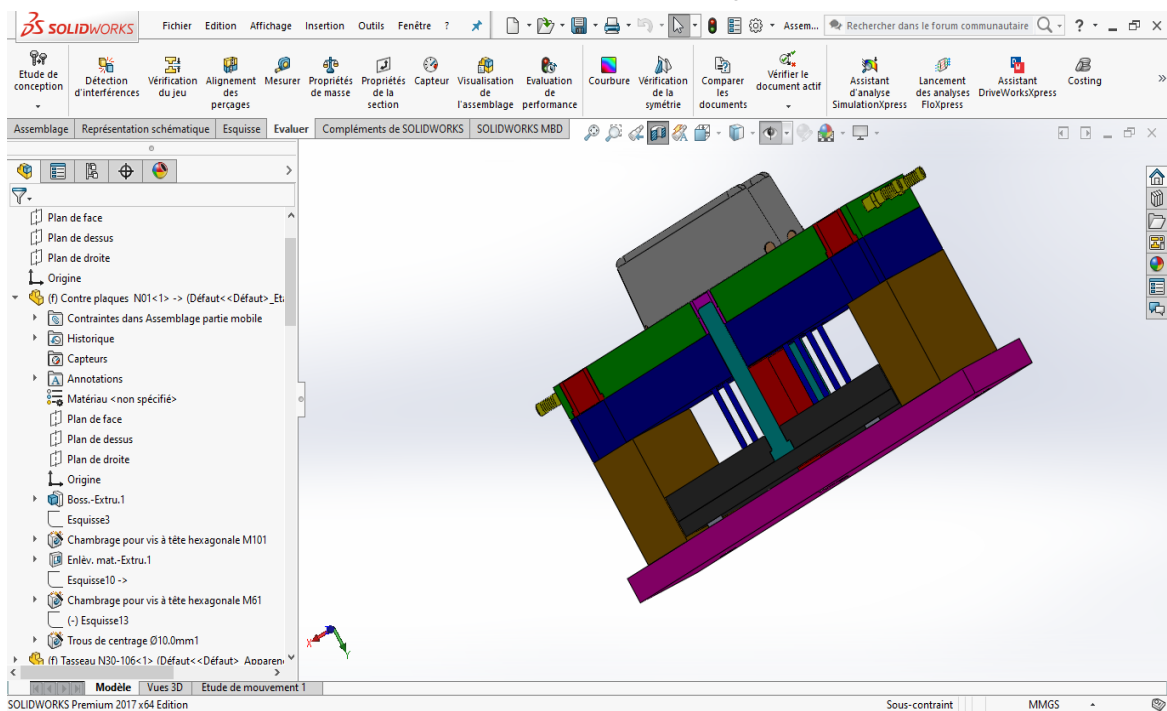


Fig. IV-54 : Colonne de batterie

$$\tau = \frac{F}{n * S} \leq [\tau]_{cis}$$

Avec :

F : poids de la batterie éjectrice $F= 204.97 \text{ N}$

n : le nombre de sections cisillées ; $n=4$

d: diamètre de la colonne ; $d=18 \text{ mm}$

S : section cisillée.

k : coefficient de sécurité ; on prend $k=2$.

Application numérique.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 18^2}{4} = 254.34 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{204.97}{4 \cdot 254.34} = 0.20 \text{ N/mm}^2 \text{ avec}$$

la condition est vérifiée.

VII) Vérification de la résistance des vis au cisaillement :

VII.1) Pour la Partie fixe :

a) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la plaque semelle fixe et

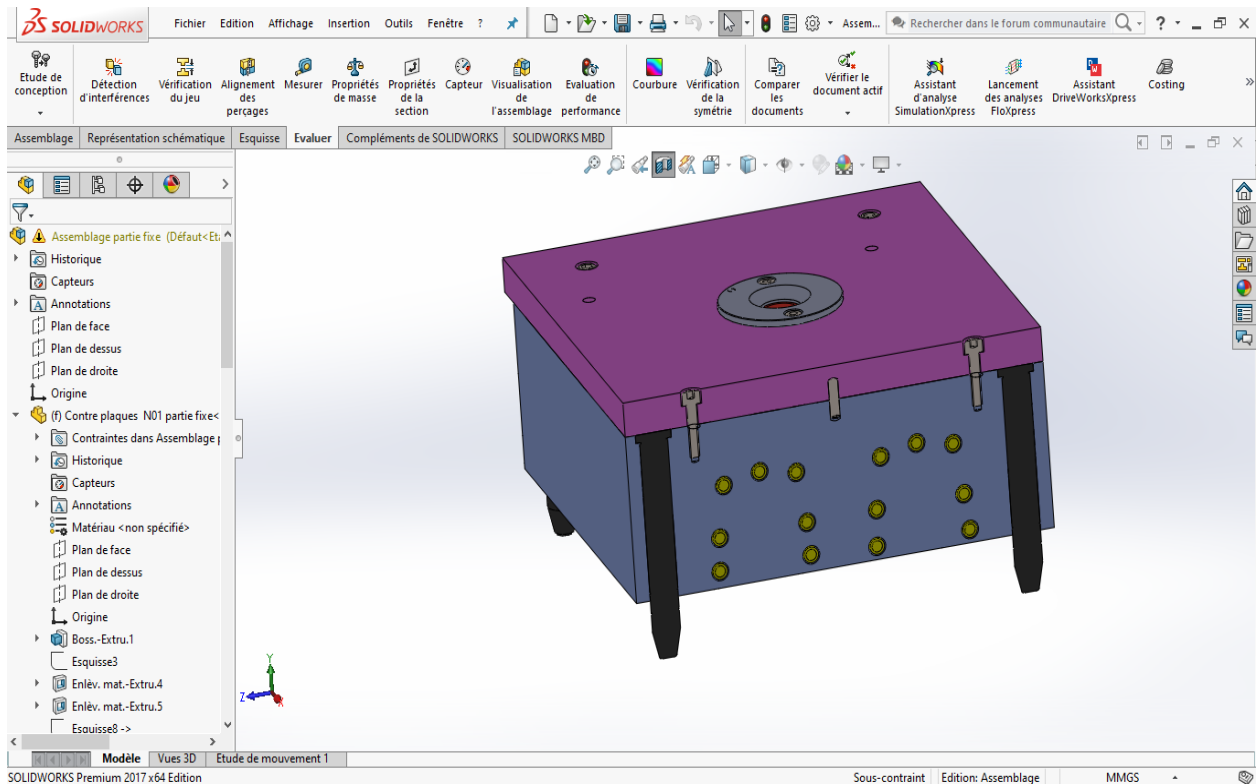
porte empreinte fixe :

Fig. IV-55 : Vis CHc M10

$$[\tau] \leq [\tau] \text{ cis}$$

$$R_{pg} = \frac{Reg}{s} = \frac{335}{2} = 167.5$$

Avec :

Résistance élastique au cisaillement : Reg [Mpa]

Résistance pratique au cisaillement : Rpg[Mpa]

Facteur de sécurité : =2

Section d'une vis : Sv

P1 la charge totale supportée par les 4 vis

P (plaque semelle) = 34.04N

P (porte empreinte) = 92.05N

$$S \text{ vis} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 10^2}{4} = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$\tau = \frac{P1}{n \cdot Sv} = \frac{126.09}{4 \cdot 78.5} = 0.40 \text{ N/mm}^2 \leq [\tau] \text{ cis}$$

$\tau \leq R_{pg}$ Donc les 6 vis résistent largement.

b) Résistance de 6 vis M8 CHc due au poids de porte empreinte et l’empreinte :

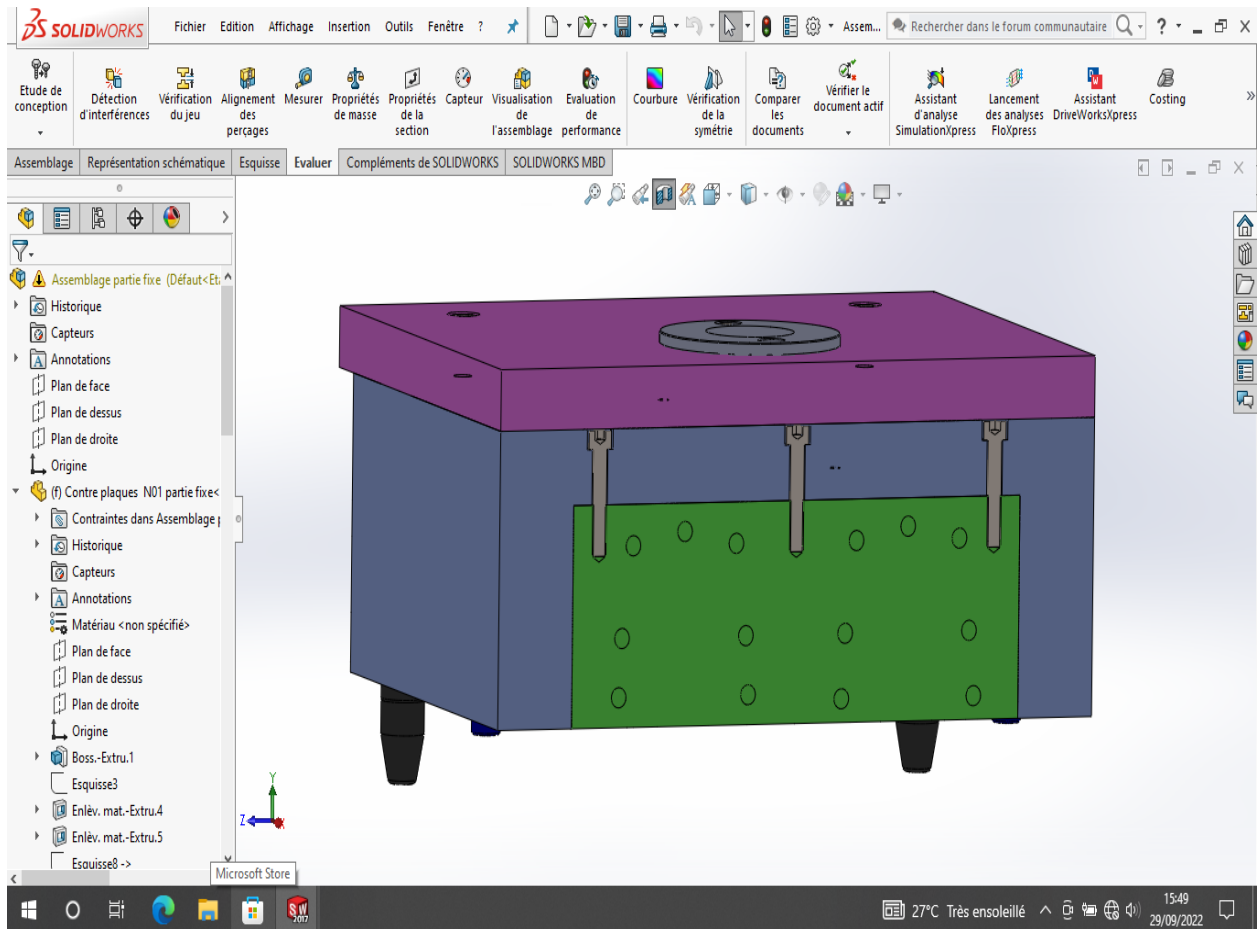


Fig. IV-56 : Vis CHc M8

$$\tau = \frac{P}{n S_v}$$

$$S_v = 3.14 * 8^2 / 4 = 50.24 \text{ mm}^2$$

AN : $P = 92.05 + 37.42 = 129.47 \text{ N}$

$$\tau = \frac{129.47}{6 * 50.24} = 0.43 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pg}$$

Donc les 6 vis résistent largement.

VII.2) Partie mobile :

a) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la plaque semelle mobile et les deux tasseaux :

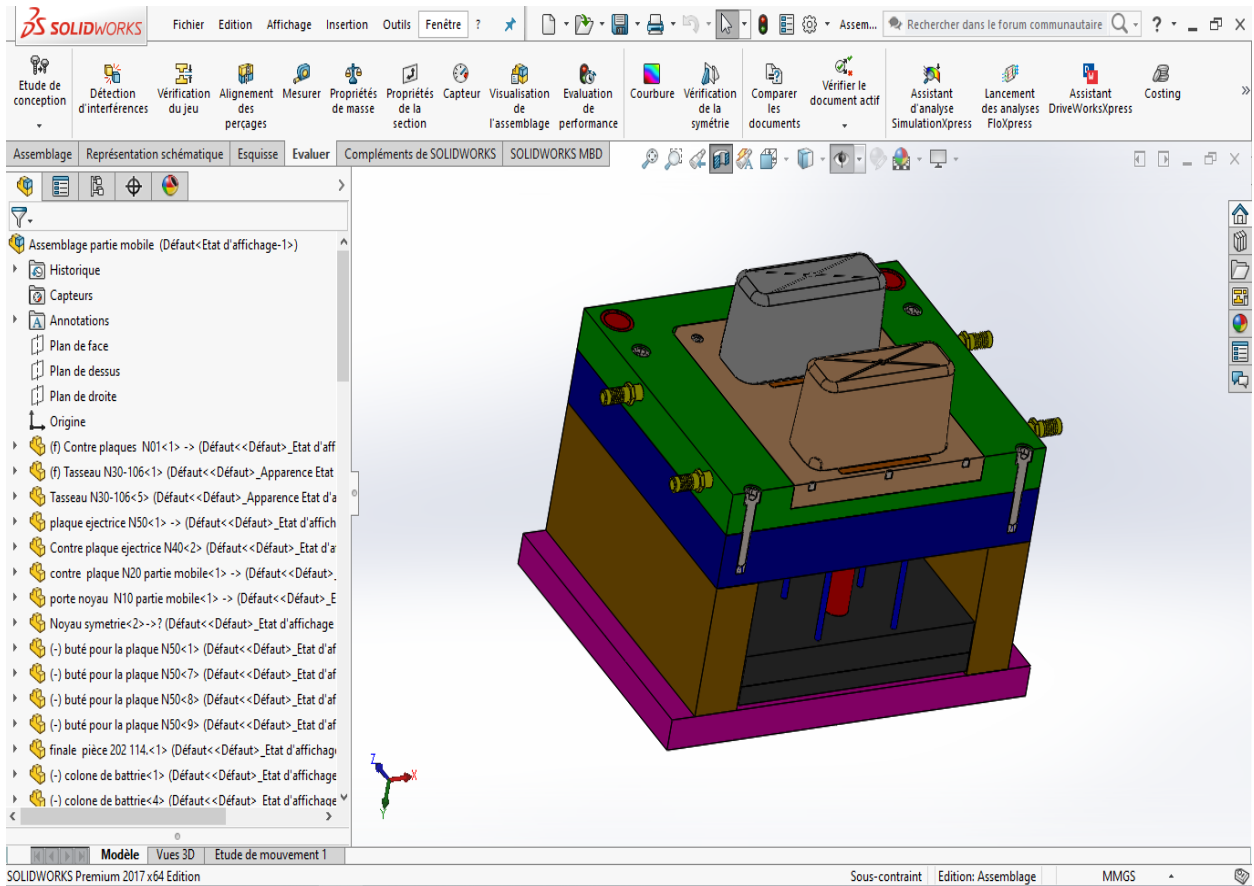


Fig. IV-57 : Vis CHc M10.

$$\tau = \frac{P}{n \cdot Sv}$$

$$Sv = \pi * d^2 / 4 = 3.14 * 10^2 / 4 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$P \text{ (semelles mobiles)} = 34.50 \text{ N}$$

$$P \text{ (Tasseaux)} = 17.06 * 2 = 34.12 \text{ N}$$

$$P \text{ (totale)} = 34.50 + 34.12 = 68.62 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{68.62}{4 * 78.5} = 0.21 \text{ N/mm}^2 \leq Rpg$$

Donc les 4 vis CHc M10 résistent largement.

b) Résistance des 4 vis CHc M10 due au poids de la porte empreinte mobile et la plaque support :

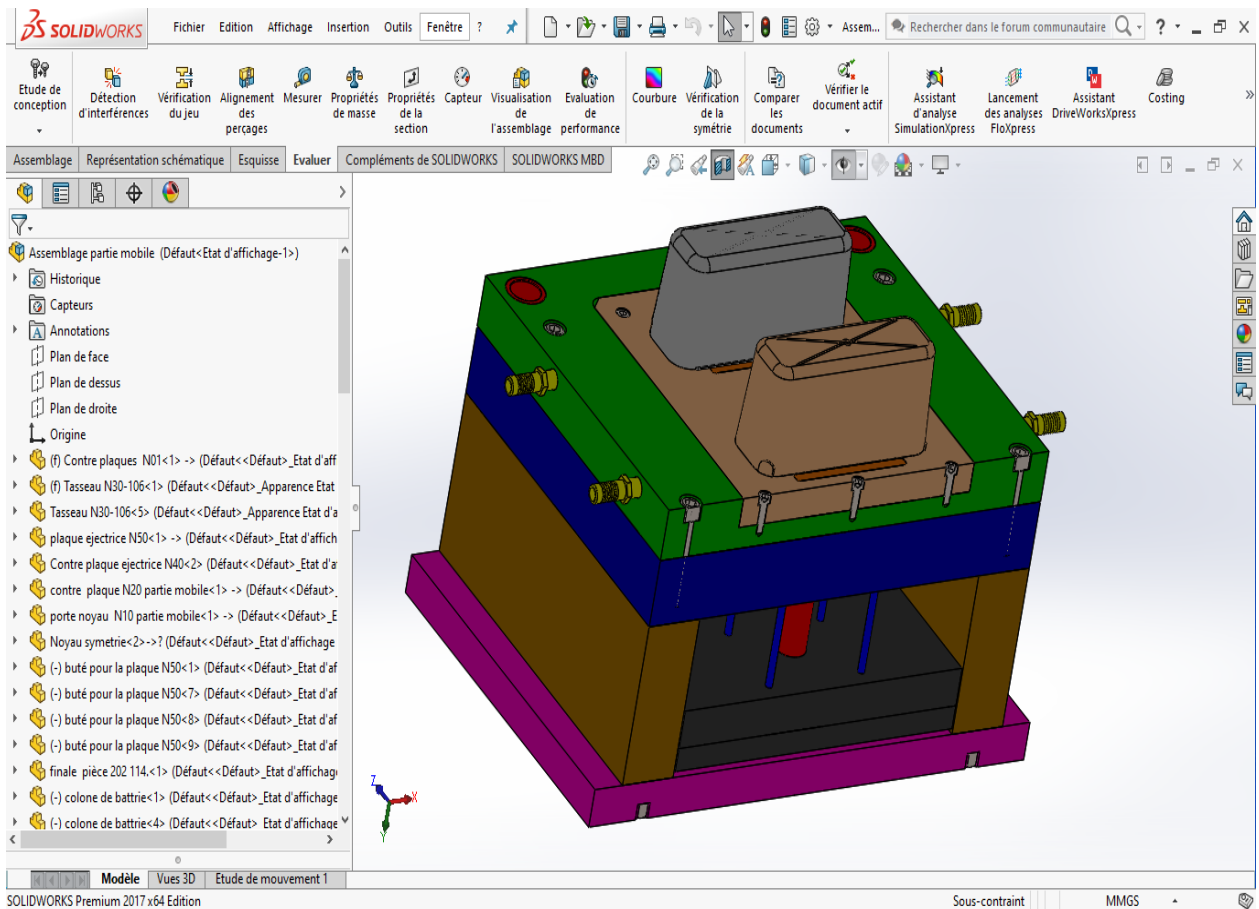


Fig. IV-58 : Vis CHc M10

$$\tau = \frac{P}{n \cdot S_v}$$

$$S_v = \pi * d^2 / 4 = 3.14 * 10^2 / 4 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$P \text{ (porte empreinte mobile)} = 27.69 \text{ N}$$

$$P \text{ (plaque support)} = 50.10 \text{ N}$$

$$P \text{ totale} = 27.69 + 50.10 = 77.79 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{77.79}{4 * 78.5} = 0.24 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pg}$$

Donc les 4 vis CHc M10 résistent largement.

c) Résistance des 6 vis CHc M6 due au poids de la porte empreinte mobile et l’empreinte mobile :

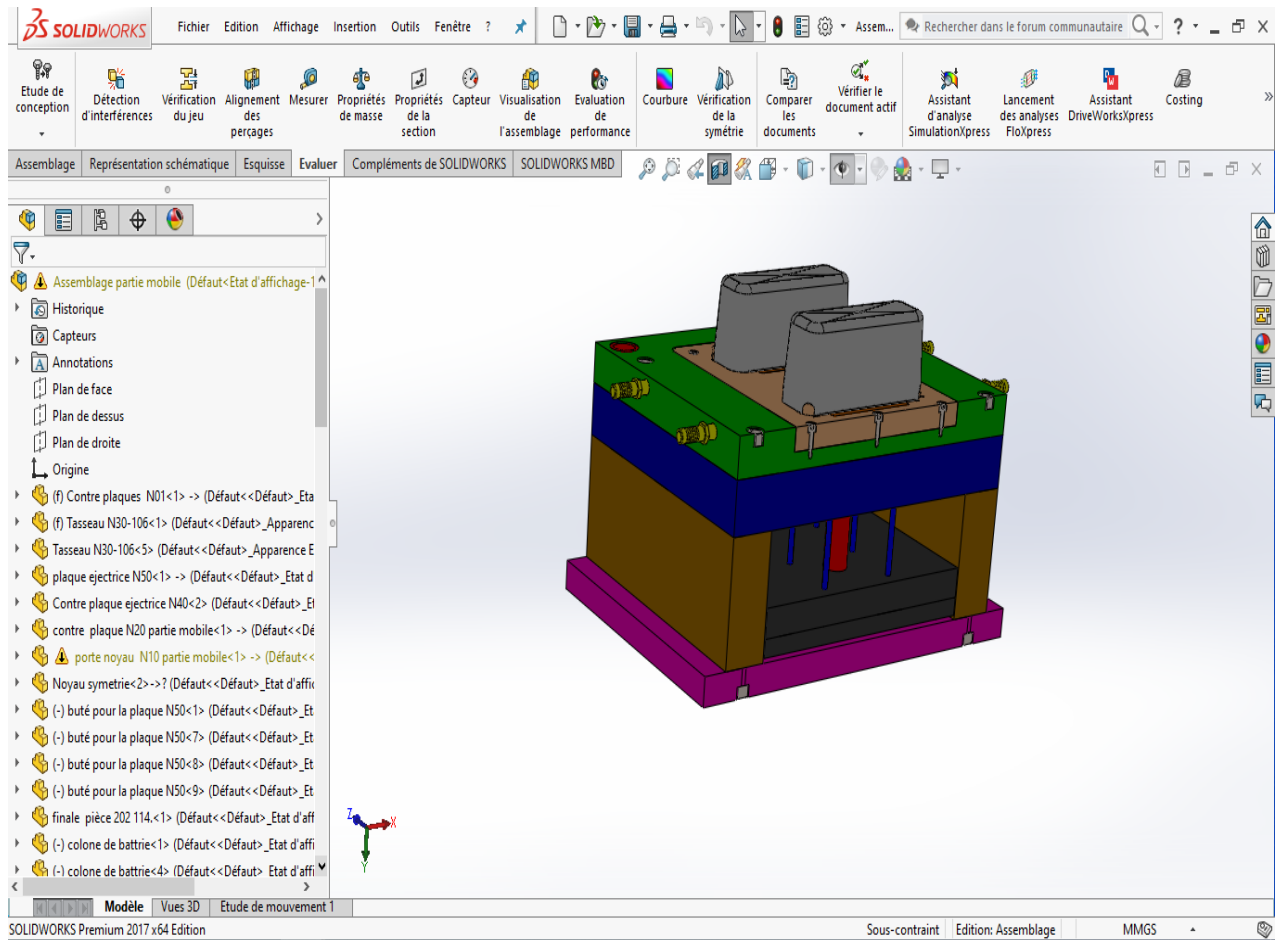


Fig. IV-59 : Vis CHc M6

$$\tau = \frac{P}{n \cdot S_v}$$

$$S_v = \pi * d^2 / 4 = 3.14 * 10^2 / 4 = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$P \text{ (porte empreinte mobile)} = 16.50 \text{ N}$$

$$P \text{ (empreinte mobile)} = 27.69 \text{ N}$$

$$P \text{ (totale)} = 16.50 + 27.69 = 44.19 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{44.19}{6 * 78.5} = 0.09 \text{ N/mm}^2 \leq R_{pg}$$

Donc les 4 vis CHc M10 résistent largement.

VIII) Conclusion :

Cette partie nous a permis de vérifier le calcul du dimensionnement du moule, le calcul de temps de refroidissement et la vérification à la résistance des différents éléments agissant lors de l'ouverture et de fermeture du moule. Et passer avec assurance à la phase de réalisation des plans d'exécution à l'atelier d'usinage.

Chapitre
V

CFAO

I) Introduction à la CFAO.

De nos jours, la plupart des pièces obtenues par injection plastique ont des formes très complexes, et la compréhension de tous les détails d'un dessin en 2D est presque impossible. Ce qui engendre la difficulté de concevoir et de fabriquer les empreintes de ce type de pièces.

D'où la nécessité d'utiliser l'outil informatique « CFAO ».

La conception et la fabrication assistées par ordinateur CFAO, se définit comme l'ensemble des aides informatique au bureau d'études, de l'établissement d'un cahier de charges relatif à un nouveau produit jusqu'à la génération des documents et des fichiers nécessaire à la fabrication. [15]

La technique utilisée permet à l'homme et à la machine d'être liés pour résoudre un problème en utilisant au mieux les compétences de chacun. Les logiciels CFAO actuellement disponibles sur le marché sont divers et parmi eux on peut citer :

- CATIA de Dassault Systèmes (qui est le support de notre partie pratique)
- UNIGRAPHICS de MAC DONEL DOUGLAS.
- TOPSOLID
- PRO/ENGINEER
- EUCLID de Marta Data Vision

La CFAO se divise en deux domaines distincts mais complémentaire entre eux, la CAO et la FAO, et on va développer chacun d'eux plus en détails dans ce qui suit.

II) La CAO (conception assistée par ordinateur) :

II.1) Définition de la CAO

La conception assistée par ordinateur (CAO) comprend l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, et de tester virtuellement des produits.

Lorsqu'un système est affecté d'un nombre trop grand de paramètres, il devient difficile de tout contrôler. La CAO permet de concevoir des systèmes dont la complexité dépasse la capacité de l'être humain, et d'apprécier globalement le comportement de l'objet créé avant même que celui-ci n'existe. En CAO, on ne dessine pas, on construit virtuellement un objet

capable de réagir dans son espace réel selon des lois régies par le logiciel. Le résultat, appelé maquette numérique qui constitue alors un véritable prototype évolutif.

Durant notre conception nous avons utilisé le logiciel de conception appelé «SolidWorks »

II.2) Application :

a) Conception de la pièce moulée :

En premier lieu nous avons utilisé les commandes du logiciel SolidWorks tel que : Esquisses, fonctions pour concevoir le cache boitier 202-114 d'un congélateur CF 1686 grand format avec les modifications nécessaires, ainsi que l'attribution de la matière appropriée (le PP dans notre cas).

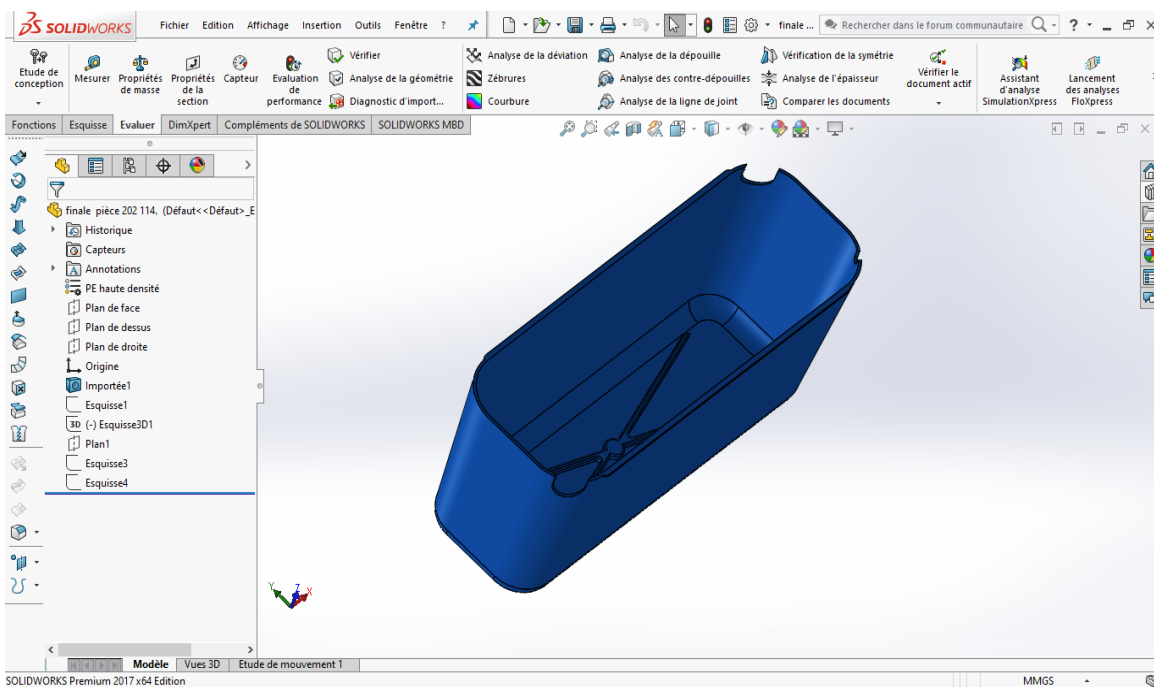


Fig. V-60 : conception de notre pièce sur solidworks

b) Conception du moule :

Dans cette étape nous avons commencé par la création des deux empreintes, l'utilisation de la fonction « outil de moulage » est indispensable, une fois dedans nous avons introduit un facteur de retrait et nous sommes passé à l'analyse de dépouille et à la spécification des lignes et plans de joint ; enfin la fonction « esquisse » et « volume noyau » nous a permis le dimensionnement final de nos deux empreintes fixe et mobile, et nous avons conçu le reste des pièces constituant le moule en trois dimensions (3D) de manière à assurer les fonctions objectives et les normes de construction..

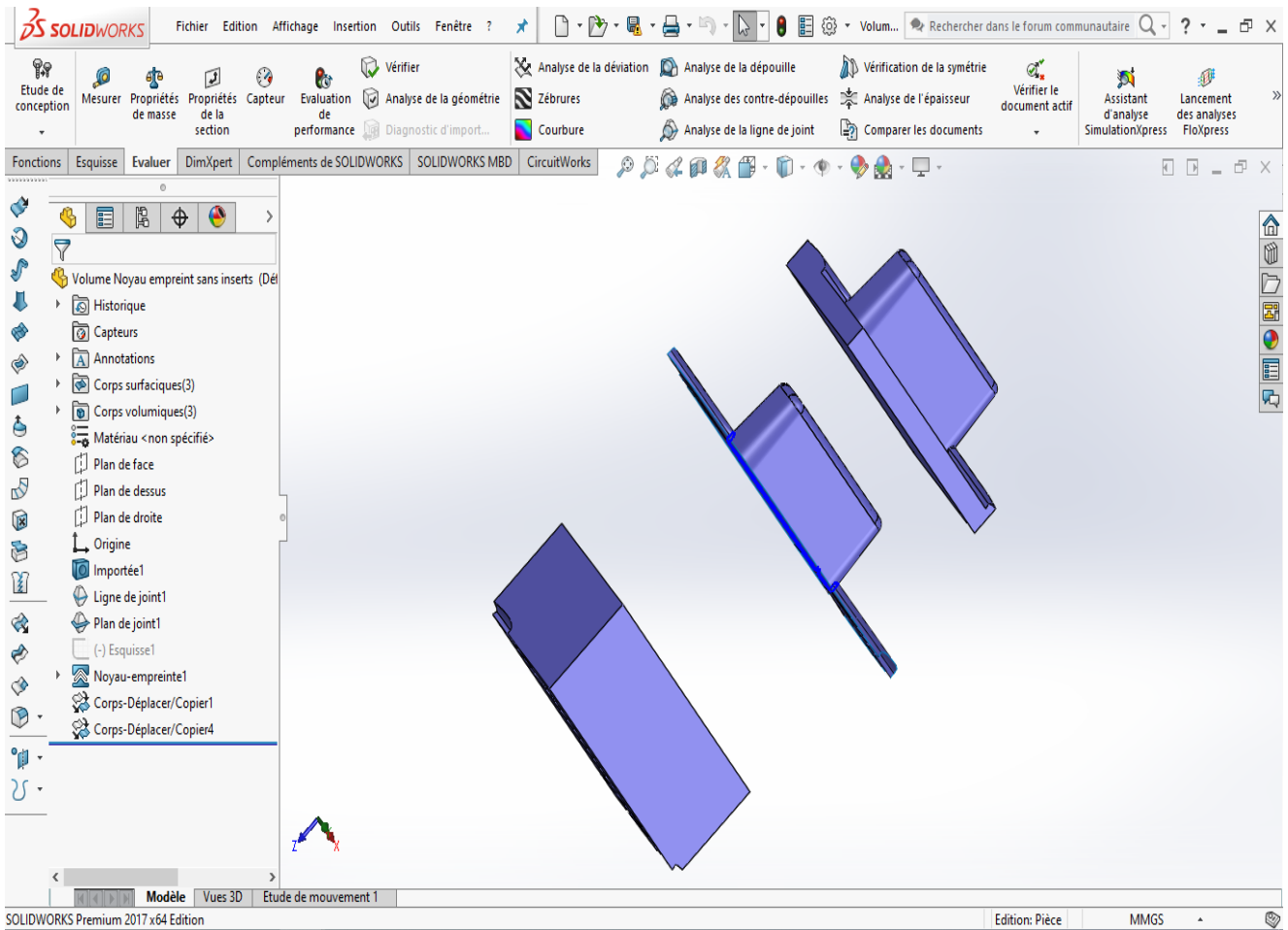


Fig. V-61 : utilisation de l'outil de moulage sur solidworks.

c) Assemblage des pièces du moule :

L'utilisation de la commande assemblages nous a permis d'effectuer le montage de toutes les pièces en formant un moule complet et la détection des interférences qui peuvent exister entre les pièces assemblées.

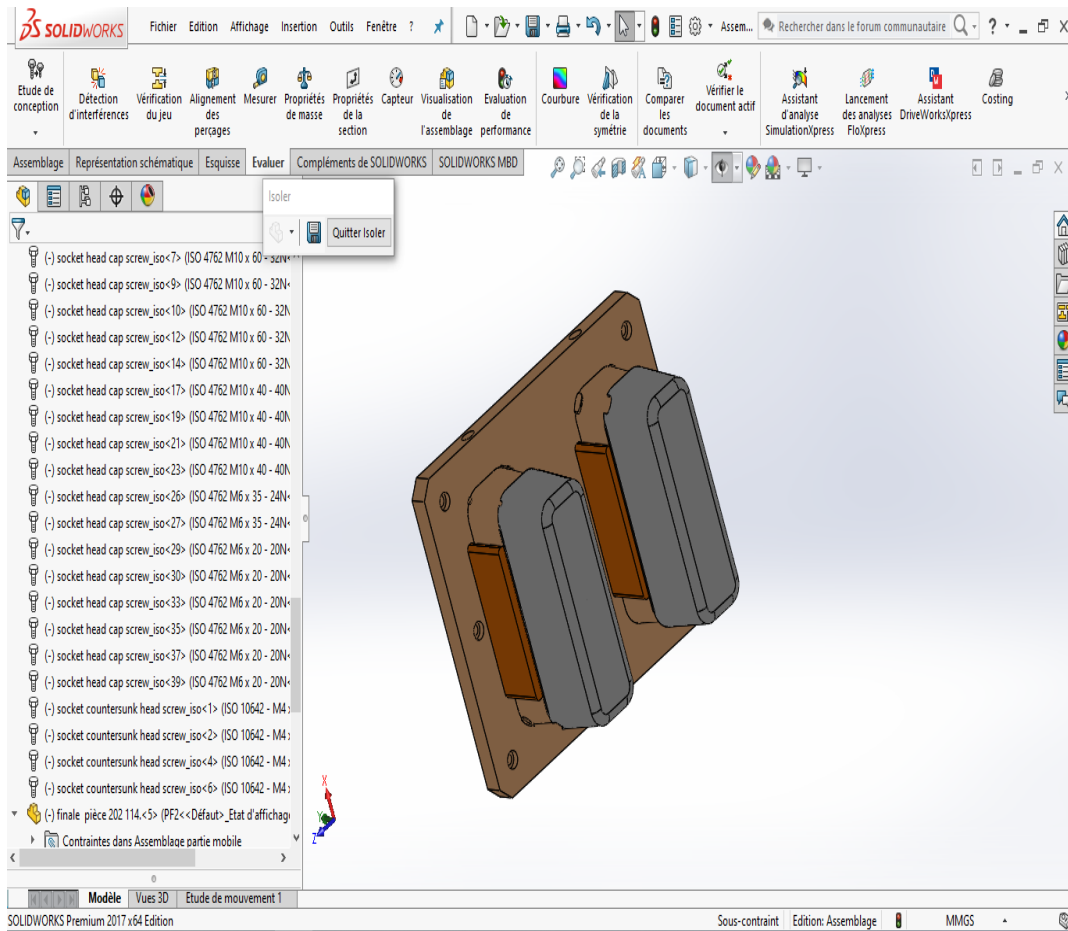


Fig. V- 62 : Assemblage sur solidworks.

d) Etude de mouvement :

La commande Solidworks animator nous a permis d'élaborer une animation 3D qui rend notre conception très claire malgré sa complexité, et donne aussi une idée sur le fonctionnement et le montage d'un moule d'injection plastique.

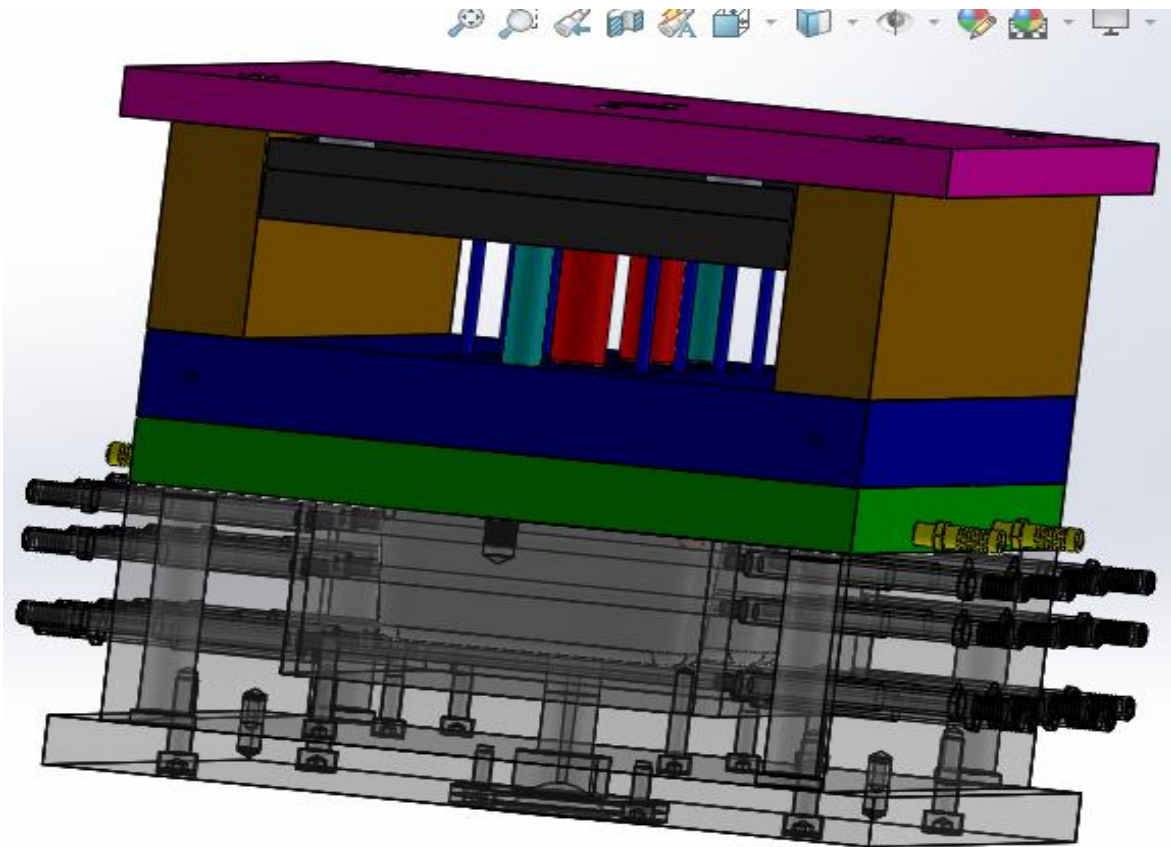


Fig. V-63: Etude de mouvement sur solidworks.

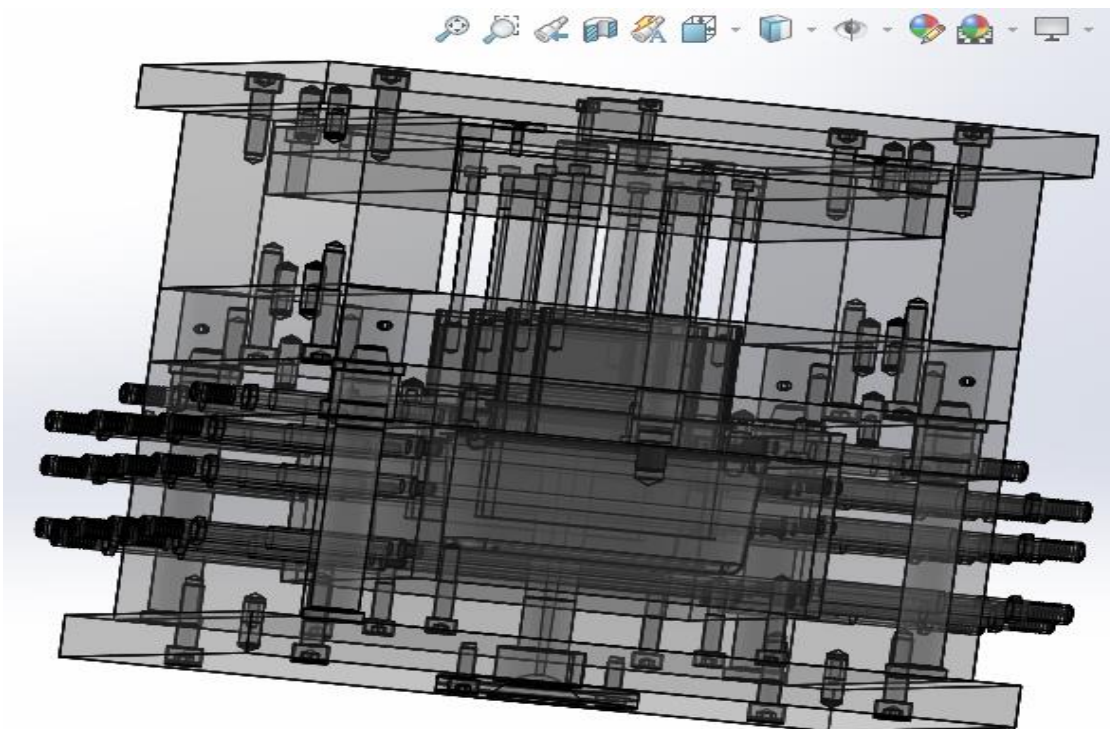


Fig. V -64 : notre moule mode transparent (mode filer)

III) La fabrication assistée par ordinateur (FAO) :

III.1) Définition :

La fabrication assistée par ordinateur est l'opération consistant à automatiser le processus d'usinage en élaborant un fichier contenant un programme de pilotage d'une machine à commande numérique (MOCN), ce fichier (G-CODE) assure une reprise automatique des données définissant les profils de contournage ou celles définissant des surfaces évolutives.

Les logiciels FAO disponibles actuellement sont divers, et offrent de plus en plus d'options et de souplesse d'utilisation, et tout ça grâce à l'aide précieuse de l'informatique et l'évolution exponentielle des supports d'utilisation (microordinateur), parmi ces logiciels FAO on peut citer :

- CAMWORKS
- CATIA
- POWERMILL
- SURFCAM
- GTL de MISSLER
- SMARTCAM
- CADKEY

III.2) Le G-code ou langage machine :

Le G-code est un langage directement utilisable par les MOCN, il regroupe toute une série d'informations concernant le déplacement de l'outil, les conditions de coupe et les caractéristiques techniques de la machine. Malgré les grands efforts de normalisations, les langages machine présentent des différences entre eux, il en résulte la nécessité de les adapter aux particularités de la machine. [16]

a) Structure générale du programme

Le programme est constitué d'une suite d'actions totalement définies ligne par ligne, et chaque ligne constitue un bloc d'informations.

Chaque bloc comporte des mots qui constituent une information: chaque mot débute par une lettre adresse qui donne un sens physique aux données numériques qui suivent : par exemple X15.500 signifie un déplacement suivant X jusqu'à l'abscisse 15.500, de même S1000 signifie une rotation de la broche fixée à 1000tr/min.

b) Lettre adresses :

Les lettres adresses usuelles sont :

- N :** : pour la numérotation des blocs.
- G :** : pour les fonctions préparatoires.
- X, Y, Z :** pour les coordonnées principales.
- A, B, C :** pour les coordonnées angulaires.
- U, V, W :** pour les déplacements secondaires parallèles à X, Y, Z.
- I, J, K :** pour les coordonnées du centre d'interpolation.
- S :** : pour la vitesse de rotation.
- F :** : pour la vitesse d'avance.
- T :** : désigne l'outil à utiliser.
- M :** : pour les fonctions auxiliaires.

c)Format des données :

Chaque constructeur spécifie dans son manuel de programmation la façon d'écrire les données numériques allouées aux différentes adresses.

Voici un exemple de bloc d'informations:

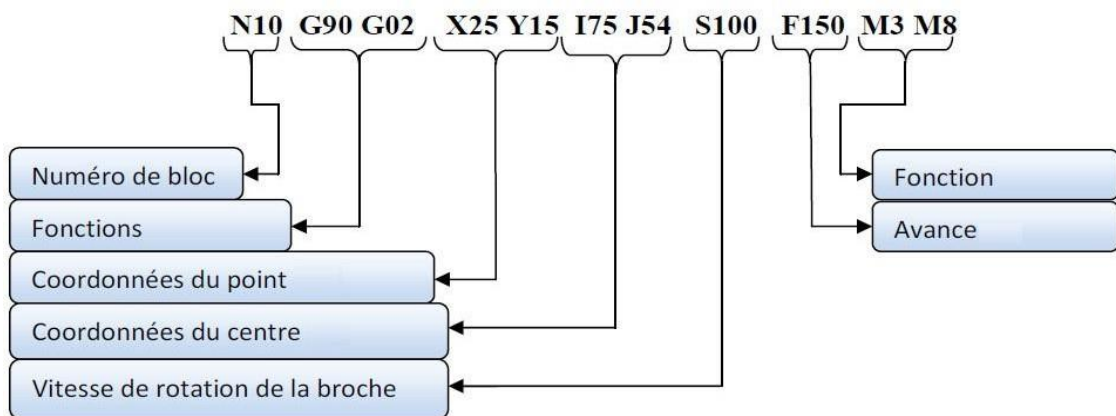


Fig. V-65 : Format de G-Code

IV) Machines-outils à commande numérique**Fig. V- 66 : Machine outil a commande numérique****Fig. V-67 : CNC tour a commande numérique**



Fig. V-68: CNC fraise a commande numérique

IV.1) Introduction :

La commande numérique est une technique utilisant des données composées de codes alphanumérique pour représenter les instructions géométriques et technologiques nécessaires à conduire une machine ou un procédé, c'est également une méthode d'automatisation des fonctions des machines ayant pour caractéristique principale une très grande facilité d'adaptation à des travaux différents.

Actuellement les principaux constructeurs de MOCN sont :

- NUM
- FANUC
- DMU
- HEIDENHAIN
- MAKINO
- MAZAK
- DMG
- HERMIL
- CINCINNATI
-

IV.2) Classification des machines outil à commandes numérique :

On peut classer les MOCN suivant deux critères essentiels qui sont :

Mode de déplacement de la table :

- Machines à déplacement point à point.
 - Machines à déplacement paraxial.
 - Machines à déplacement continu.
-
- **Le nombre d'axes commandés simultanément :**
- Deux axes commandés simultanément.
 - Deux axes commutables
 - Deux axes et demi.
 - Trois axes simultanés.
 - Quatre axes.
 - Cinq axes.

IV.3) Eléments de base d'une MOCN :

Une machine-outil à commande numérique est composée de deux parties essentielles, la partie commande et la partie opérative :

***III* Partie commande :**

La partie commande a pour fonction de transformer les informations codées du programme en ordres donnés aux servomécanismes de la partie opérative, pour obtenir les déplacements des organes mobiles. La partie commande est constituée d'une multitude de microprocesseur et d'automates programmables.[17]

IV Partie opérative :

Elle comprend tous les organes physiques mobiles et immobiles de la machine, qui entrent en jeu dans l'usinage de la pièce.

Dans le cas d'une fraiseuse à commande numérique, la partie opérative sera composée de :

- **la table:** support de pièces, mobile selon deux ou trois axes, équipée de systèmes de commande vis et écrou à billes.
- **Les moteurs :** chargés de l'entraînement de la table support de pièce suivant les divers axes et de la rotation de la broche.
- **L'élément de mesure :** ou capteur de position qui renseigne à tout moment la position du mobile sur chaque axe.
- **La dynamo tachymétrie :** qui assure la mesure de vitesse de rotation.

V) Simulation d'une machine à commande numérique :

Après avoir obtenu les programmes d'usinage de nos pièces avec le logiciel FAO « CATIA » nous avons opté pour l'utilisation d'un logiciel de simulation appelé « SSCNC » après conversion de nos programmes au format (Txt) ce dernier nous a permis de visionner une simulation d'un vrai usinage sur machine à commande numérique.[18].

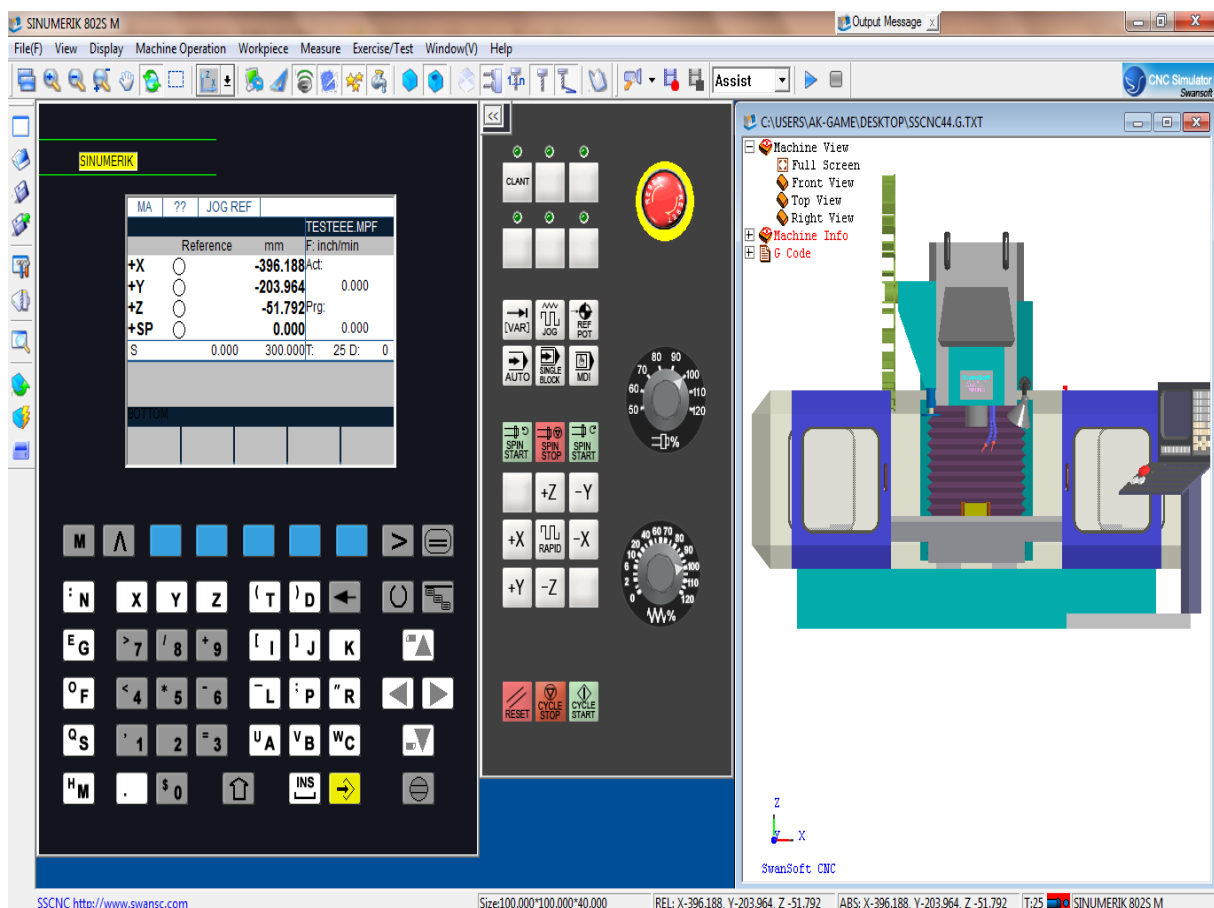


Fig. V-69: Fenêtre principale de SSCNC.

Conclusion générale

La réalisation de notre projet de fin d'études au niveau de l'entreprise ENIEM (Unité prestation techniques) à été pour nous d'une importance capitale, tant sur le plan pratique que théorique.

Concevoir un moule avec ses pièces est un travail très compliqué qui nous a demandé un effort intensif, durant la période du projet on a appris plusieurs notions dans le domaine de la conception et de la programmation et nous avons constaté la difficulté de mettre en œuvre les acquis théoriques en milieu industriel, de plus nous tenons à noter que cette étude nous à permis de nous familiariser et de nous initier à certains logiciels très utilisés tel que SOLIDWORKS, CAMWORKS pour la conception assistée par ordinateur et la programmation, aussi dimensionner les divers parties du moule selon les normes exigée par le cahier des charges, et interpréter les résultats et les comparer .

Par ailleurs, ce projet nous à permis d'apprendre la réalité du monde du travail et le vaste domaine de la construction mécanique.

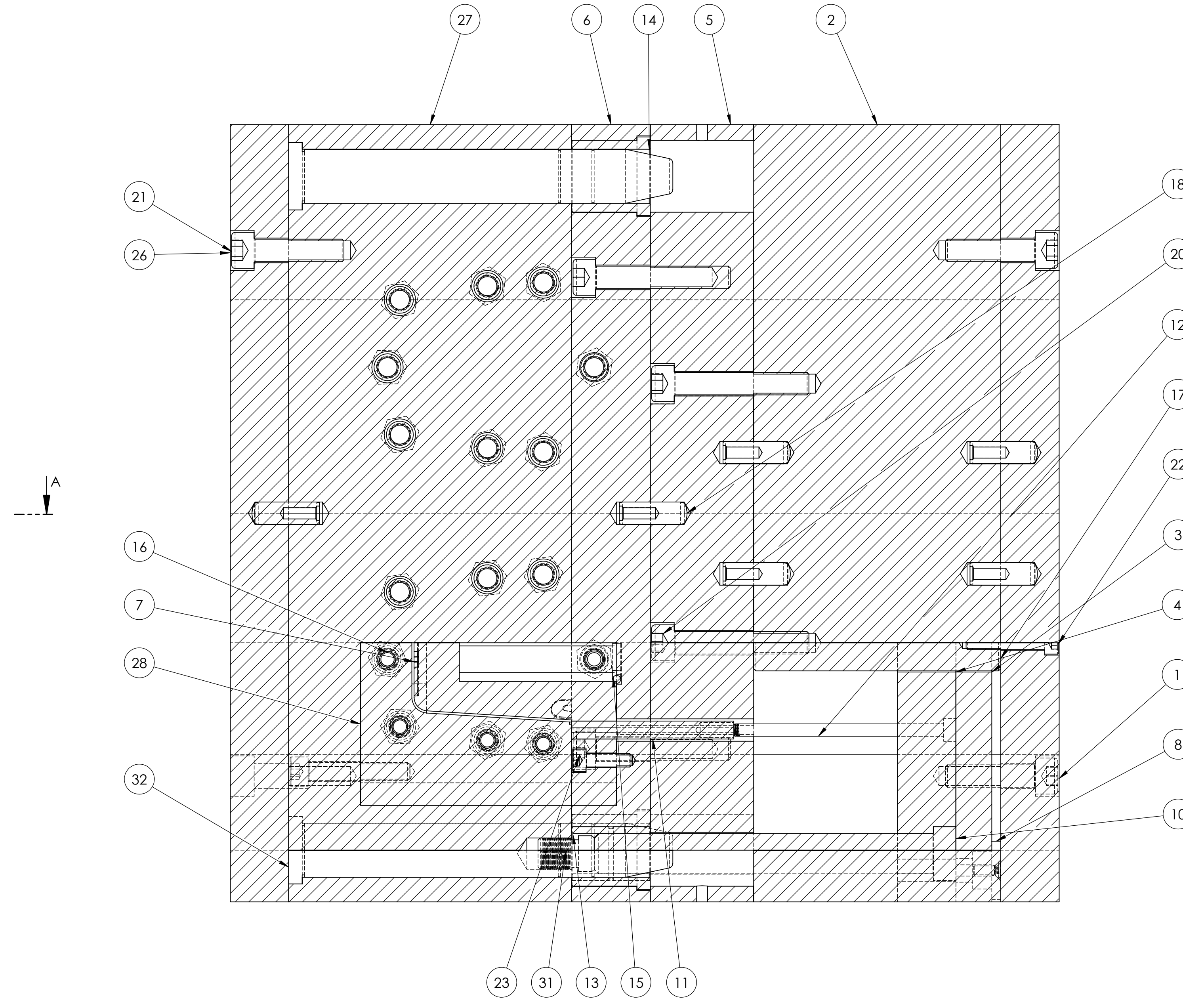
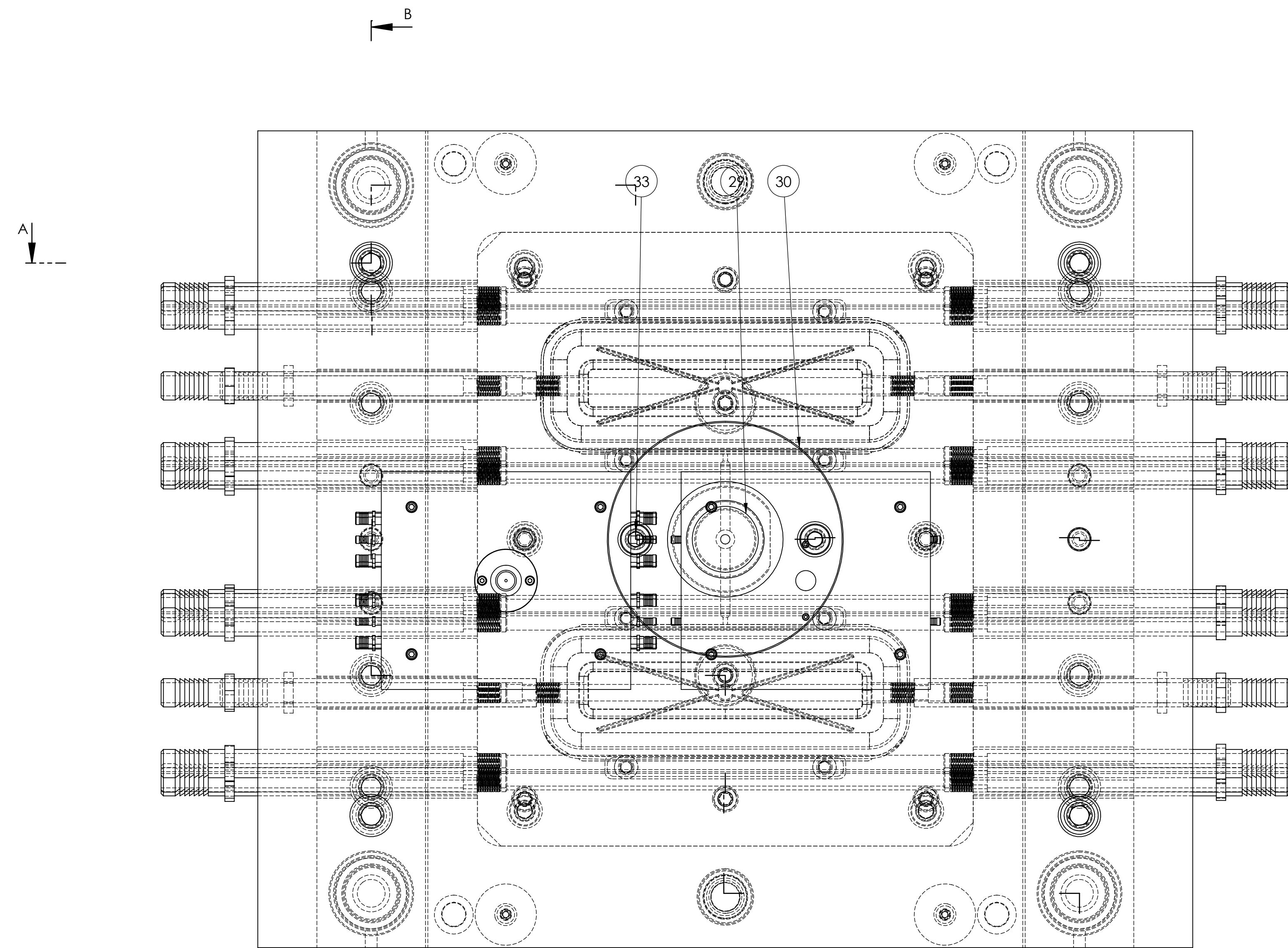
En fin ce travail était pour nous une occasion de faire nos premiers pas dans le vaste terrain de la conception et la fabrication des moules, dans le sens ou nous étions amenés à concevoir et à mettre en œuvre un moule d'injection plastique qui nous était totalement méconnu auparavant.

Pour cerner cette problématique nous avons effectué une recherche sur le principe de fonctionnement afin de nous permettre d'imaginer des solutions adéquates, simples et réalisables dans les limites du cahier des charges en tenant compte des moyens et possibilités dont dispose l'entreprise.

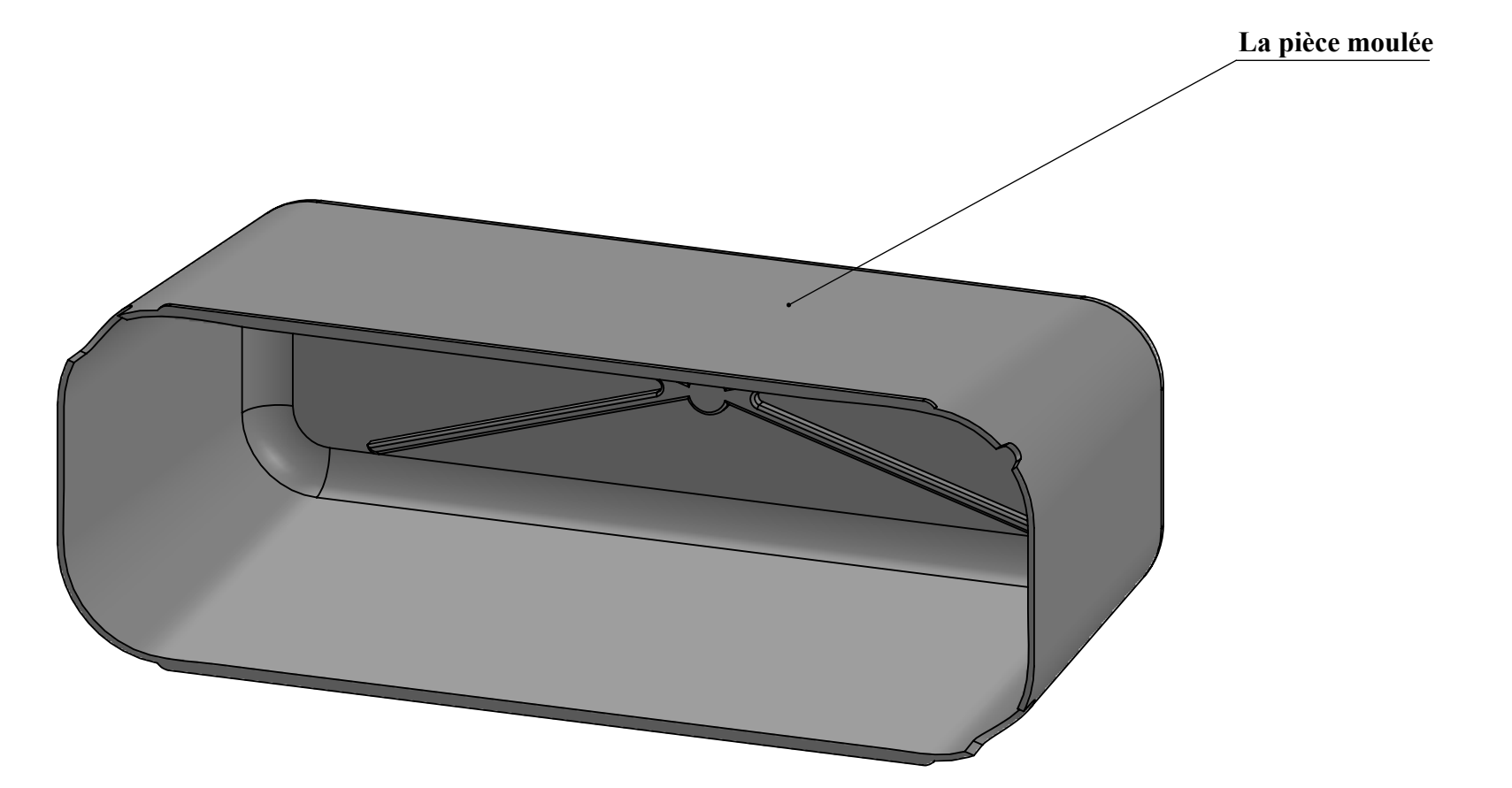
Bibliographie :

- [1] - <https://www.mantooj.net>_ MICHEL BIRON Aide-mémoire
Transformation des matières plastiques modèle congélateur CF 1686 GF .
- [2] - <https://www.lelementarium.fr/focus> Matière plastiques données industrielles.
- [3] - <https://nrc-publications .canada.ca/eng/view/object> CNRC .
- [4] - <http://www.techniques-ingenieur.fr> polymères et composites par domaine d'application .
K. ait Bachir : études et conception et réalisation d'un moule d'injection plastique.
- [5] - <http://sii-technologie .ac-rouen.fr> PP (Polypropylène).
- [6] - <https://plastisem.fr> guide et conseil .
- [7] - <http://www.topmachine.com/sidel-pet> Souffleuse pour bouteille-
- [8] - <https://ia803407.us.archive.org> Aide mémoire injection des matières plastiques .
Thomas Munch « Moule pour injection des thermoplastique- Conception et réalisation », article.
Techniques de l'Ingénieur, date de publication 17/07/20.
- [9] - <https://www.mat-technologic.com> Mat Technologique.
- [10] - <https://fpm-injection.com> Conception d'un moule d'injection plastiques .
- [11] - <http://www.techniques-ingenieure.fr> modes alimentation (injection plastiques).
- [12] - <http://www.sagaetplastique.fr> Guide des matière plastiques utilisées en injection .
- [13] - <https://camworks.com> Integrated CAM Software for Solidworks –CAMWORKS
- [14] - Paramètres de réglages de la presse d'injection <https://www.conceptek.net> >>
- [15] - <https://fr.m.wikipedia.org> CONCEPTION ET FABRICATION ASSISTE PAR ORDINATEUR .
- [16] - <https://biblio.univ-annaba.dz> Notion sur les machines a commande numérique.
- [17]- BERNARD MERY edition Hermès 1997

MACHINE-OUTILS A COMMANDE NUMERIQUE (MOCN).
- [18] - <http://www.cloudlearning.fr> SIMULATION USINAGE COMMANDE NUMERIQUE.



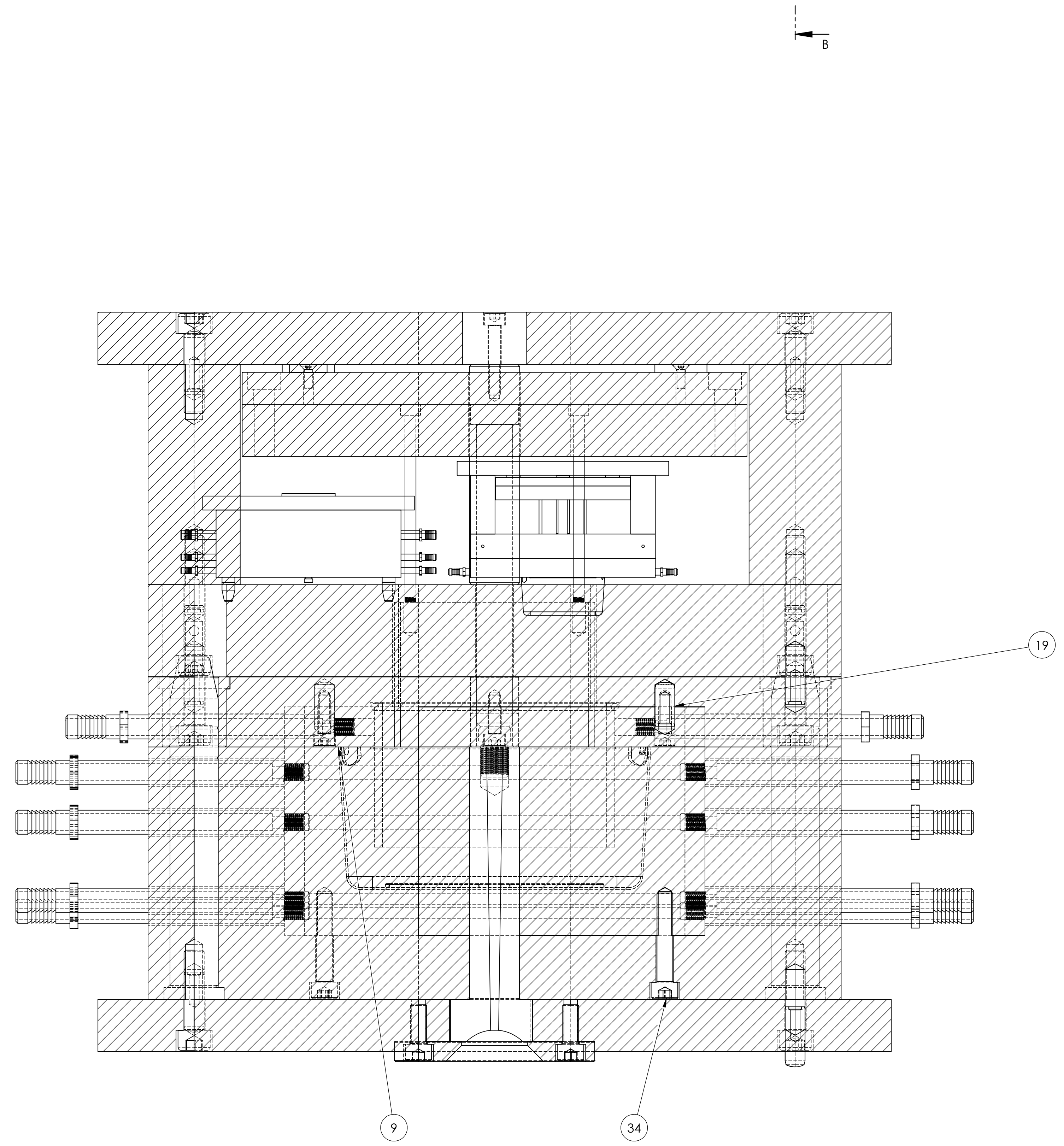
COUPE B-B
ECHELLE 1:5:2



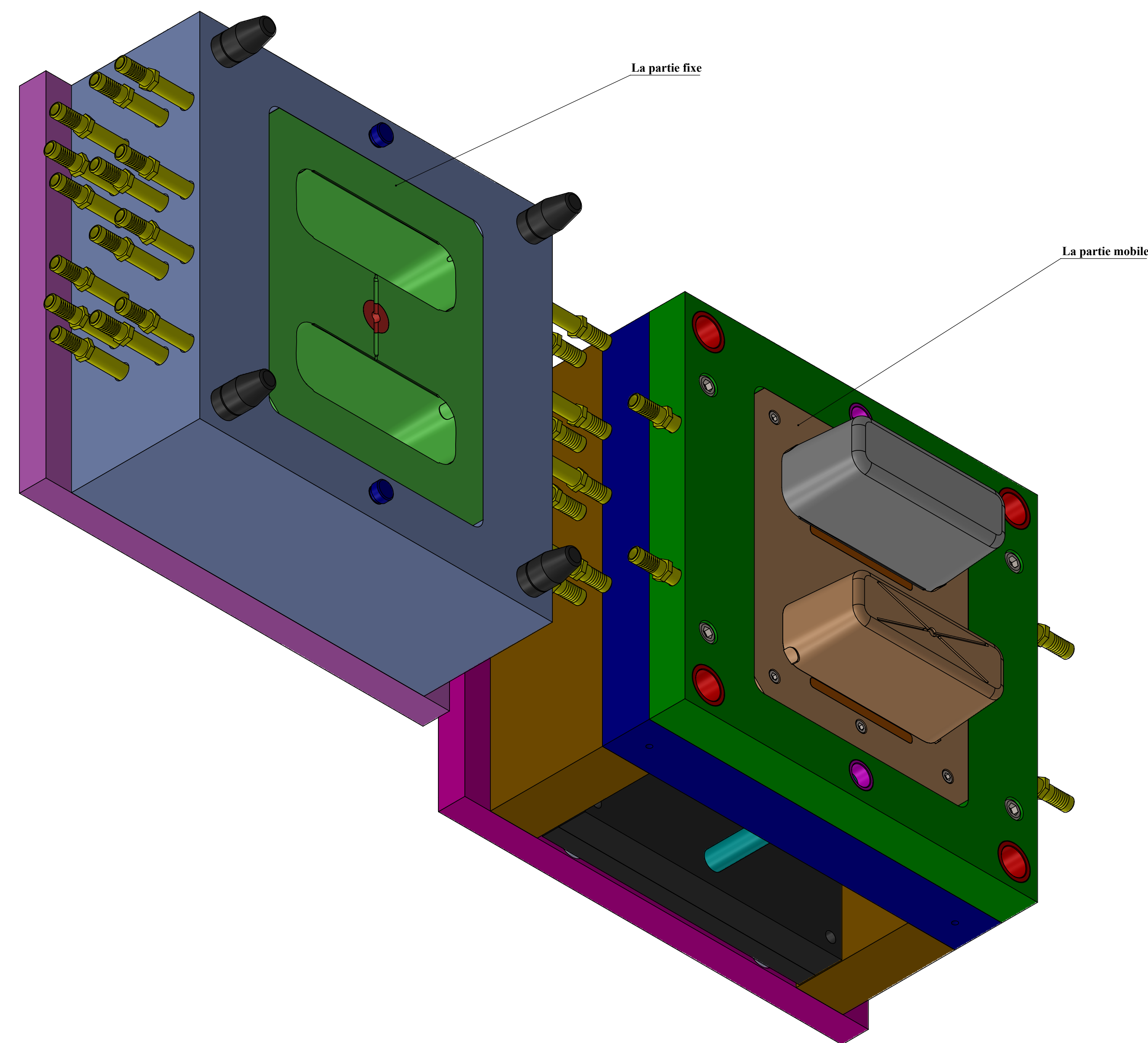
La masse partie fixe 17,39824 Kg
 La masse partie mobile 20,89804 Kg
 La masse totale 38,29628 Kg

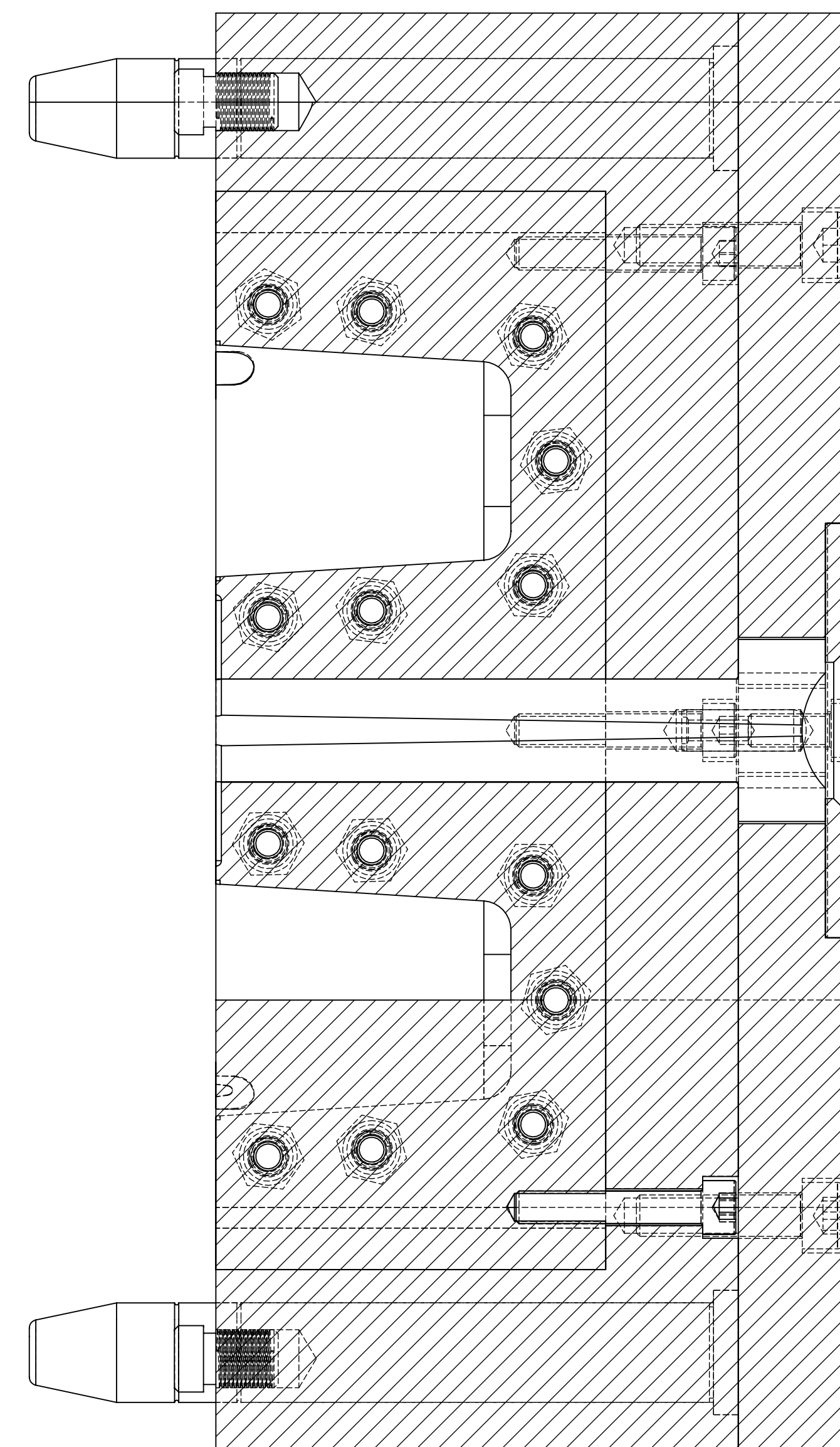
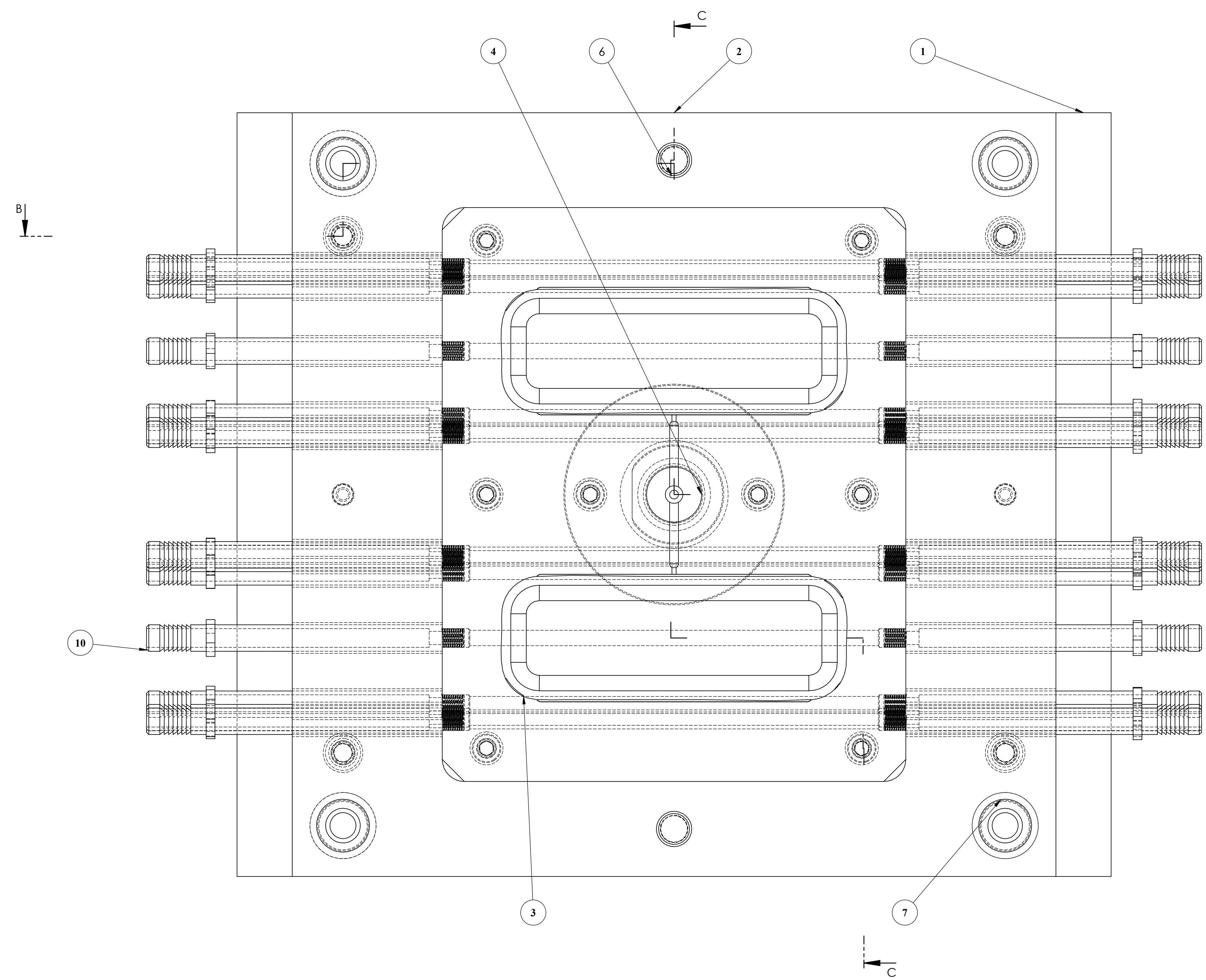
Largeur 346 mm
 Longueur 396 mm
 Epaisseur totale 369 mm

34	M8 x 45	XC 48	6
33	M8 x 20	XC 48	2
32	Collone de guidage	Allié, Cémenté, trempé	4
31	TIGE D'EJECTION II	Acier Nitruré	2
30	Couronne de centrage	XC 38	1
29	Buse d'injection	35 NC 15 Recuit	1
28	Empreinte fixe	XC 48	1
27	Porte empreinte fixe	XC 48	1
26	Semelle fixe	XC 48	1
25	finale pièce 202 114.	PP	1
24	M4 x 12	XC 48	4
23	M6 x 20	XC 48	6
22	M6 x 35	XC 48	2
21	M10 x 40	XC 48	8
20	M10 x 60	XC 48	8
19	∅10x22	XC 48	2
18	∅10x30	XC 48	12
17	Tasseau de renforcement	XC 48	2
16	Tétine	Cuivre	32
15	Le joint	Caoutchout	2
14	Bague de guidage	Acier allié, cémenté, trempé	4
13	Bague de guidage batterie	Acier allié, cémenté, trempé	2
12	Ejecteur	Acier Nitruré	8
11	Ejecteur lame	Acier Nitruré	4
10	Colonne de batterie	Acier Nitruré	2
9	finale pièce 202 114.	PP	1
8	buté pour la plaque N50	XC 48	4
7	Empreinte mobile	XC 48	1
6	Porte empreinte mobile	XC 48	1
5	Plaque support	XC 48	1
4	Contre plaque éjectrice	XC 48	1
3	Plaque éjectrice	XC 48	1
2	Tasseau	XC 48	2
1	Plaque semelle mobile	XC 48	1
No. ARTICLE	NOM DE PIECE	MATIERE	QTE

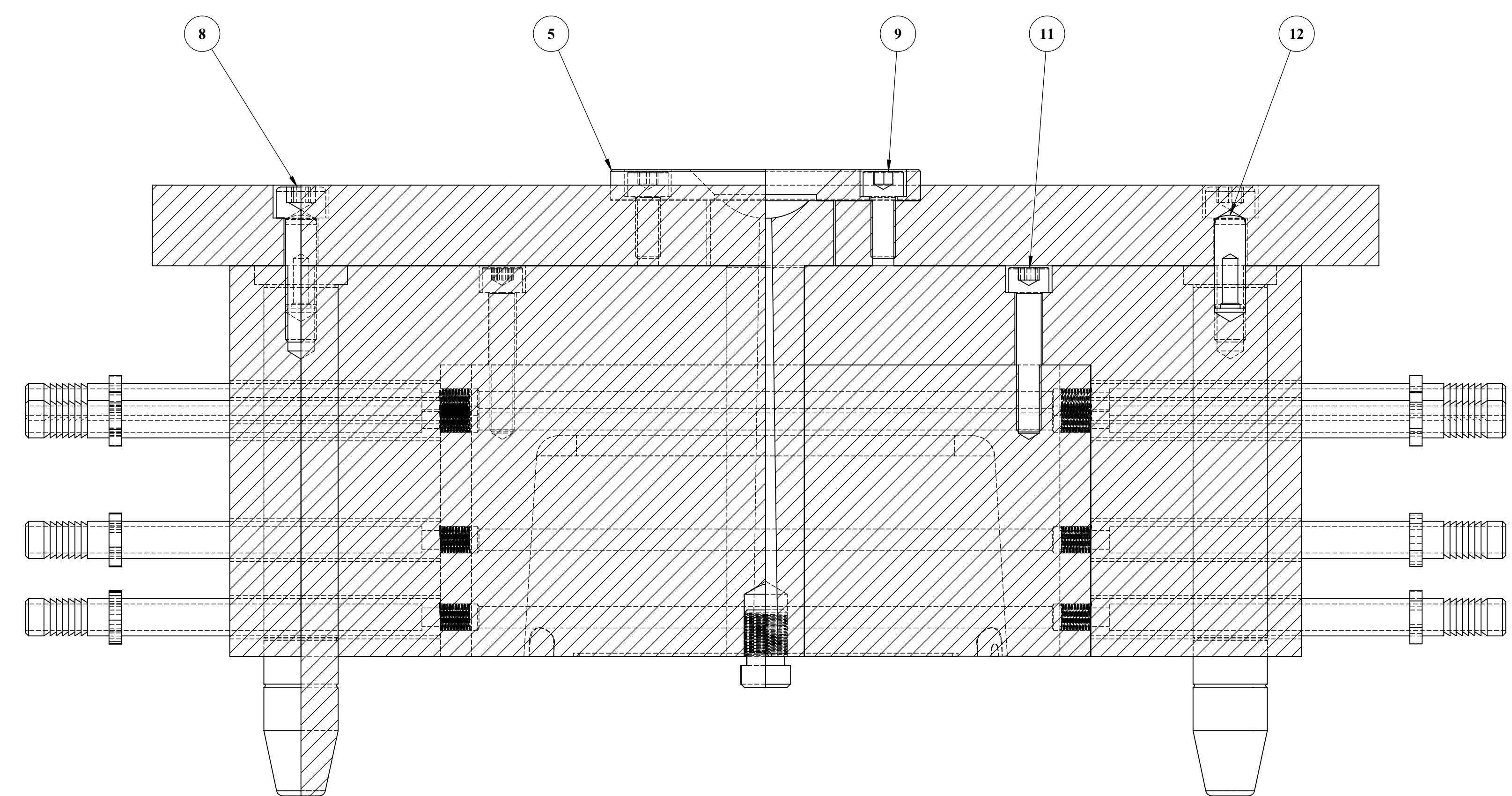
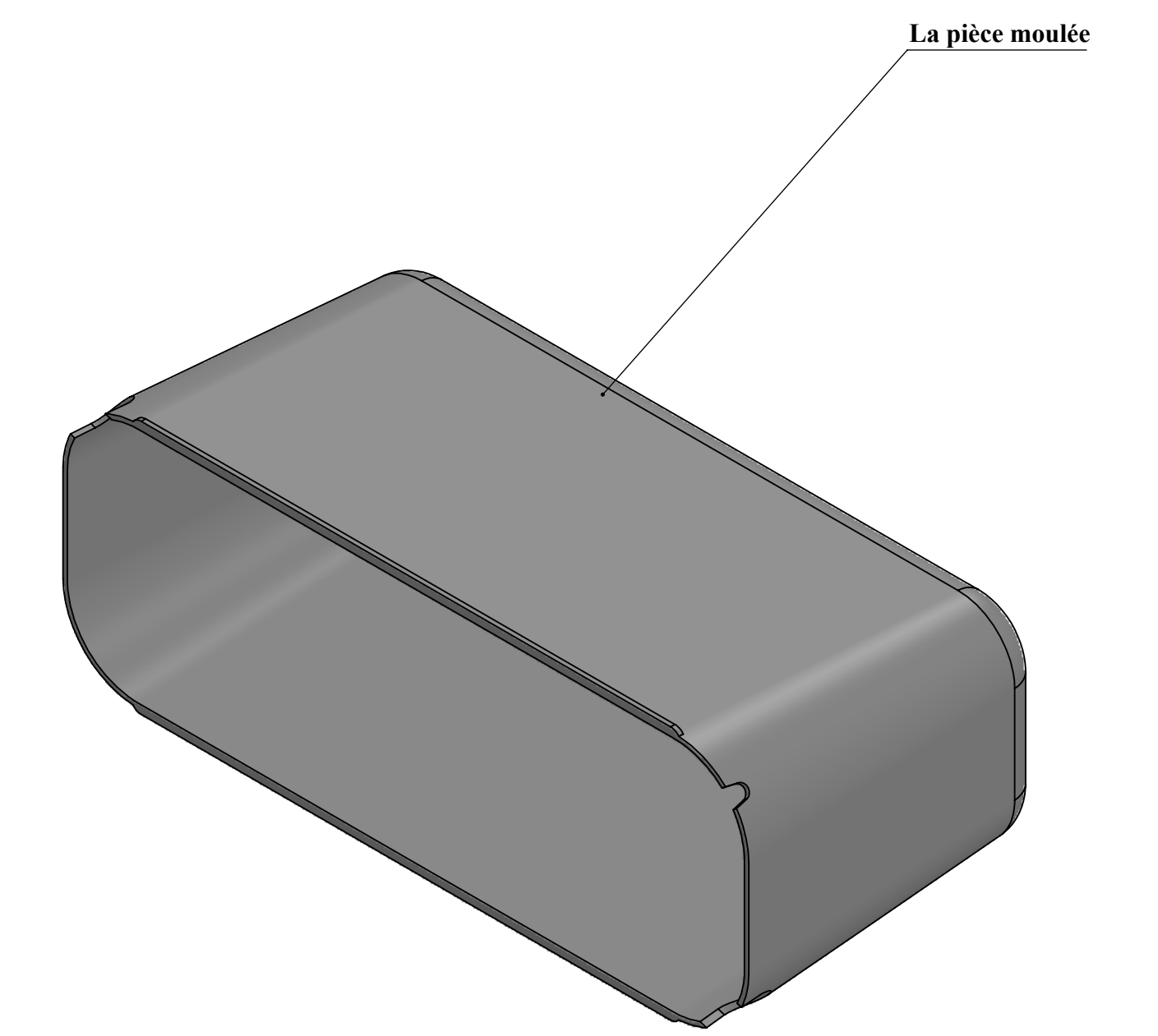


COUPE A-A
ECHELLE 1:5:2

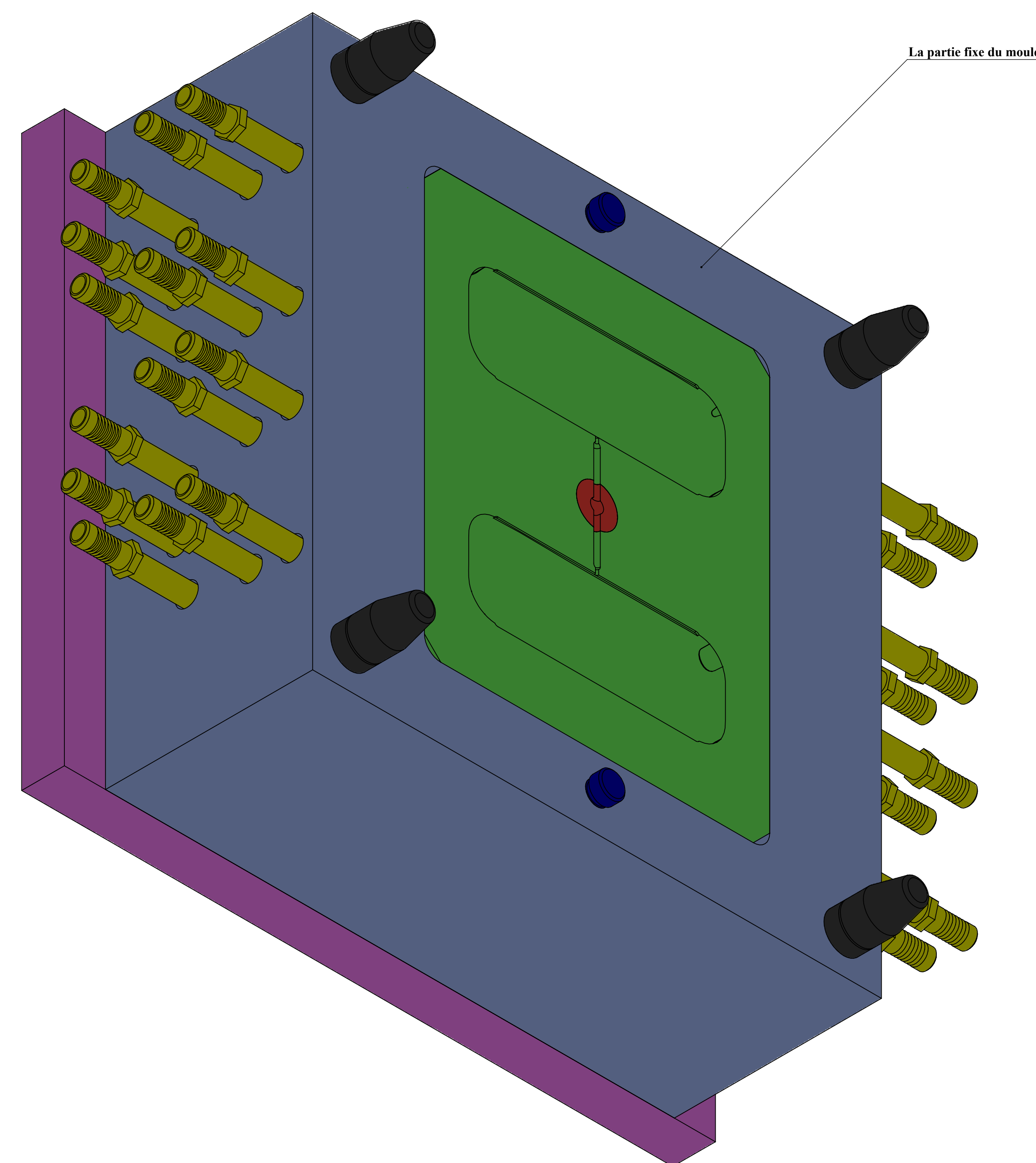




COUPE C-C
ECHELLE 1:75:2



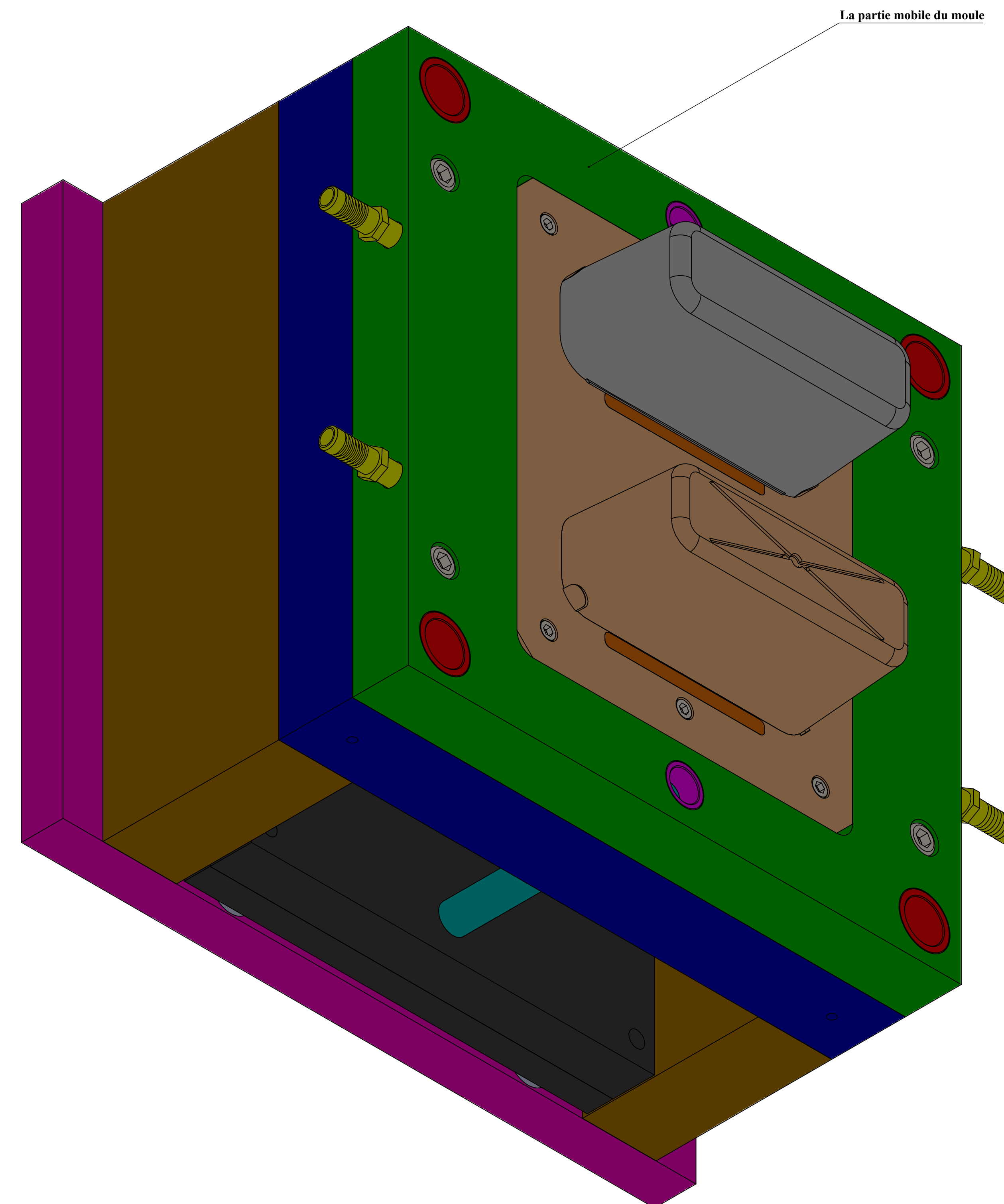
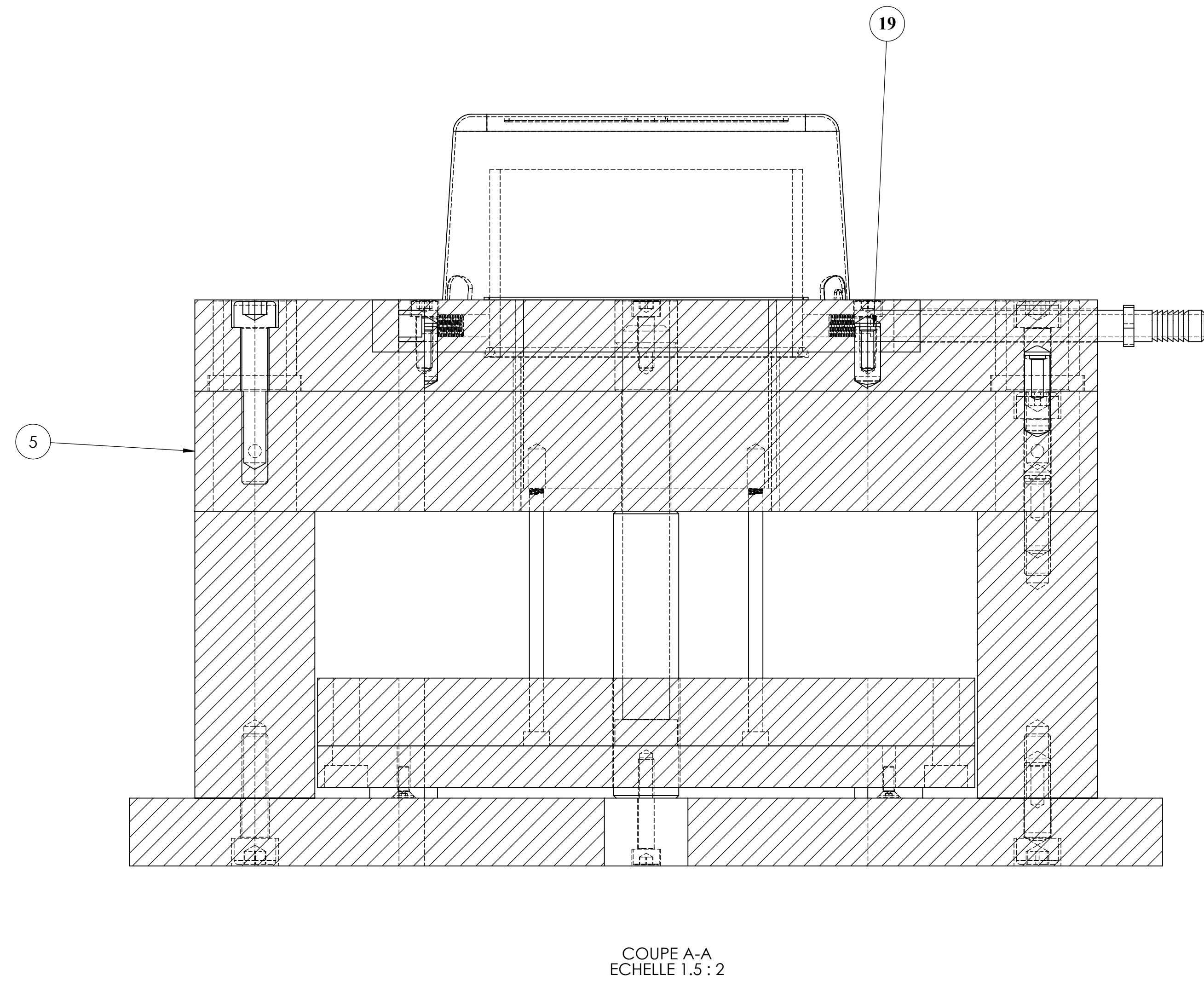
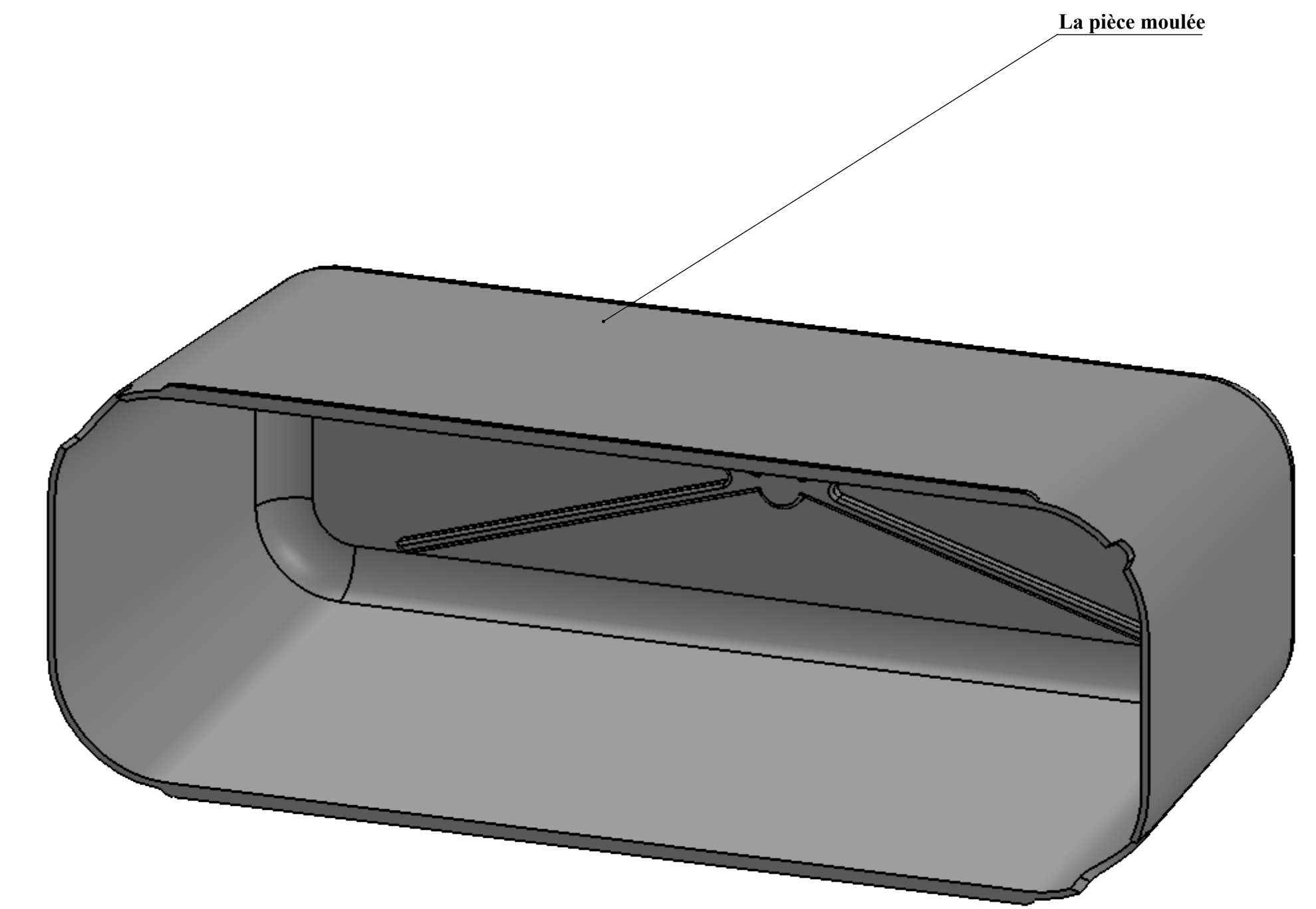
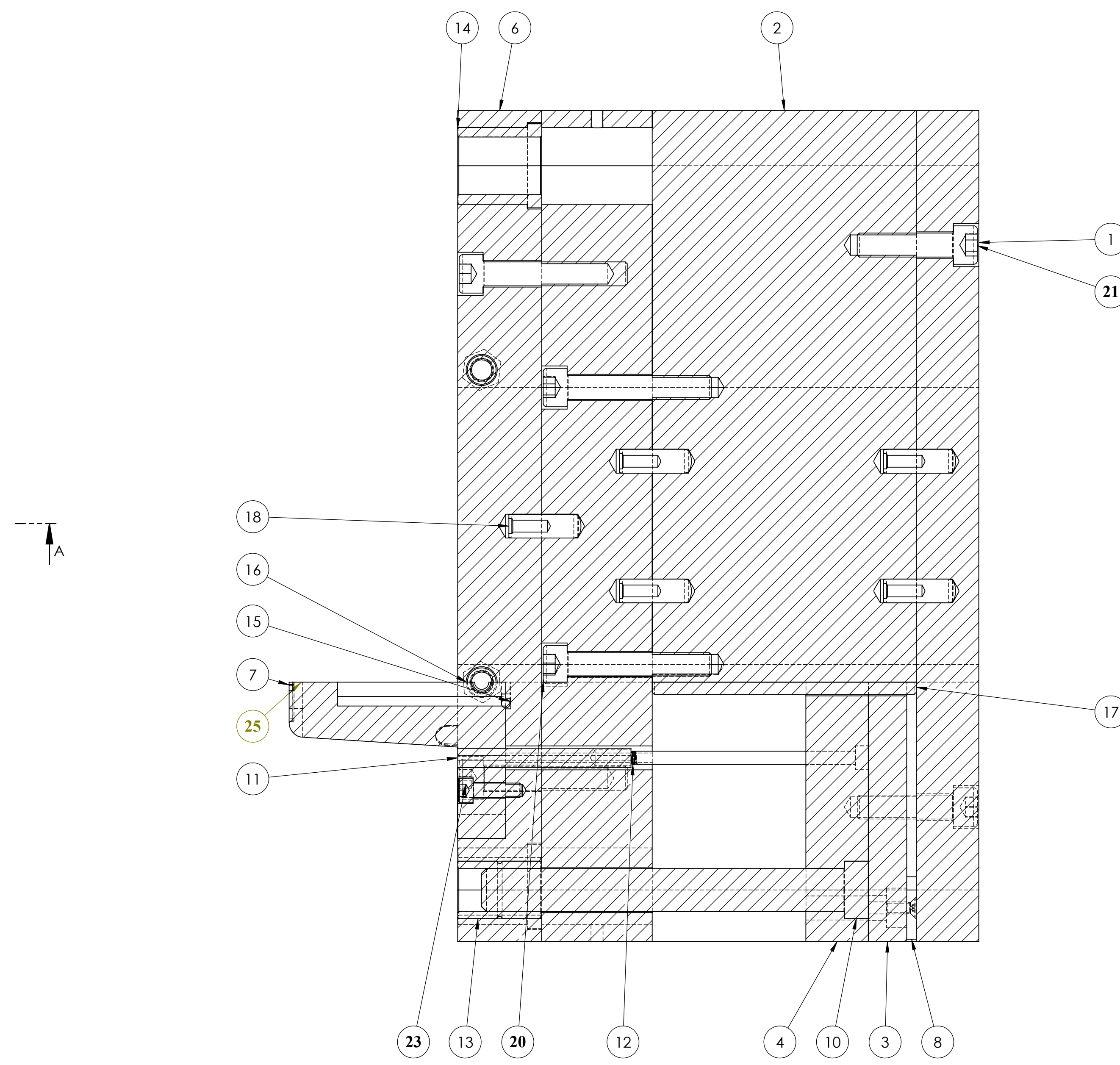
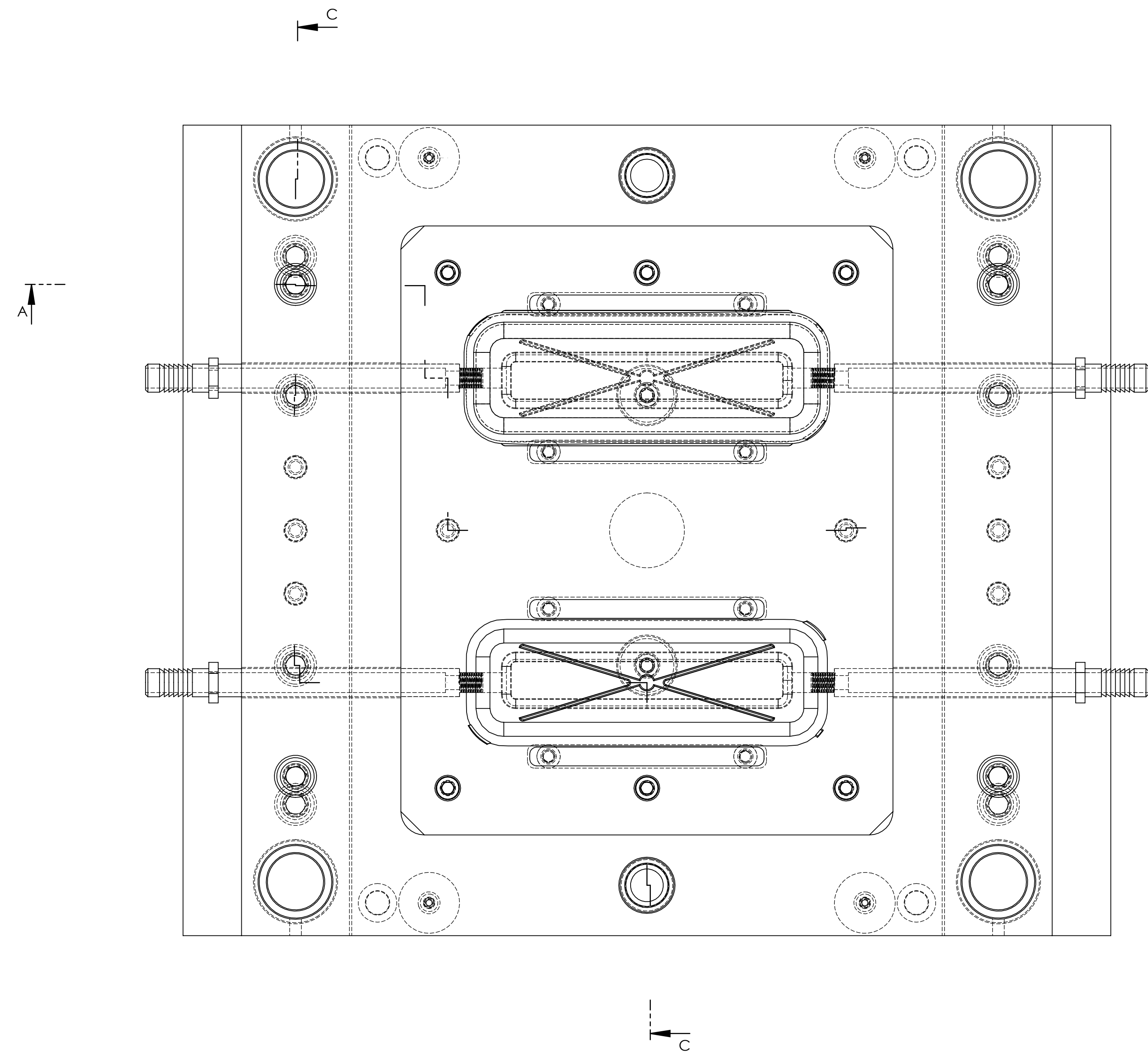
COUPE B-B
ECHELLE 1:75:2



La masse de la partie fixe: 17.39824 Kg

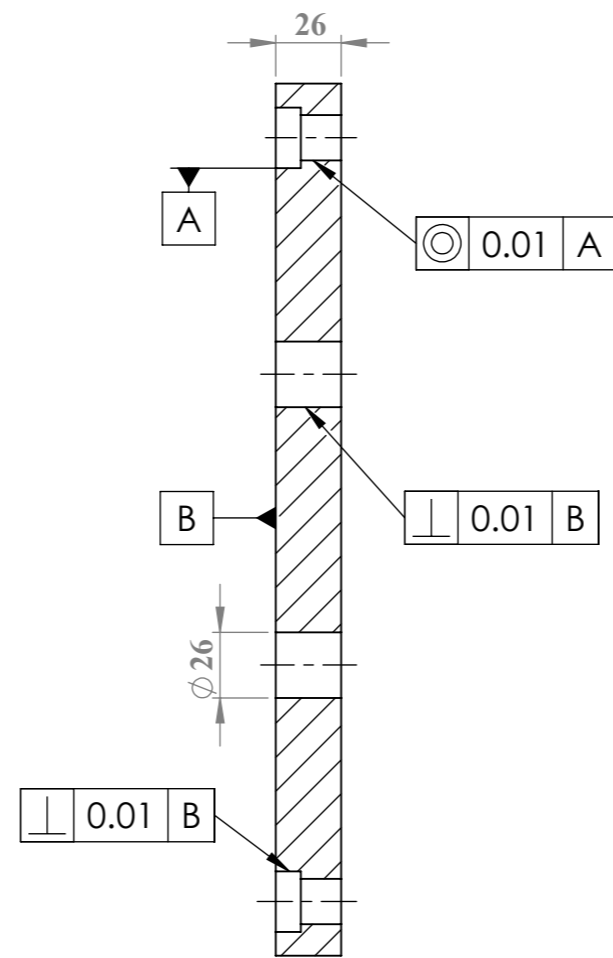
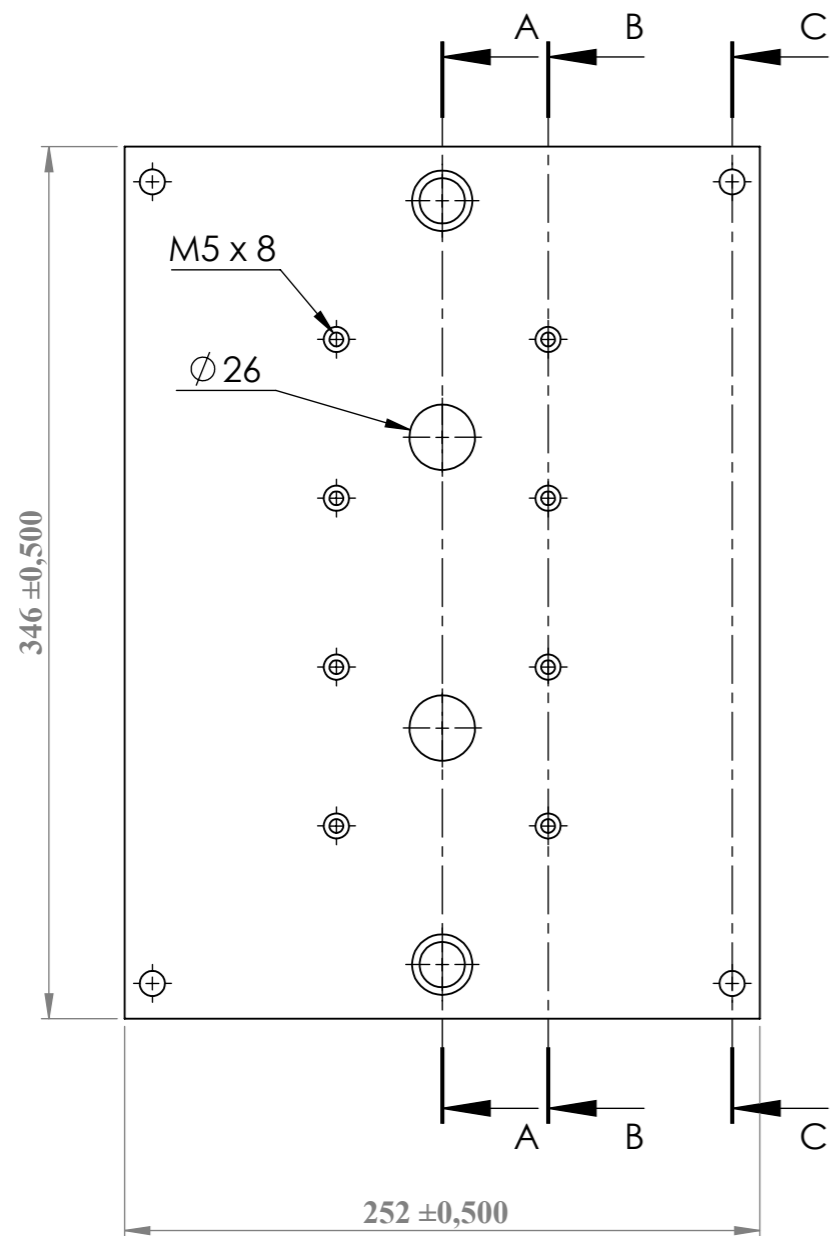
No. ARTICLE	NOM DE PIECE	MATIERE	QTE
12	∅10x30	XC 48	2
11	M8 x 45	XC 48	6
10	Téfine	Cuivre	28
9	M8 x 20	XC 48	2
8	M10 x 40	XC 48	4
7	Colonne de guidage partie fixe	AlSi, Cémenté, trempé	4
6	TIGE D'EJECTION	Acier Nitruré	2
5	couronne de centrage	XC 38	1
4	Base d'injection	35 NC 15 Recuit	1
3	Empreinte fixe	XC 48	1
2	Porte empreinte fixe	XC 48	1
1	Semelle partie fixe	XC 48	1

No. ARTICLE	NOM DE PIECE	MATIERE	QTE
Echelle: 1:75:2			
Partie Fixe du moule		- Hamadache Thinbinane - Hamid Gherbi	
A0		Projet fin d'études FMP-Master 2	
Université Mouloud Mammeri			

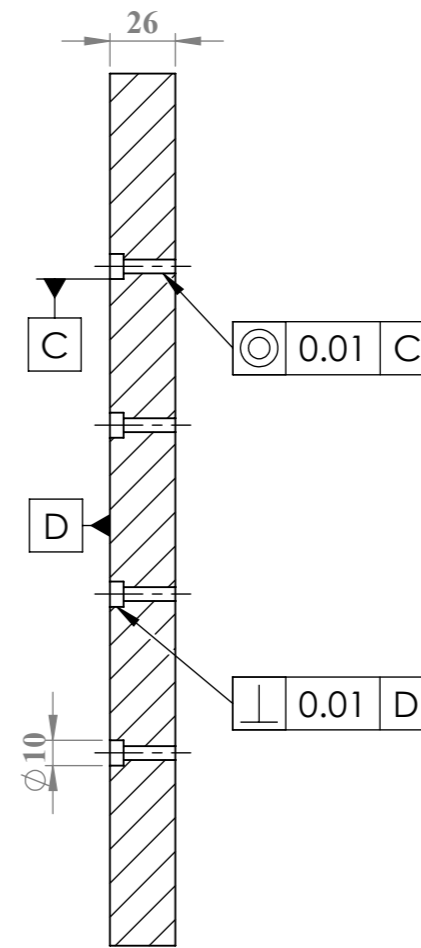


La masse de la partie mobile : 20.89804 Kg

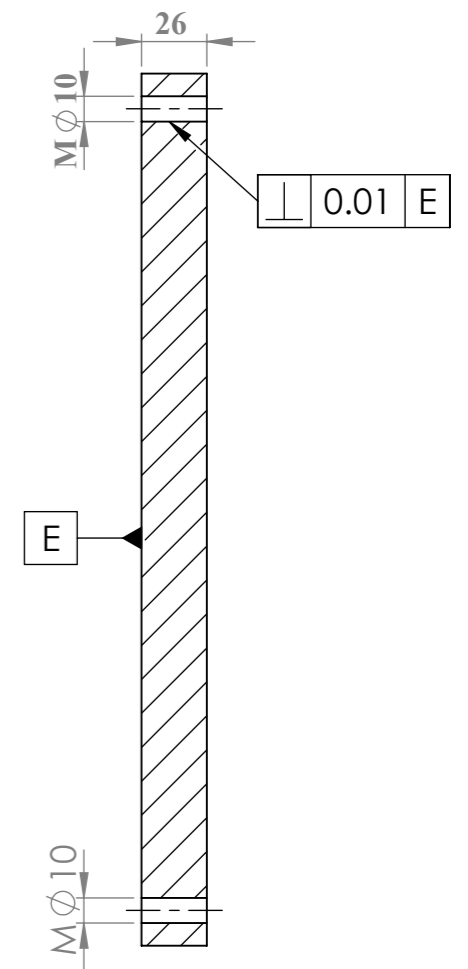
No. ARTICLE	NOM DE PIECE	MATIERE	QTE
25	finale pièce 202 114.	PP	1
24	M4 x 12	XC 48	4
23	M6 x 20	XC 48	6
22	M6 x 35	XC 48	2
21	M10 x 40	XC 48	4
20	M10 x 60	XC 48	8
19	∅ 10x22	XC 48	2
18	∅ 10x30	XC 48	10
17	Tasseau de renforcement	XC 48	2
16	Tête	Cuivre	4
15	Le joint	Caoutchouc	2
14	Bague de guidage	Acier allié,cémenté, trempé	4
13	Bague de guidage batterie	Acier allié,cémenté, trempé	2
12	Ejecteur	Acier Nitruré	8
11	Ejecteur lame	Acier Nitruré	4
10	Colonne de batterie	Acier Nitruré	2
9	finale pièce 202 114.	PP	1
8	buté pour la plaque N50	XC 48	4
7	Empreinte mobile	XC 48	1
6	Porte empreinte mobile	XC 48	1
5	Plaque support	XC 48	1
4	Contre plaque éjectrice	XC 48	1
3	Plaque éjectrice	XC 48	1
2	Tasseau	XC 48	2
1	Plaque semelle mobile	XC 48	1



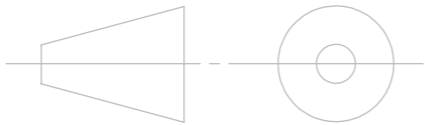
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 3

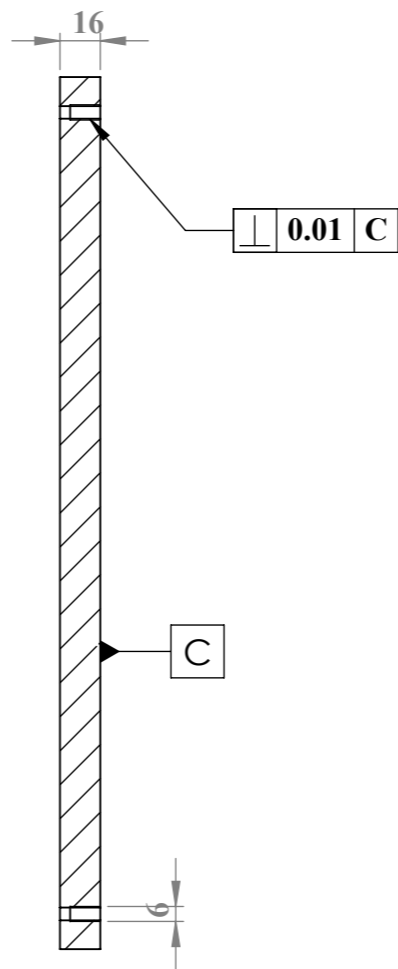
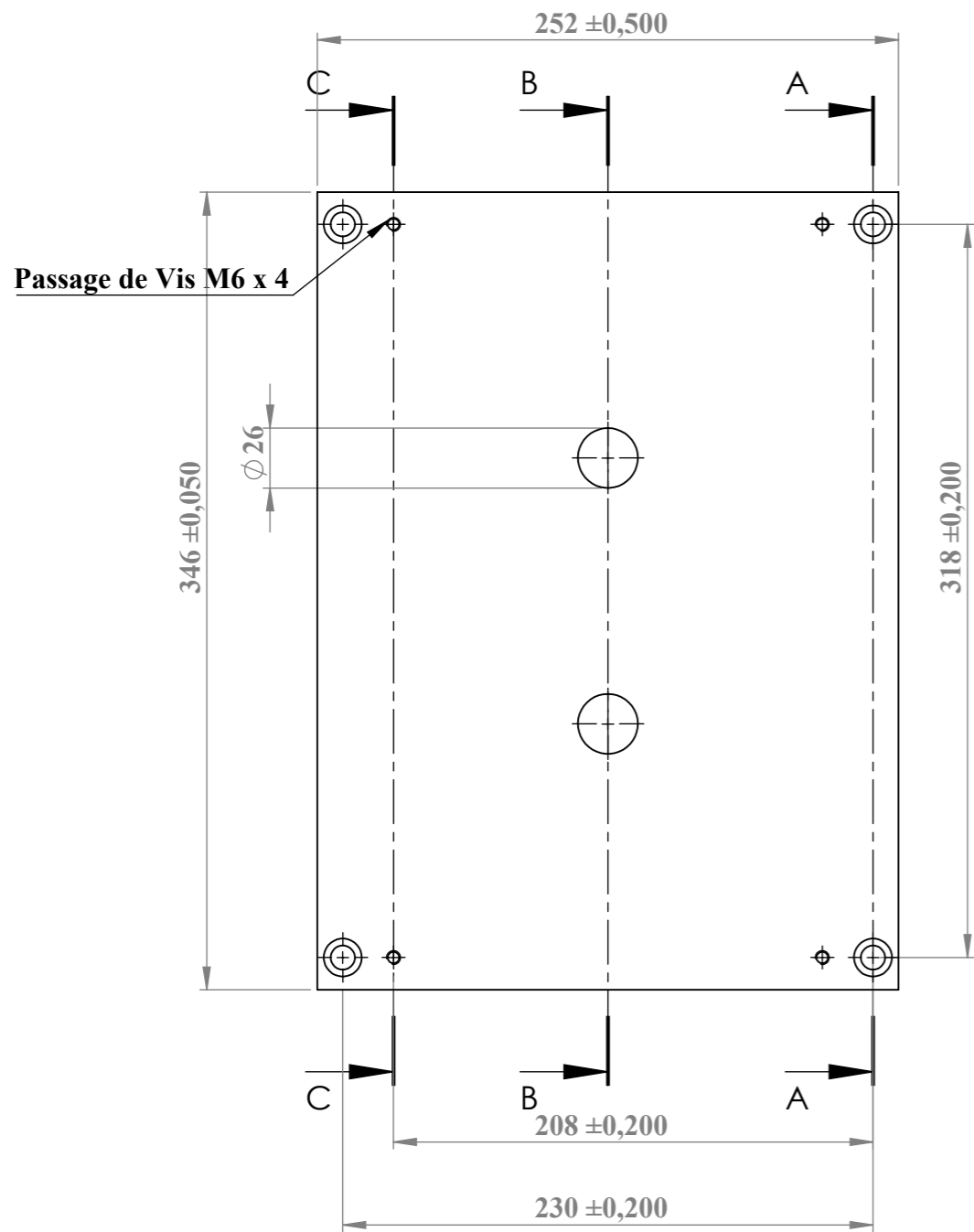


COUPE B-B
ECHELLE 1 : 3

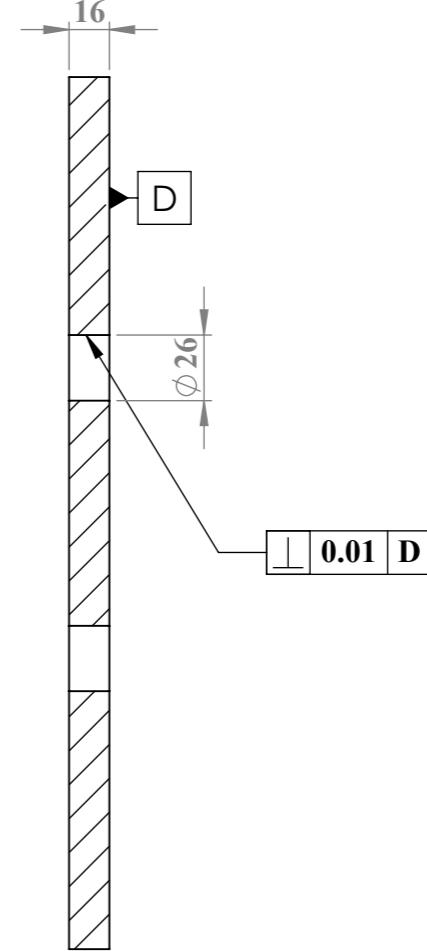


COUPE C-C
ECHELLE 1 : 3

13	01	Contre plaque éjectrice	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:3		MOULE INJECTION PLASTIQUE		- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
				projet fin d'étude
A3	Université Mouloud Mammeri			FMP-Master 2



COUPE C-C
ECHELLE 1 : 3

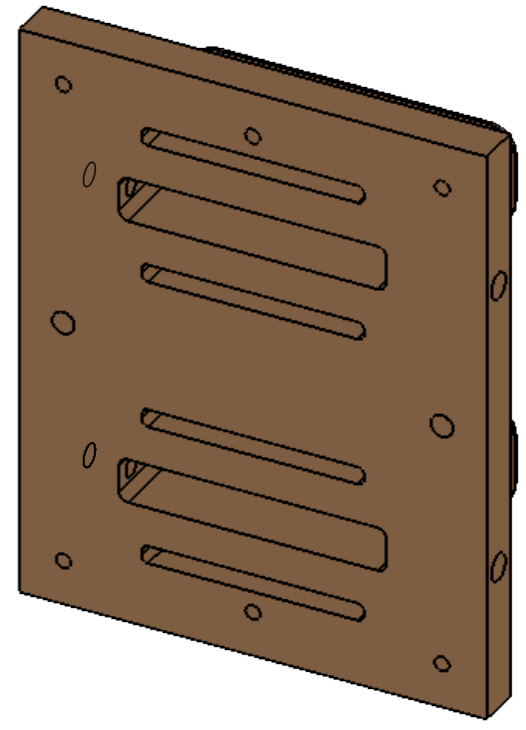
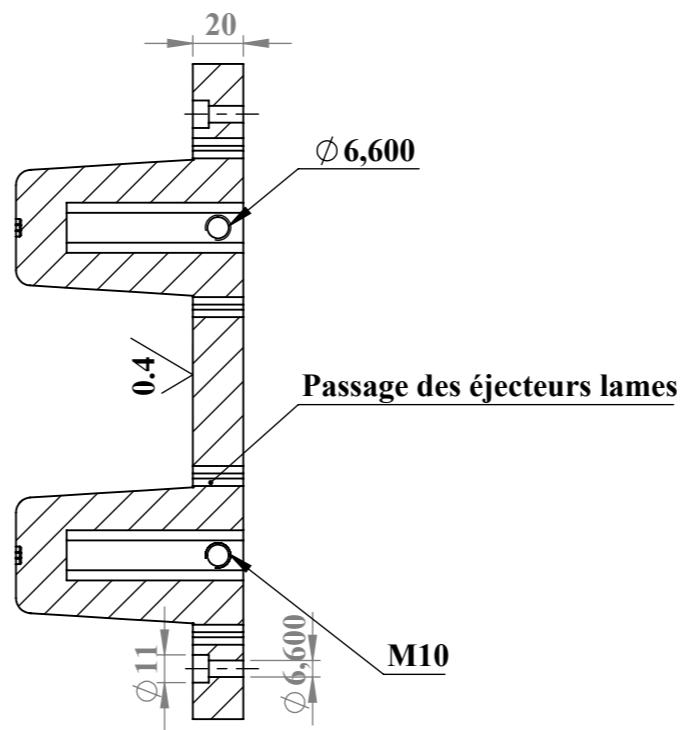
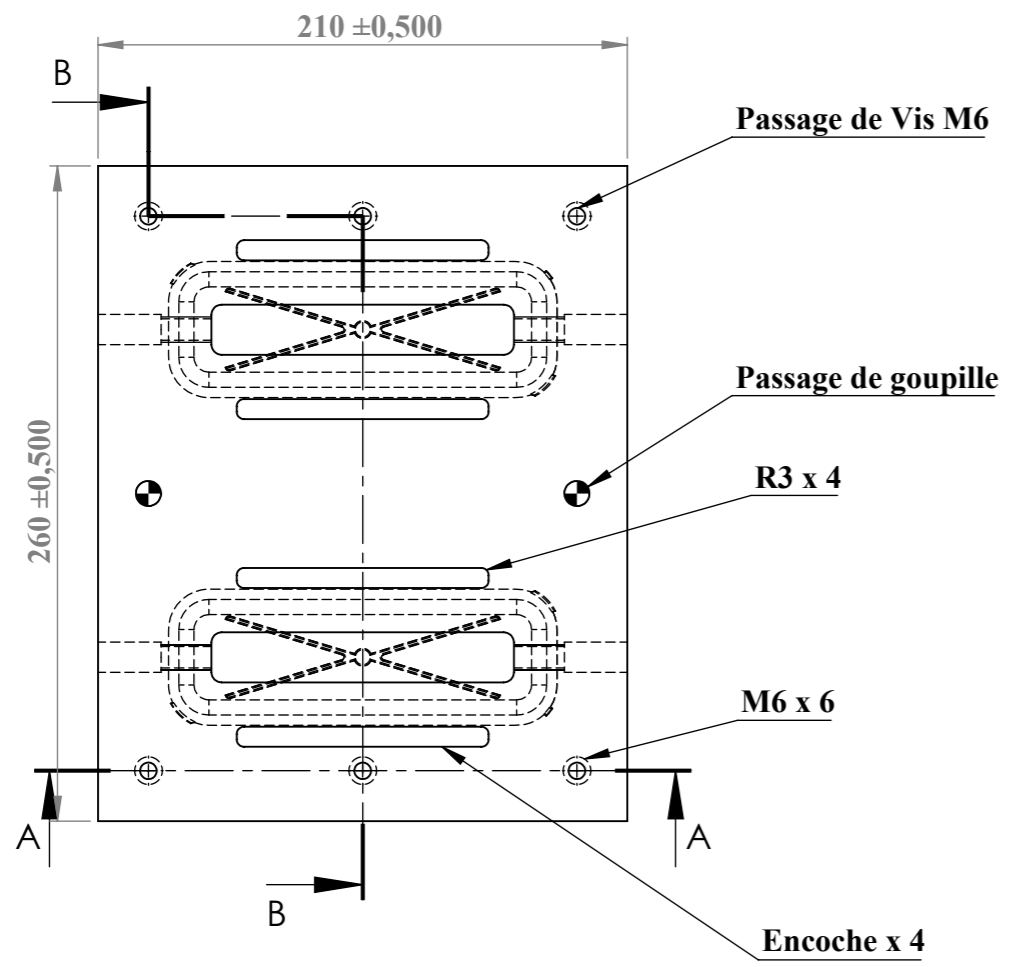


COUPE B-B
ECHELLE 1 : 3

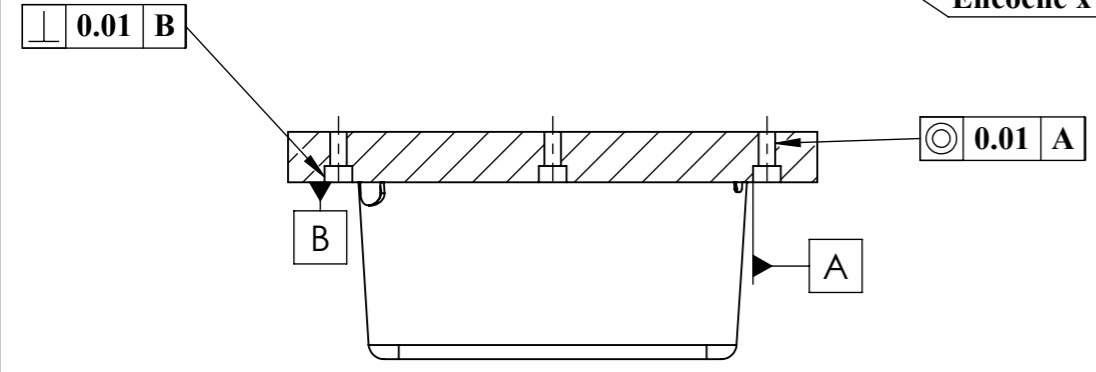


COUPE A-A
ECHELLE 1 : 3

3	01	Plaque éjectrice	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:3		MOULE INJECTION PLASTIQUE	<p>- Hamadache Thinhinane</p> <p>- Gherbi Hamid</p>	
A3				
		Université Mouloud Mammeri	<p>projet fin d'étude</p> <p>FMP-Master 2</p>	

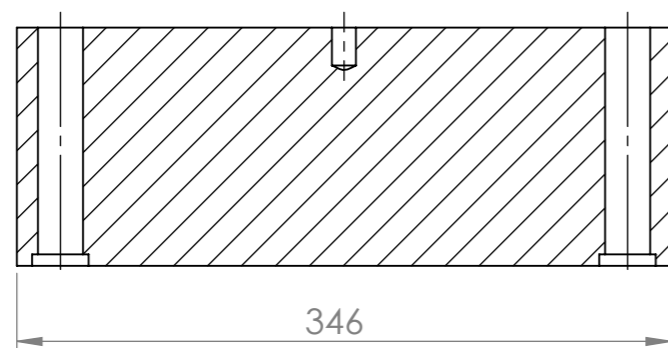
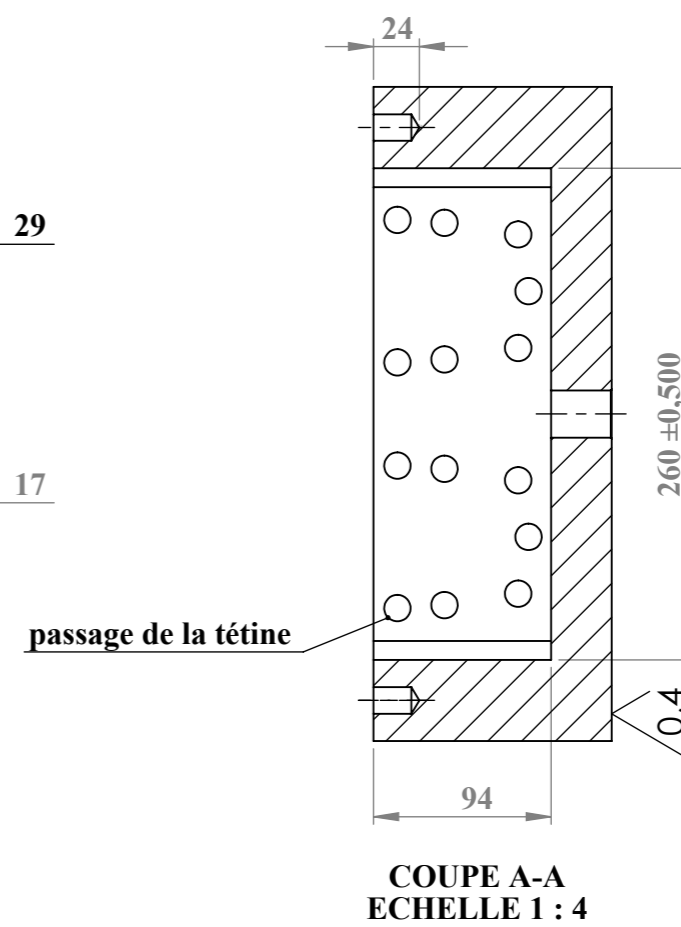
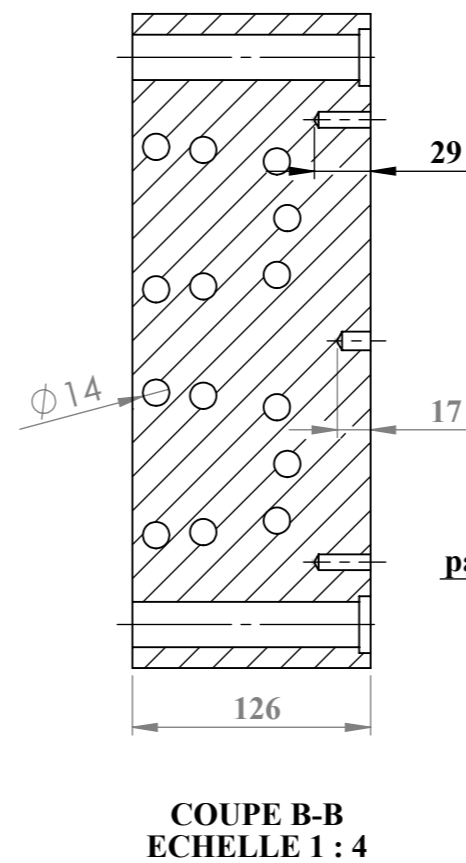
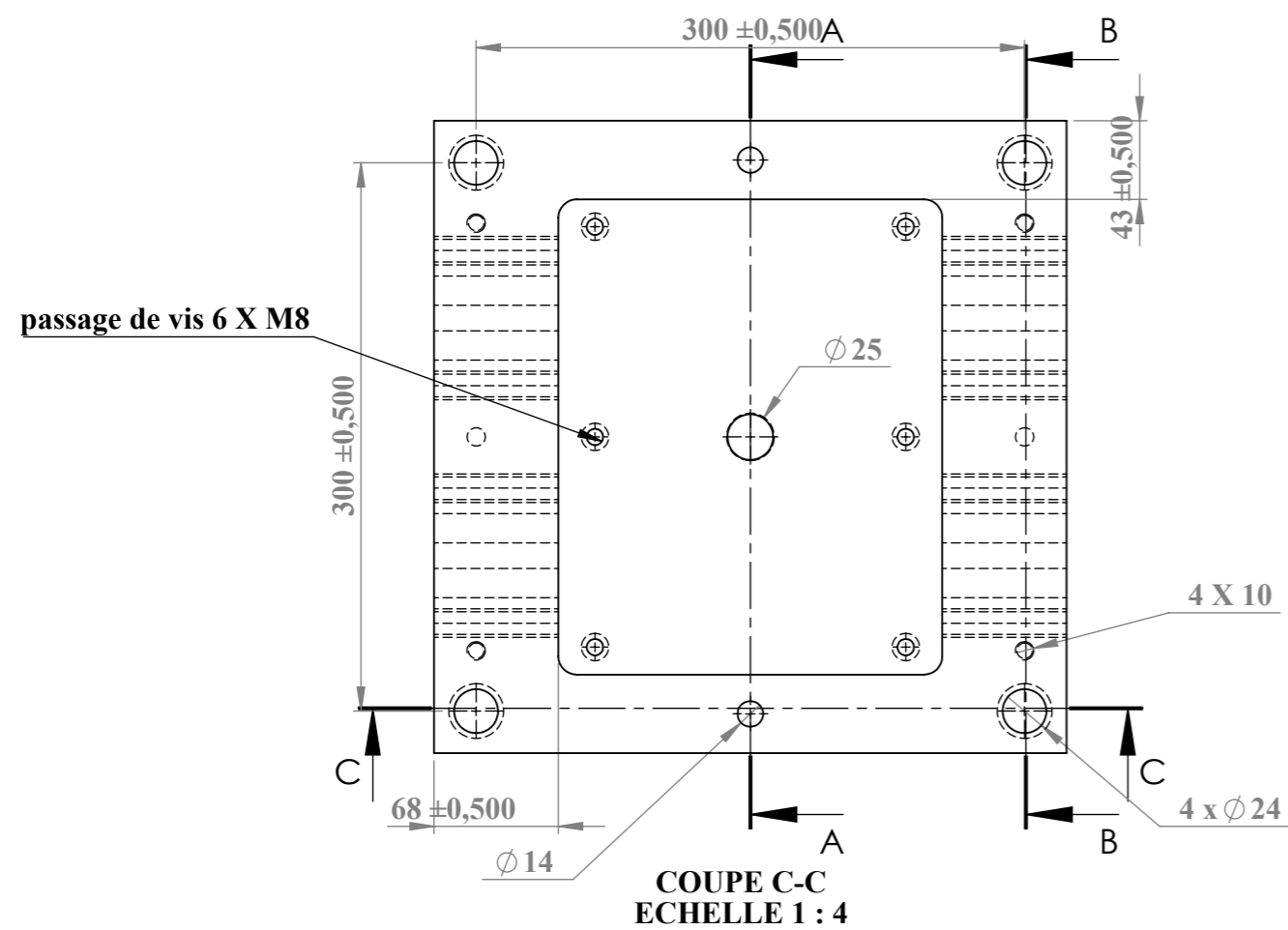


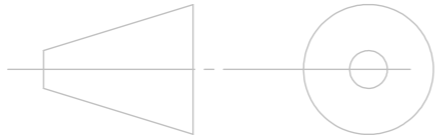
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 3



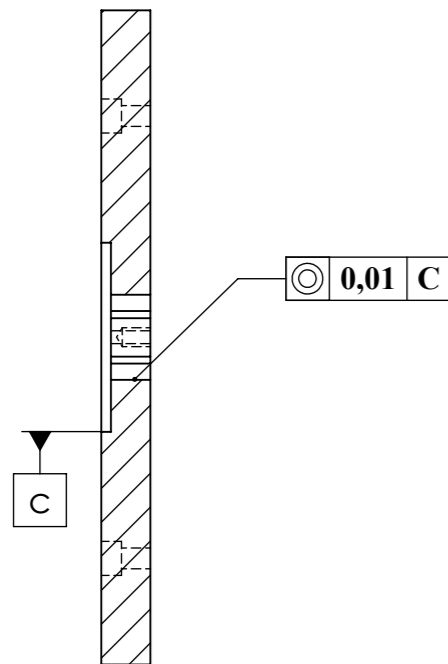
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 3

7	01	Empreinte mobile	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:3		MOULE INJECTION PLASTIQUE	- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid	
A3		Université Mouloud Mammeri	projet fin d'étude	
			FMP-Master 2	

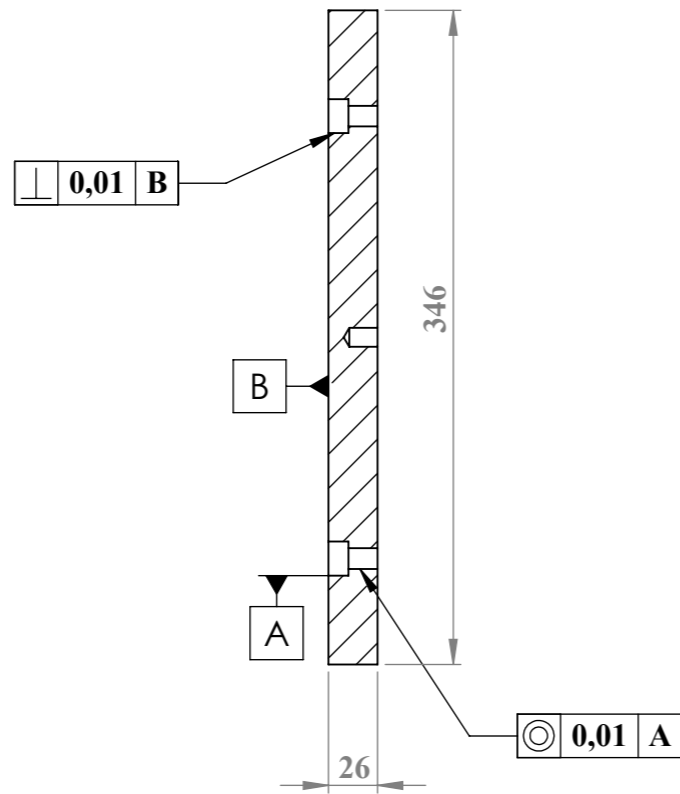


27	01	Porte empreinte fixe	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:4		MOULE INJECTION PLASTIQUE		-Hamadache Thinhinane -Gherbie Hamid
				Projet fin d'études
A3		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2

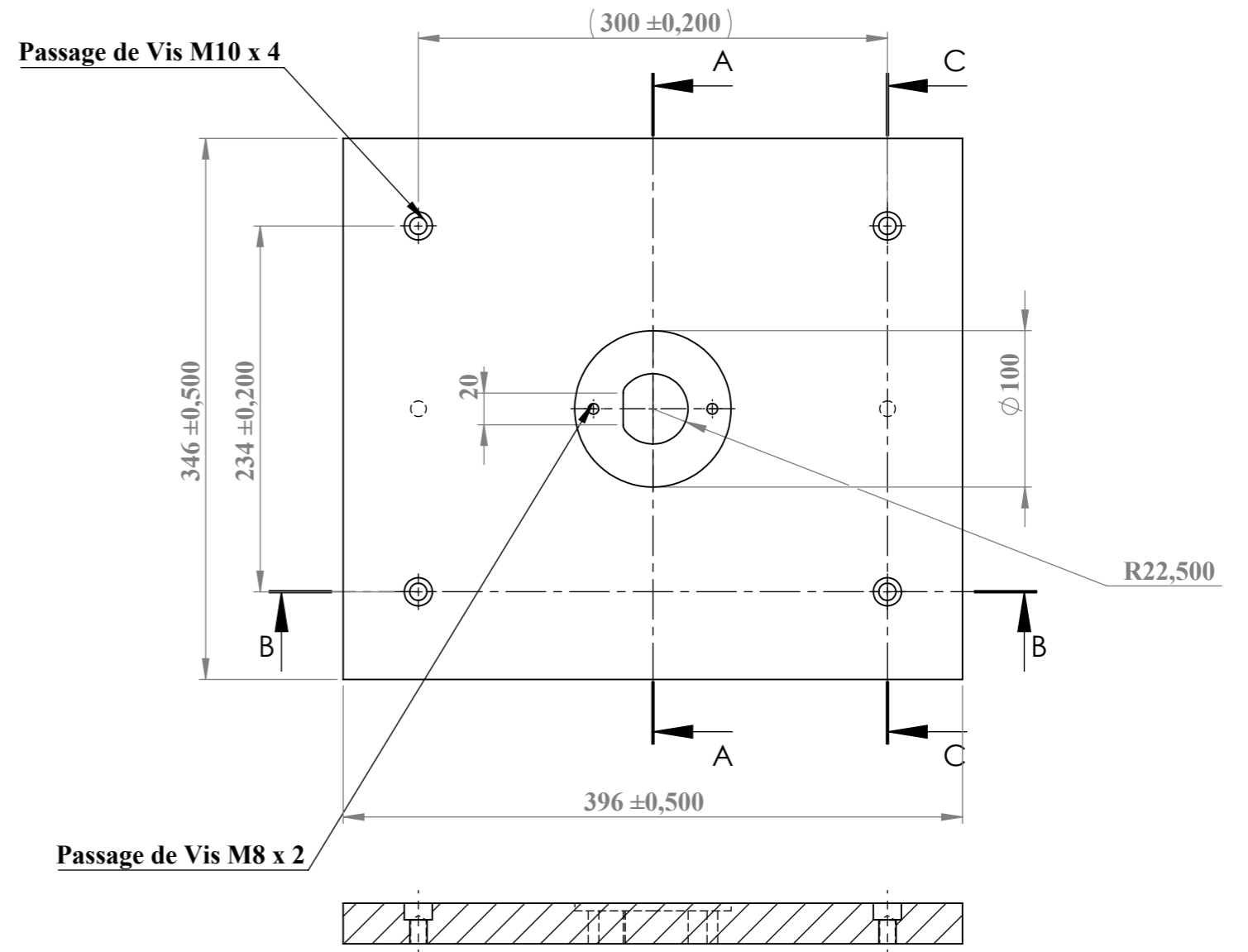
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 4



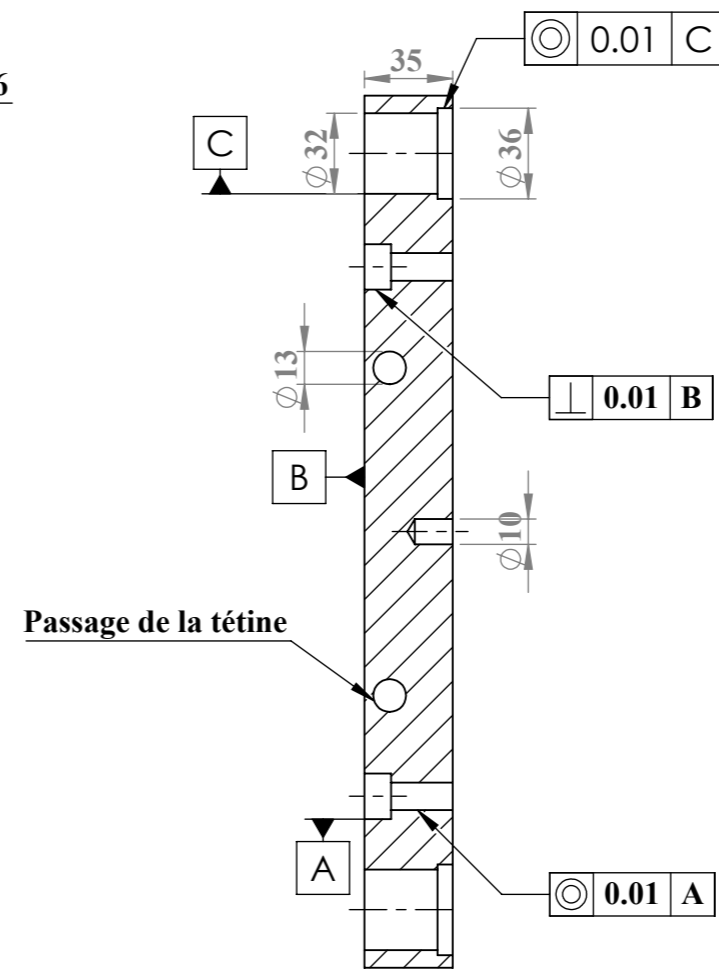
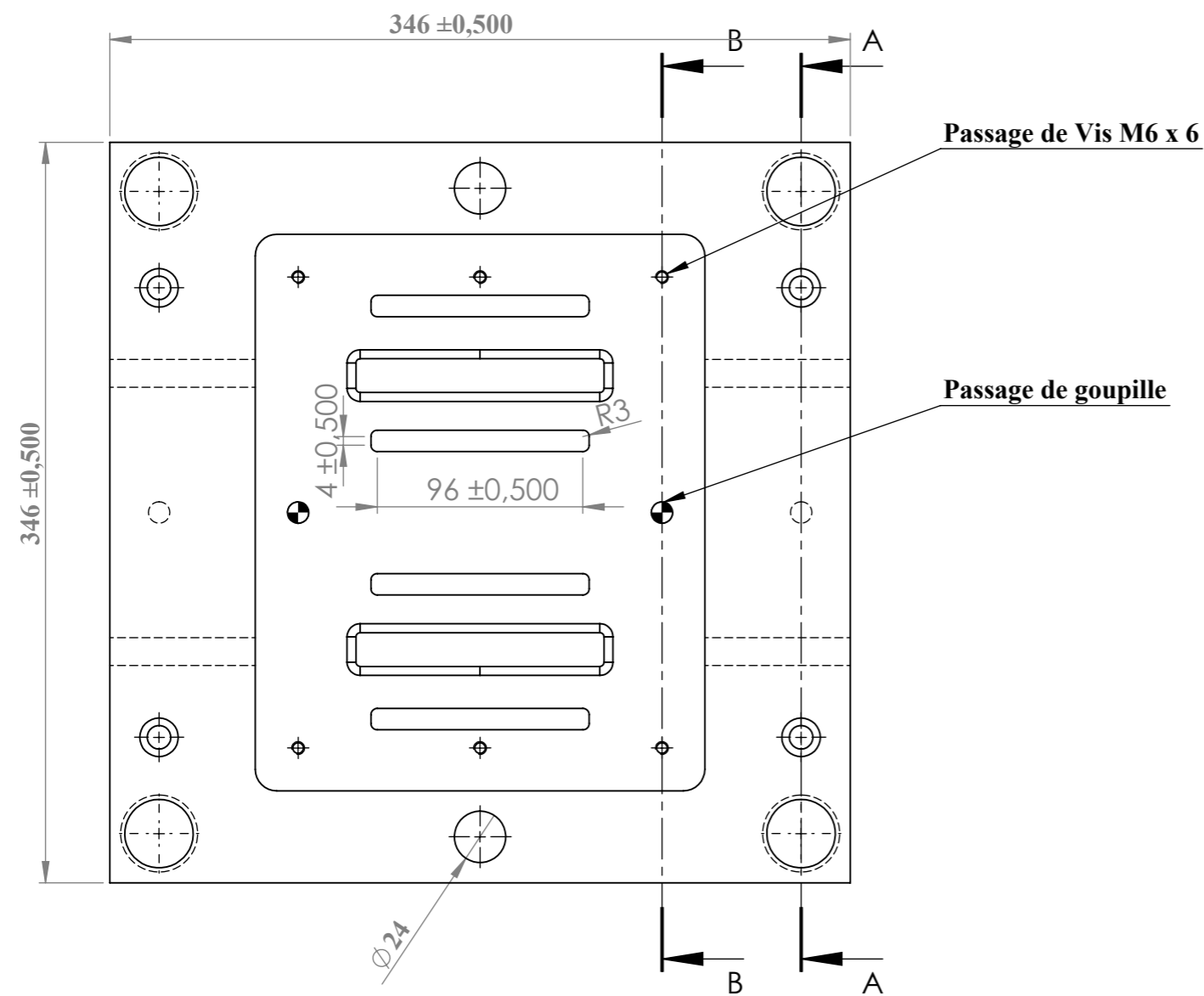
COUPE C-C
ECHELLE 1 : 4



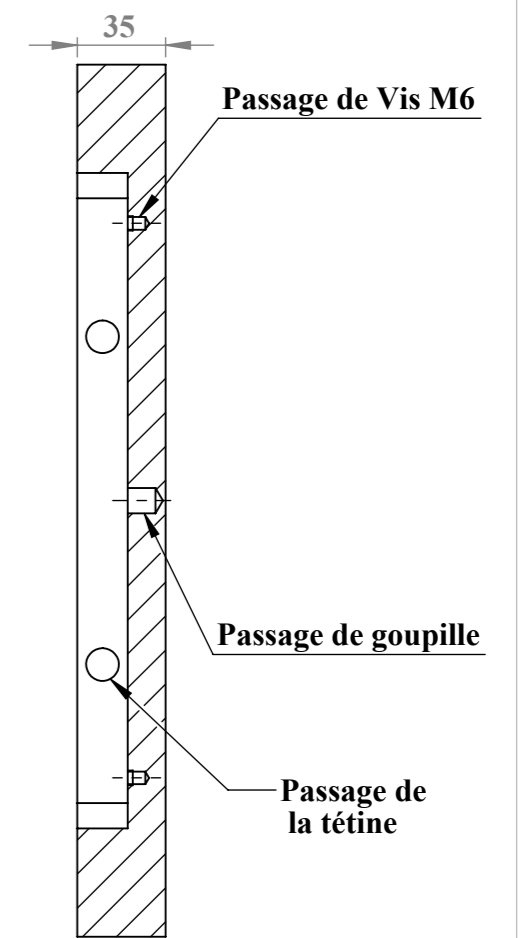
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 4



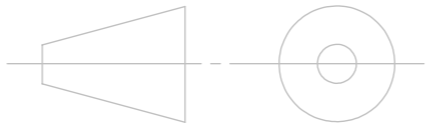
26	01	Plaque semelle fixe	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE 1:4		MOULE INJECTION PLASTIQUE		- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
A3				Projet fin d'étude
		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2



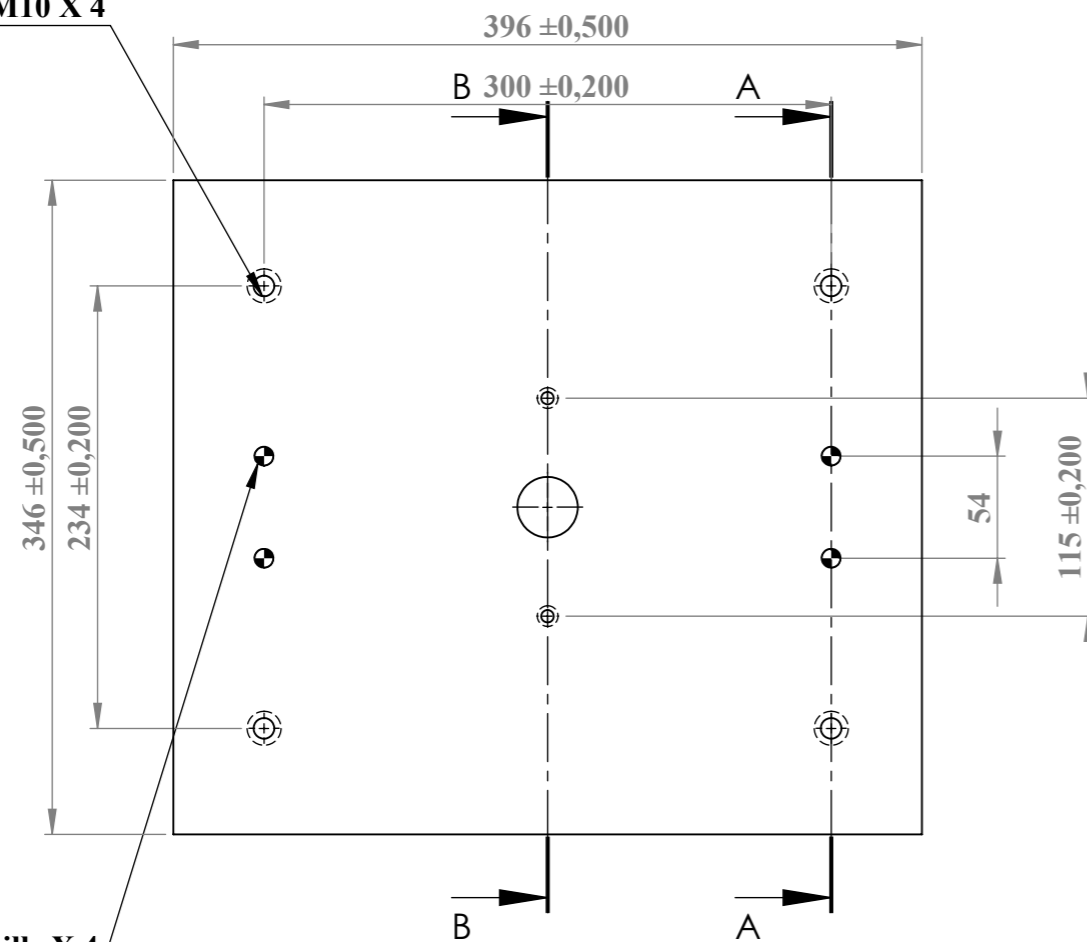
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 3



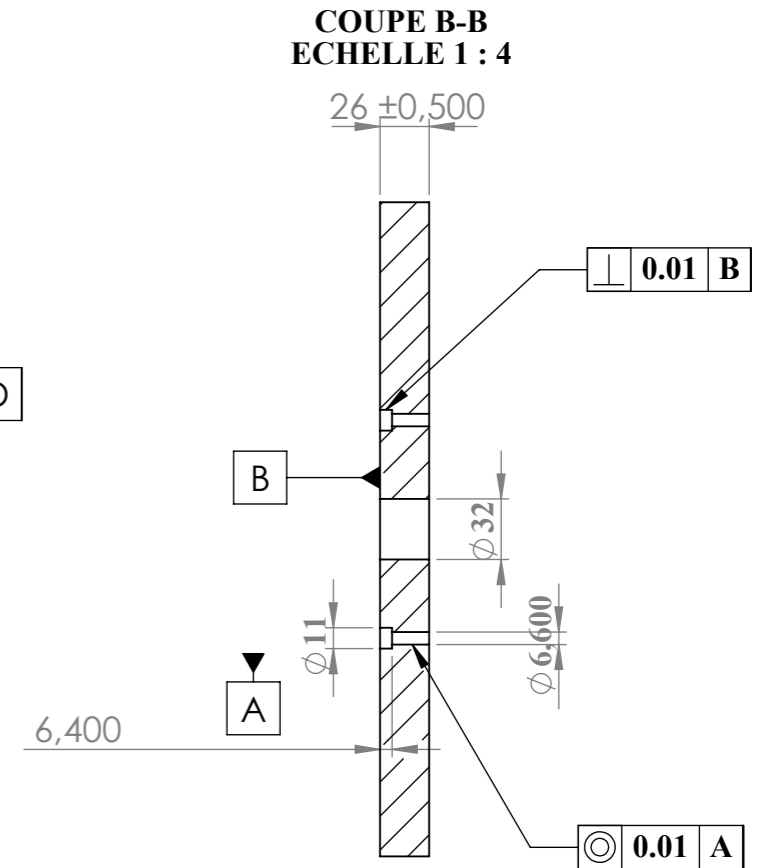
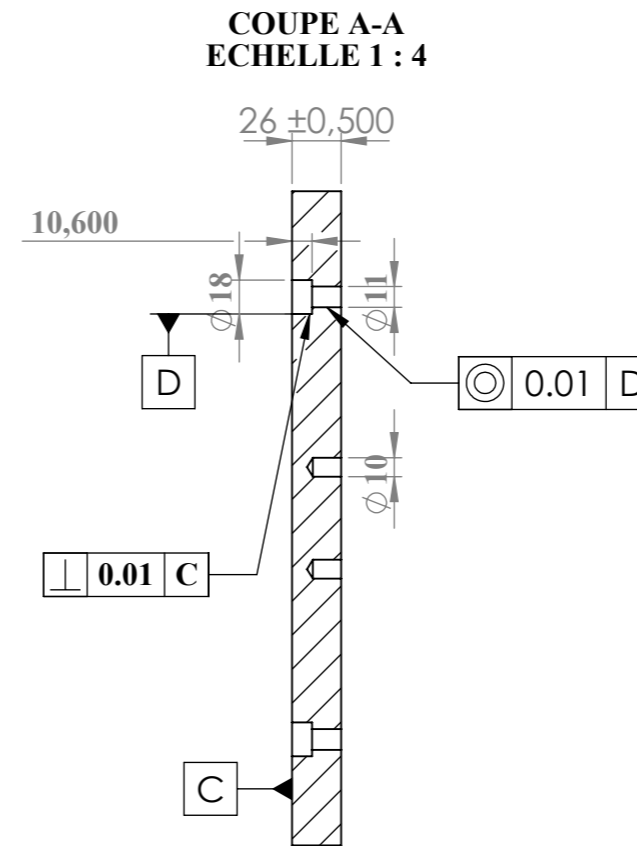
COUPE B-B
ECHELLE 1 : 3

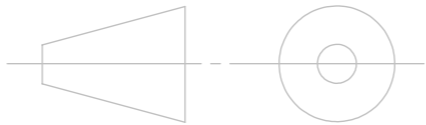
6	01	Porte empreinte mobile	XC 48	
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
ECHELLE : 1:3		MOULE INJECTION PLASTIQUE		- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
				projet fin d'étude
A3				Université Mouloud Mammeri

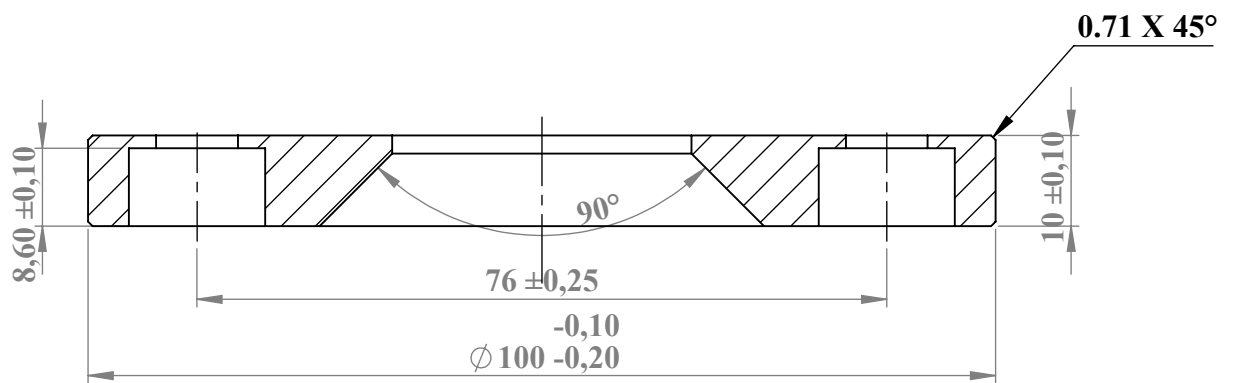
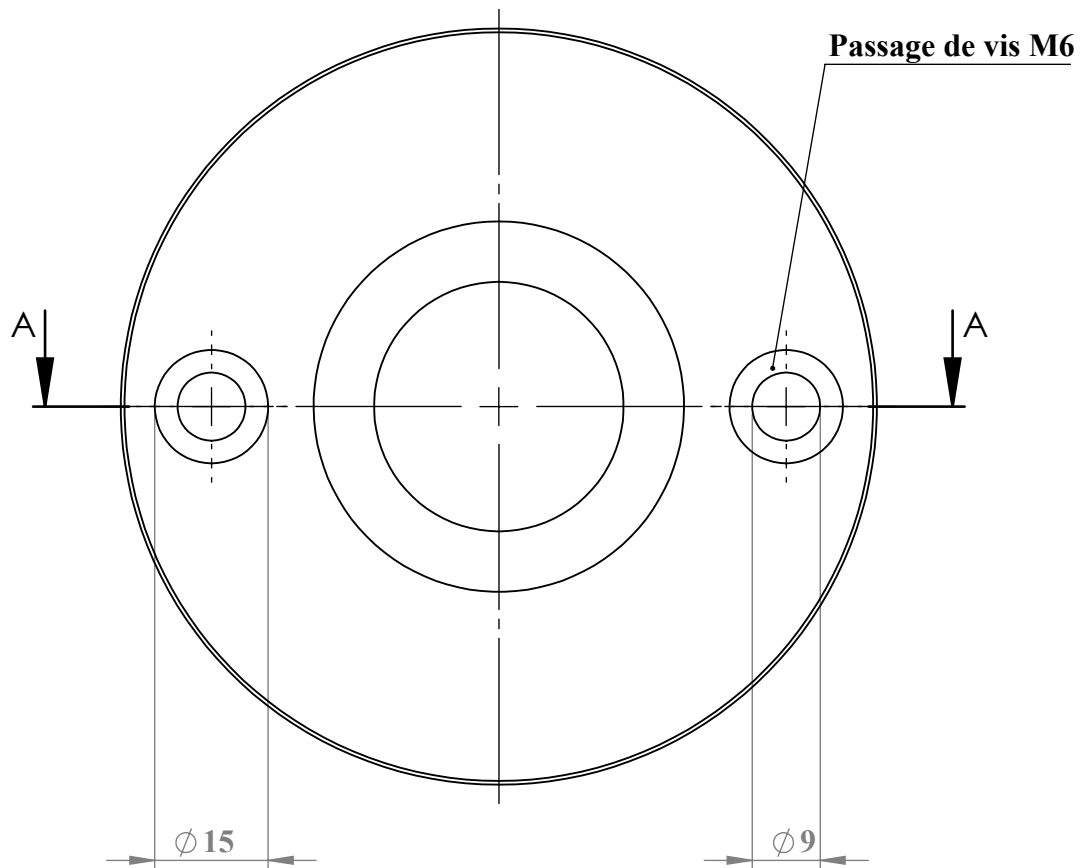
Passage de Vis M10 X 4



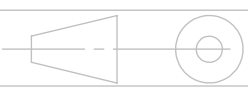
Passage de goupille X 4

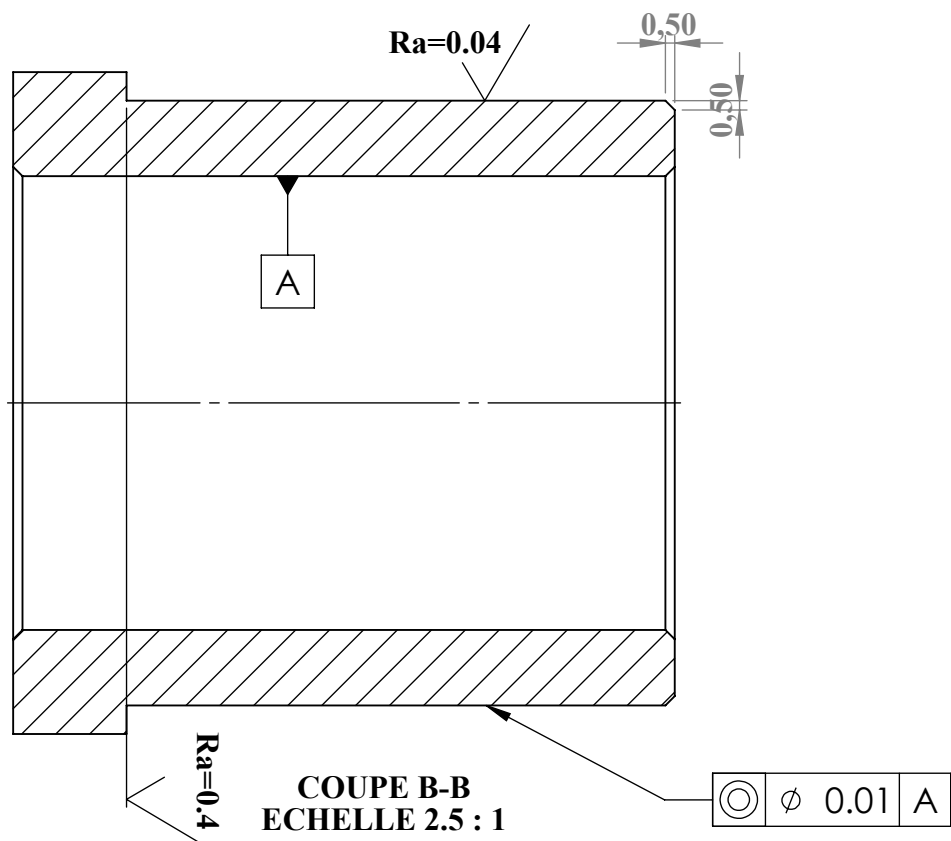
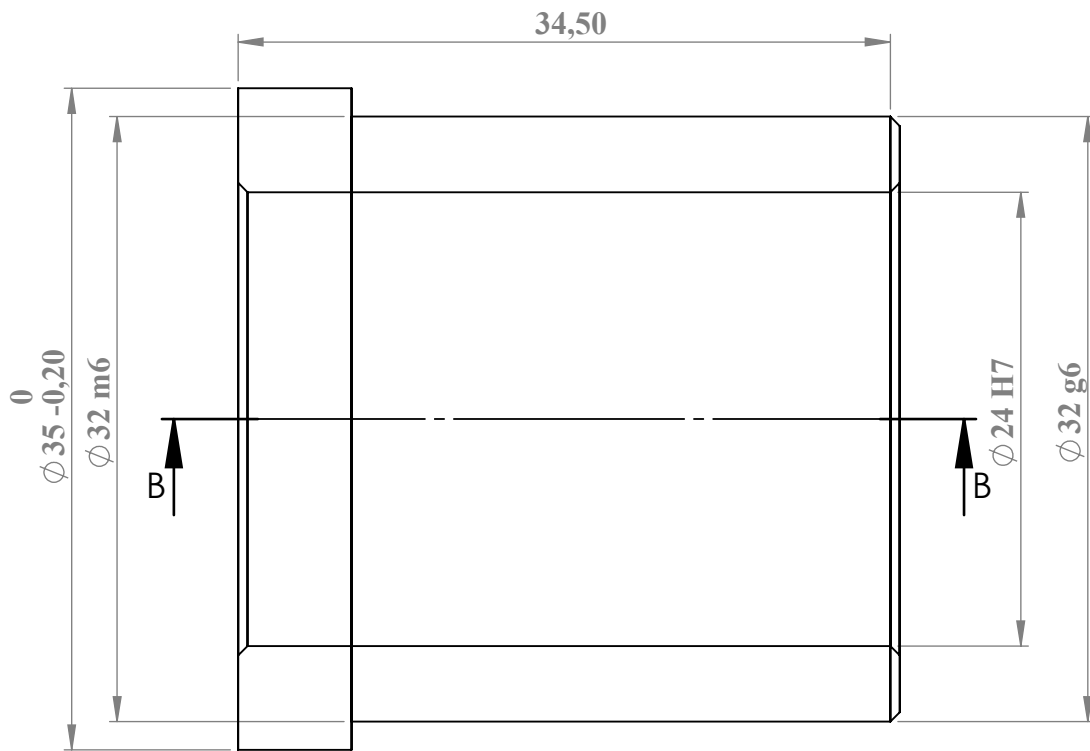


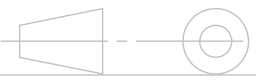
REP	Nbr	Désignation	Matière	Observation
01	1	Plaque semelle mobile	XC 48	
MOULE INJECTION PLASTIQUE				
ECHELLE : 1:4				- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
				projet fin d'étude
A3		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2

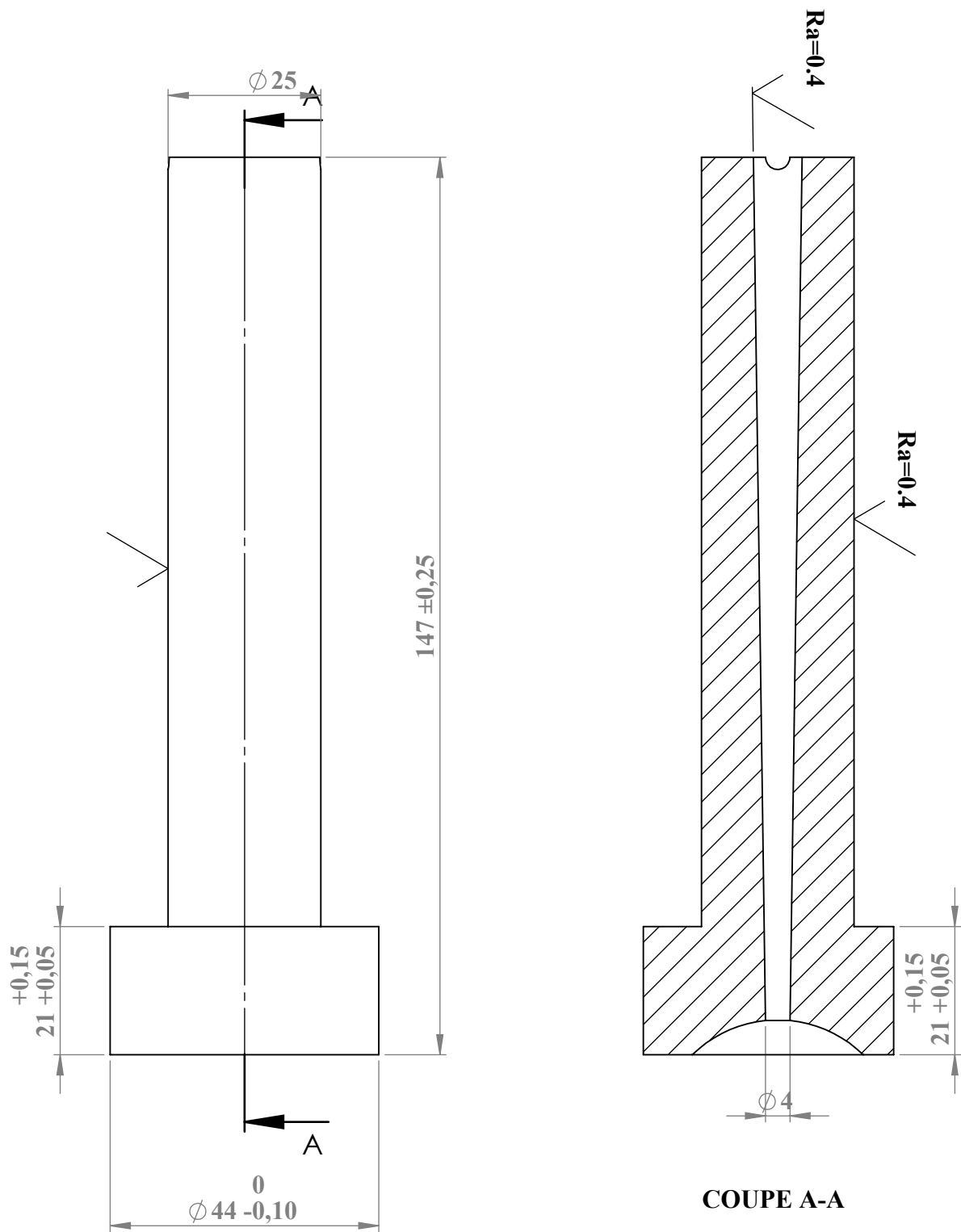


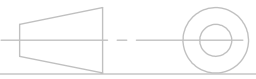
COUPE A-A
ECHELLE 1.2 : 1

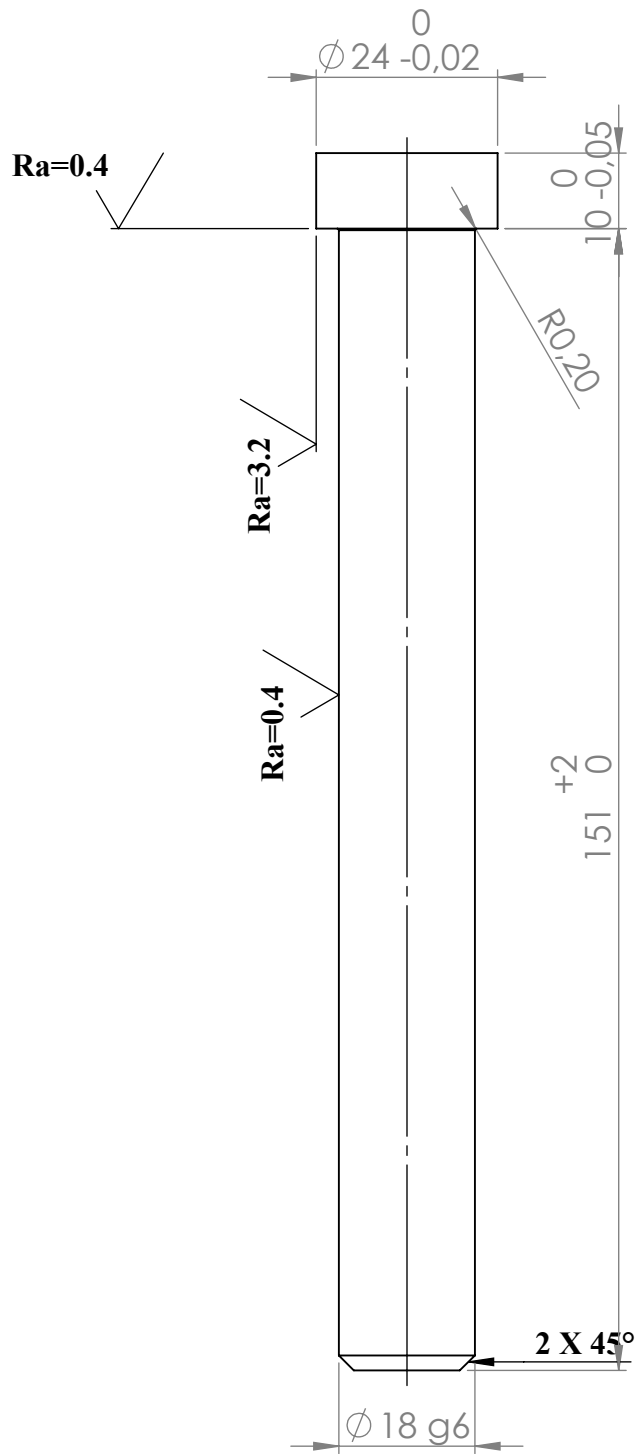
30	01	Bague de centrage	XC 38	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1.2:1		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2

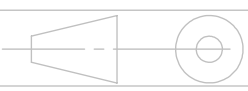


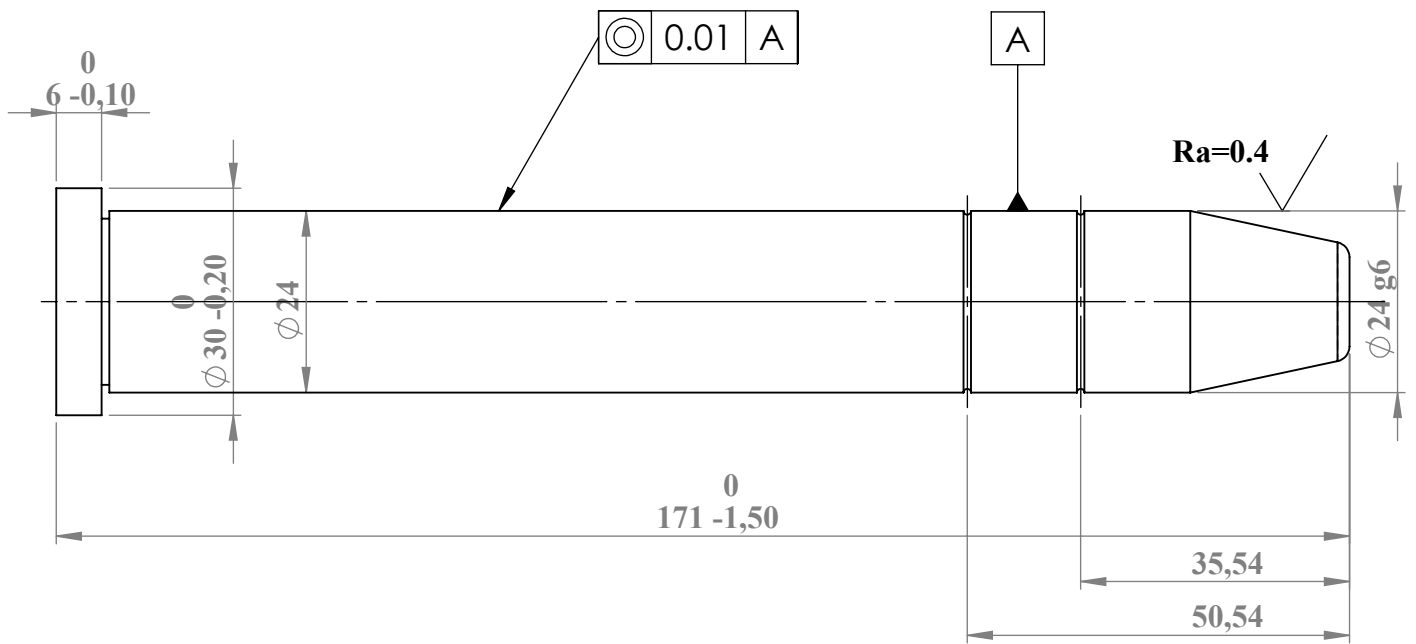
14 Rep	04 Nbr	Bague de guidage Désignation	Acier allié,cémenté,trempé Matière	Observation
Echelle 2.5:1		Moule d'injection plastique		- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2



29 Rep	01 Nbr	Buse d'injection Désignation	35 NC 15 Recuit Matière	Observation
Echelle 1:1		Moule d'injection plastique		- Hamadache Thinhinane - Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2



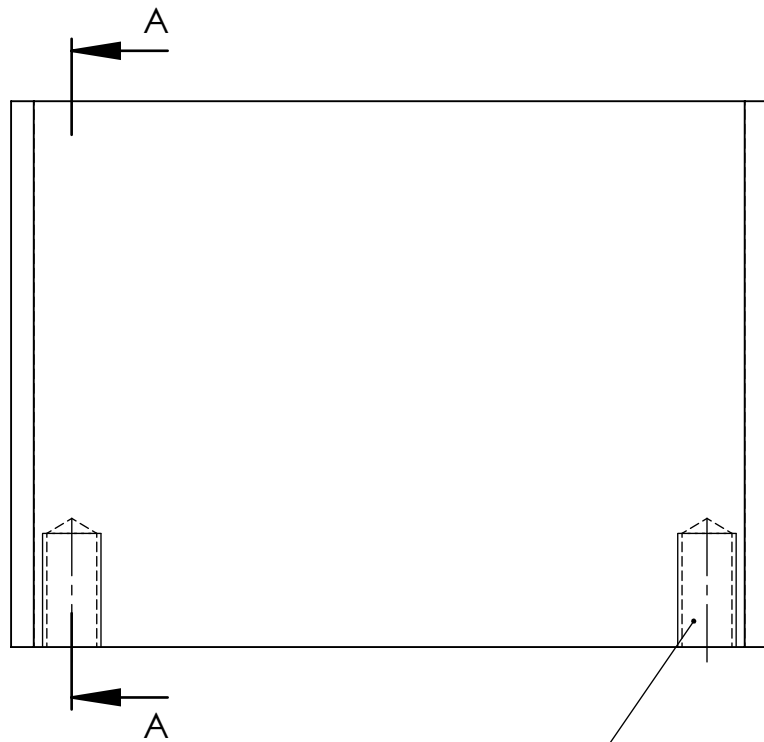
10	02	Colonne d'éjection	Acier Nitruré	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:1		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2



32	04	Collonne de guidage	Acier non allié,cémenté,trempé	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
		Moule d'injection		-Hamadache Thinhinane
		plastique		-Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
			Université Mouloud Mammeri	FMP-Master 2

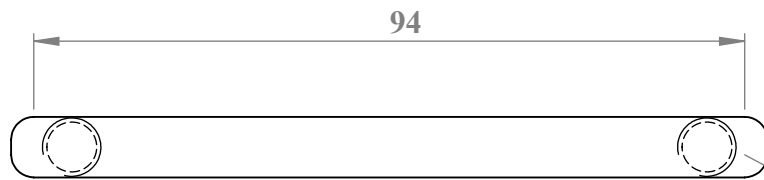


A4




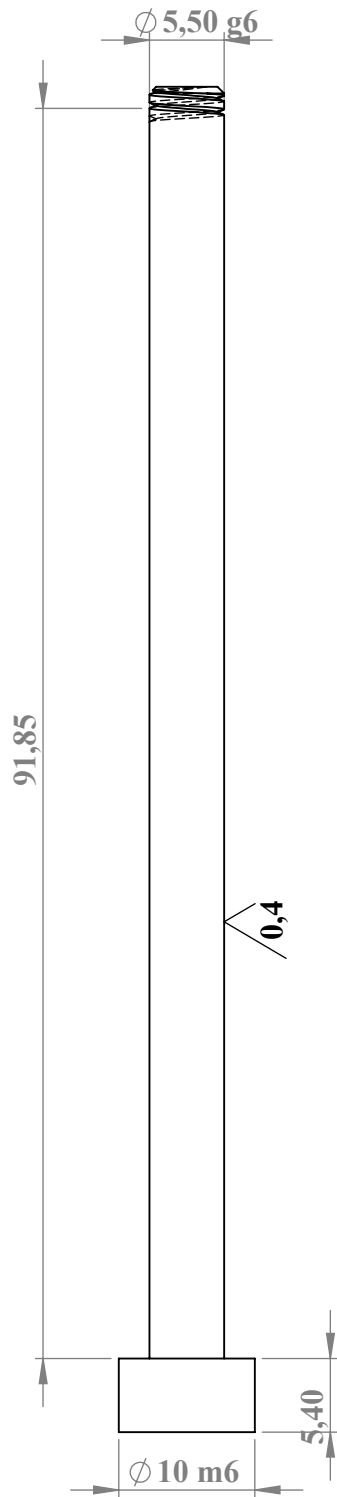
**COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1**

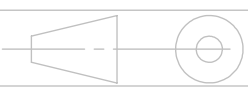
passage de vis M8

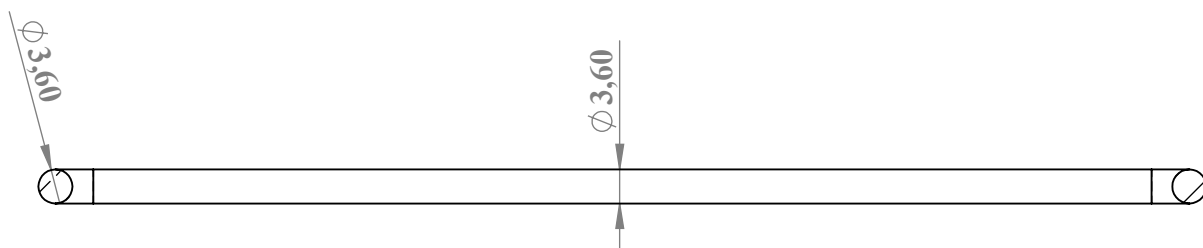
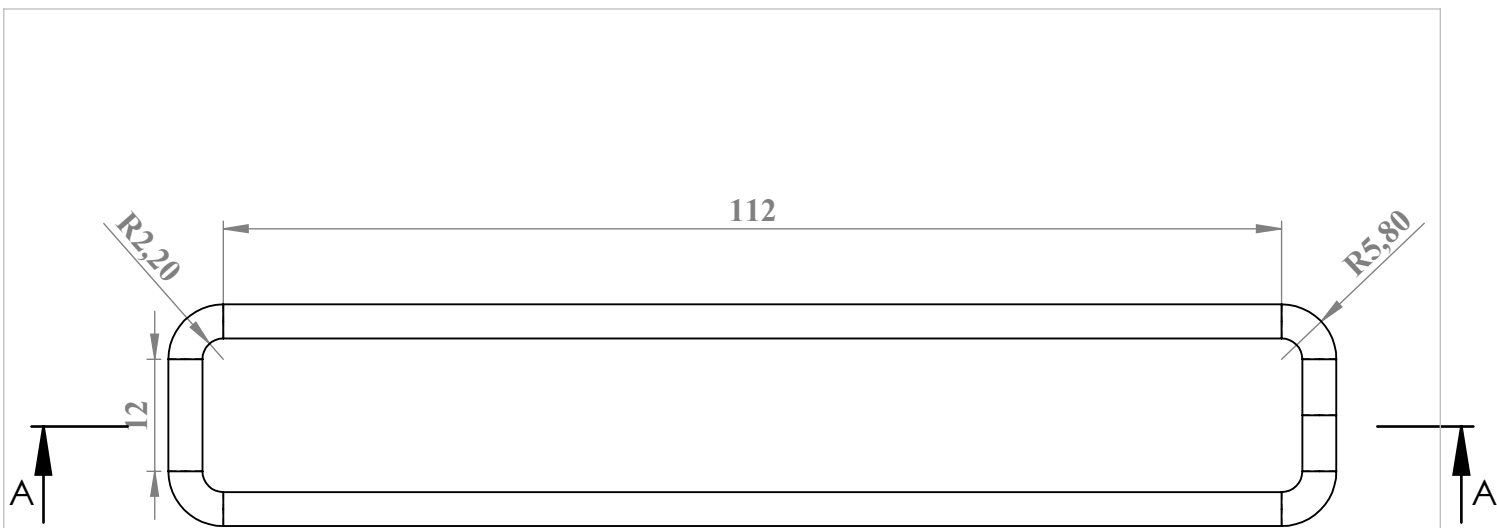


4 X R3


11	04	Ejecteur lame	Acier nitruré	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:1		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2

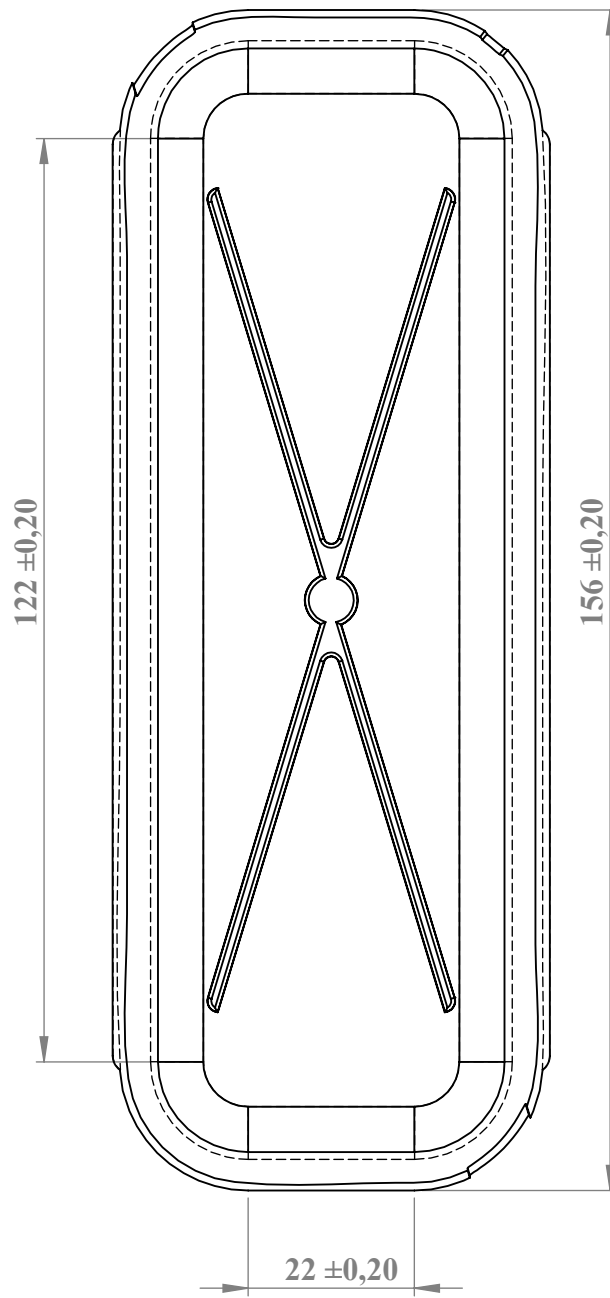


12	08	Ejecteur vis	Acier nitruré	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1.8:1		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2



COUPE A-A
ECHELLE 1.25 : 1

15	02	Le joint	Caoutchou	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1.25:1		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
A4		Université Mouloud Mammeri		FMP-Master 2

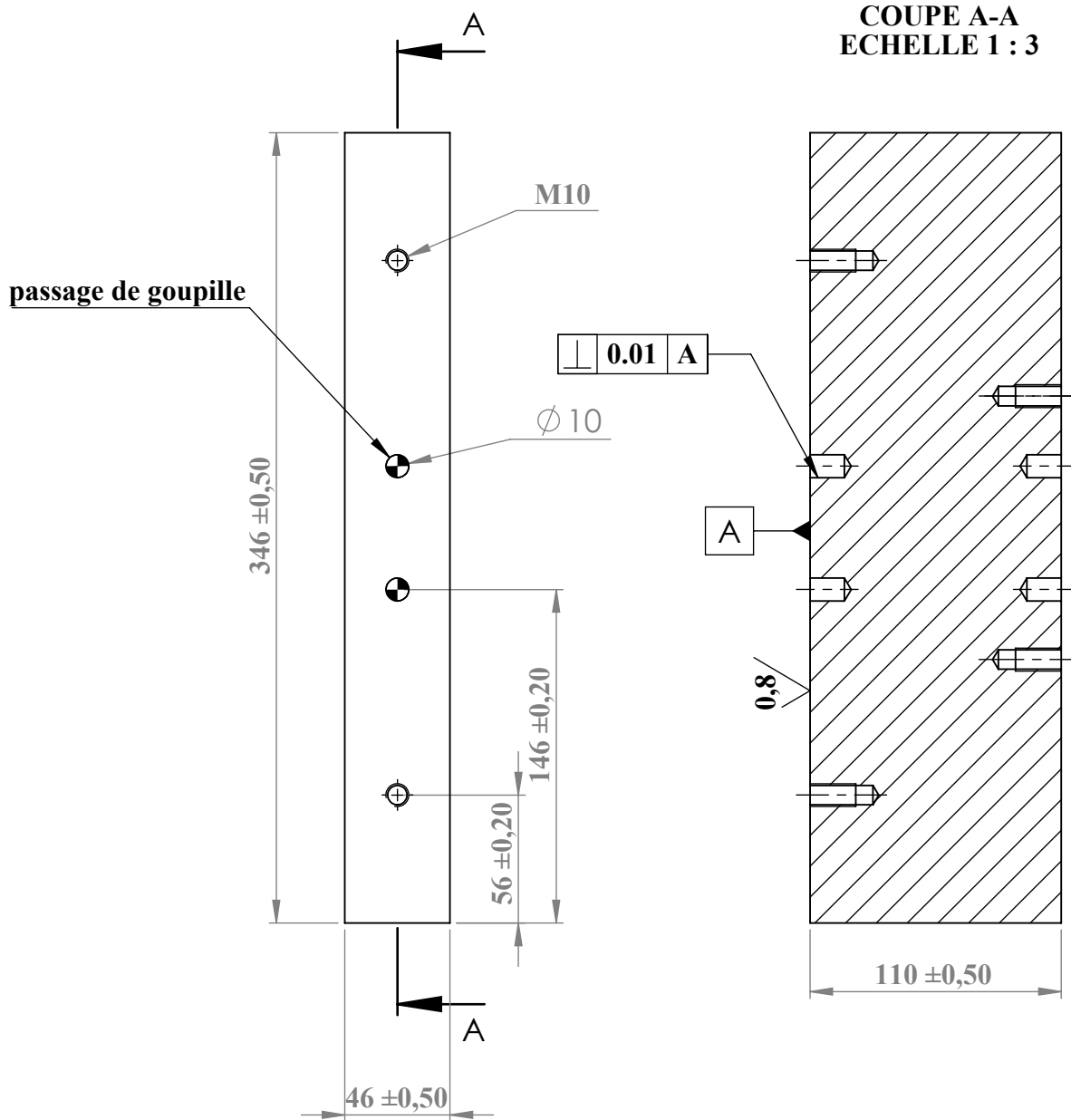



9	01	Pièce moulée Cache boitier	PP	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
				Projet fin d'étude
			Université Mouloud Mammeri	FMP-Master 2

Echelle
1:1



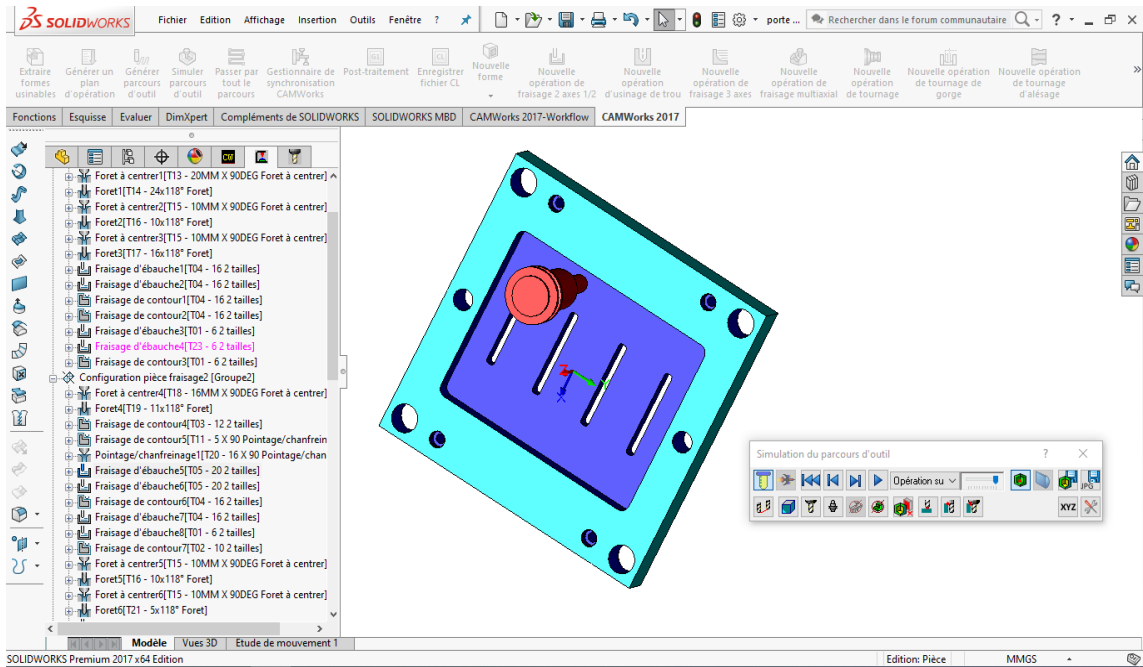
A4



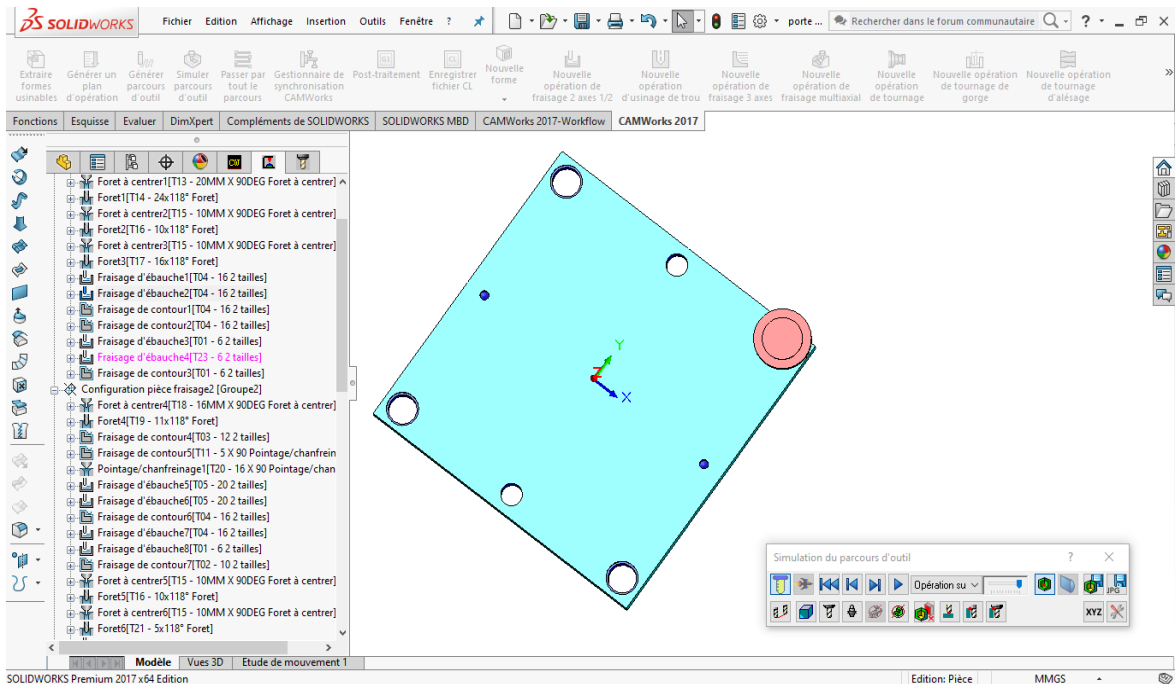
2	02	Tasseau	XC 48	
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle 1:3		Moule d'injection plastique		-Hamadache Thinhinane -Gherbi Hamid
		Université Mouloud Mammeri		Projet fin d'étude
A4				FMP-Master 2

Annexe

Programme d'usinage en G-CODE donné par CAMWORKS pour la Porte Empreinte Mobile



Usinage CAMWORKS porte empreinte mobile



O0001

N1 G21
N2 (20MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
N4 T13 M06
N5 S4957 M03

N6 (Foret à centrer1)
N7 G90 G54 G00 X0 Y151.5
N8 G43 Z25. H13 M08
N9 G82 G98 R3. Z-20. P1000 F1183.716
N10 Y-151.5
N11 G80 Z25. M09
N12 G91 G28 Z0
N13 (24.0mm JOBBER DRILL)
N14 T14 M06
N15 S4107 M03

N16 (Foret1)
N17 G90 G54 G00 X0 Y151.5
N18 G43 Z25. H14 M08
N19 G83 G98 R3. Z-42.204 Q2. F625.94
N20 Y-151.5
N21 G80 Z25. M09
N22 G91 G28 Z0
N23 (10MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
N24 T15 M06
N25 S9553 M03

N26 (Foret à centrer2)
N27 G90 G54 G00 X-150. Y0
N28 G43 Z25. H15 M08
N29 G82 G98 R3. Z-4.5 P1000 F1650.
N30 X150.
N31 G80 Z25. M09
N32 G91 G28 Z0
N33 (10.0mm JOBBER DRILL)
N34 T16 M06
N35 S8673 M03

N36 (Foret2)
N37 G90 G54 G00 X-150. Y0
N38 G43 Z25. H16 M08
N39 G83 G98 R3. Z-18.002 Q2. F1101.555
N40 X150.
N41 G80 Z25. M09
N42 G91 G28 Z0
N43 (10MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
N44 T15 M06
N45 S9553 M03

N46 (Foret à centrer3)
N47 G90 G54 G00 X-150. Y150.
N48 G43 Z25. H15 M08
N49 G82 G98 R3. Z-5. P1000 F1650.
N50 Y-150.
N51 X150.
N52 Y150.
N53 G80 Z25. M09

N54 G91 G28 Z0
N55 (16.0mm JOBBER DRILL)
N56 T17 M06
N57 S5942 M03

N58 (Foret3)
N59 G90 G54 G00 X-150. Y150.
N60 G43 Z25. H17 M08
N61 G83 G98 R3. Z-39.803 Q2. F799.983
N62 Y-150.
N63 X150.
N64 Y150.
N65 G80 Z25. M09
N66 G91 G28 Z0
N67 (16MM CRB 2FL 32 LOC)
N68 T04 M06
N69 S4378 M03

N70 (Fraisage d'ébauche1)
N71 G90 G54 G00 X-150. Y150.
N72 G43 Z2.5 H04 M08
N73 G01 Z-5.75 F122.323
N74 G17 X-146.65 F244.646
N75 G03 I-3.35 J0 F489.293
N76 G01 X-140.25
N77 G03 I-9.75 J0
N78 I-9.75 J0
N79 G01 X-150.
N80 G00 Z2.5
N81 Z-3.25
N82 G01 Z-6. F122.323
N83 X-146.65 F244.646
N84 G03 I-3.35 J0 F489.293
N85 G01 X-140.25
N86 G03 I-9.75 J0
N87 I-9.75 J0
N88 G01 X-150.
N89 G00 Z2.5
N90 Z25.
N91 Y-150.
N92 Z2.5
N93 G01 Z-5.75 F122.323
N94 X-146.65 F244.646
N95 G03 I-3.35 J0 F489.293
N96 G01 X-140.25
N97 G03 I-9.75 J0
N98 I-9.75 J0
N99 G01 X-150.
N100 G00 Z2.5
N101 Z-3.25
N102 G01 Z-6. F122.323
N103 X-146.65 F244.646
N104 G03 I-3.35 J0 F489.293
N105 G01 X-140.25
N106 G03 I-9.75 J0
N107 I-9.75 J0
N108 G01 X-150.
N109 G00 Z2.5
N110 Z25.
N111 X150.
N112 Z2.5
N113 G01 Z-5.75 F122.323
N114 X153.35 F244.646
N115 G03 I-3.35 J0 F489.293

N116 G01 X159.75
N117 G03 I-9.75 J0
N118 I-9.75 J0
N119 G01 X150.
N120 G00 Z2.5
N121 Z-3.25
N122 G01 Z-6. F122.323
N123 X153.35 F244.646
N124 G03 I-3.35 J0 F489.293
N125 G01 X159.75
N126 G03 I-9.75 J0
N127 I-9.75 J0
N128 G01 X150.
N129 G00 Z2.5
N130 Z25.
N131 Y150.
N132 Z2.5
N133 G01 Z-5.75 F122.323
N134 X153.35 F244.646
N135 G03 I-3.35 J0 F489.293
N136 G01 X159.75
N137 G03 I-9.75 J0
N138 I-9.75 J0
N139 G01 X150.
N140 G00 Z2.5
N141 Z-3.25
N142 G01 Z-6. F122.323
N143 X153.35 F244.646
N144 G03 I-3.35 J0 F489.293
N145 G01 X159.75
N146 G03 I-9.75 J0
N147 I-9.75 J0
N148 G01 X150.
N149 G00 Z2.5
N150 Z25.

N151 (Fraisage d'ébauche2)
N152 X-150.
N153 Z2.5
N154 G01 Z-8. F122.323
N155 X-148.65 F244.646
N156 G03 I-1.35 J0 F489.293
N157 G01 X-142.25
N158 G03 I-7.75 J0
N159 I-7.75 J0
N160 G01 X-150.
N161 G00 Z2.5
N162 Z-5.5
N163 G01 Z-14.688 F122.323
N164 X-148.65 F244.646
N165 G03 I-1.35 J0 F489.293
N166 G01 X-142.25
N167 G03 I-7.75 J0
N168 I-7.75 J0
N169 G01 X-150.
N170 G00 Z2.5
N171 Z-12.188
N172 G01 Z-21.375 F122.323
N173 X-148.65 F244.646
N174 G03 I-1.35 J0 F489.293
N175 G01 X-142.25
N176 G03 I-7.75 J0
N177 I-7.75 J0
N178 G01 X-150.
N179 G00 Z2.5

N180 Z-18.875
N181 G01 Z-28.063 F122.323
N182 X-148.65 F244.646
N183 G03 I-1.35 J0 F489.293
N184 G01 X-142.25
N185 G03 I-7.75 J0
N186 I-7.75 J0
N187 G01 X-150.
N188 G00 Z2.5
N189 Z-25.563
N190 G01 Z-34.75 F122.323
N191 X-148.65 F244.646
N192 G03 I-1.35 J0 F489.293
N193 G01 X-142.25
N194 G03 I-7.75 J0
N195 I-7.75 J0
N196 G01 X-150.
N197 G00 Z2.5
N198 Z-32.25
N199 G01 Z-35. F122.323
N200 X-148.65 F244.646
N201 G03 I-1.35 J0 F489.293
N202 G01 X-142.25
N203 G03 I-7.75 J0
N204 I-7.75 J0
N205 G01 X-150.
N206 G00 Z2.5
N207 Z25.
N208 Y-150.
N209 Z2.5
N210 G01 Z-8. F122.323
N211 X-148.65 F244.646
N212 G03 I-1.35 J0 F489.293
N213 G01 X-142.25
N214 G03 I-7.75 J0
N215 I-7.75 J0
N216 G01 X-150.
N217 G00 Z2.5
N218 Z-5.5
N219 G01 Z-14.687 F122.323
N220 X-148.65 F244.646
N221 G03 I-1.35 J0 F489.293
N222 G01 X-142.25
N223 G03 I-7.75 J0
N224 I-7.75 J0
N225 G01 X-150.
N226 G00 Z2.5
N227 Z-12.187
N228 G01 Z-21.375 F122.323
N229 X-148.65 F244.646
N230 G03 I-1.35 J0 F489.293
N231 G01 X-142.25
N232 G03 I-7.75 J0
N233 I-7.75 J0
N234 G01 X-150.
N235 G00 Z2.5
N236 Z-18.875
N237 G01 Z-28.062 F122.323
N238 X-148.65 F244.646
N239 G03 I-1.35 J0 F489.293
N240 G01 X-142.25
N241 G03 I-7.75 J0
N242 I-7.75 J0
N243 G01 X-150.
N244 G00 Z2.5
N245 Z-25.562
N246 G01 Z-34.75 F122.323
N247 X-148.65 F244.646
N248 G03 I-1.35 J0 F489.293
N249 G01 X-142.25
N250 G03 I-7.75 J0
N251 I-7.75 J0
N252 G01 X-150.
N253 G00 Z2.5
N254 Z-32.25
N255 G01 Z-35. F122.323

N256 X-148.65 F244.646
N257 G03 I-1.35 J0 F489.293
N258 G01 X-142.25
N259 G03 I-7.75 J0
N260 I-7.75 J0
N261 G01 X-150.
N262 G00 Z2.5
N263 Z25.
N264 X150.
N265 Z2.5
N266 G01 Z-8. F122.323
N267 X151.35 F244.646
N268 G03 I-1.35 J0 F489.293
N269 G01 X157.75
N270 G03 I-7.75 J0
N271 I-7.75 J0
N272 G01 X150.
N273 G00 Z2.5
N274 Z-5.5
N275 G01 Z-14.687 F122.323
N276 X151.35 F244.646
N277 G03 I-1.35 J0 F489.293
N278 G01 X157.75
N279 G03 I-7.75 J0
N280 I-7.75 J0
N281 G01 X150.
N282 G00 Z2.5
N283 Z-12.187
N284 G01 Z-21.375 F122.323
N285 X151.35 F244.646
N286 G03 I-1.35 J0 F489.293
N287 G01 X157.75
N288 G03 I-7.75 J0
N289 I-7.75 J0
N290 G01 X150.
N291 G00 Z2.5
N292 Z-18.875
N293 G01 Z-28.062 F122.323
N294 X151.35 F244.646
N295 G03 I-1.35 J0 F489.293
N296 G01 X157.75
N297 G03 I-7.75 J0
N298 I-7.75 J0
N299 G01 X150.
N300 G00 Z2.5
N301 Z-25.562
N302 G01 Z-34.75 F122.323
N303 X151.35 F244.646
N304 G03 I-1.35 J0 F489.293
N305 G01 X157.75
N306 G03 I-7.75 J0
N307 I-7.75 J0
N308 G01 X150.
N309 G00 Z2.5
N310 Z-32.25
N311 G01 Z-35. F122.323
N312 X151.35 F244.646
N313 G03 I-1.35 J0 F489.293
N314 G01 X157.75
N315 G03 I-7.75 J0
N316 I-7.75 J0
N317 G01 X150.
N318 G00 Z2.5
N319 Z25.
N320 Y150.
N321 Z2.5
N322 G01 Z-8. F122.323
N323 X151.35 F244.646
N324 G03 I-1.35 J0 F489.293
N325 G01 X157.75
N326 G03 I-7.75 J0
N327 I-7.75 J0
N328 G01 X150.
N329 G00 Z2.5
N330 Z-5.5
N331 G01 Z-14.688 F122.323

N332 X151.35 F244.646
N333 G03 I-1.35 J0 F489.293
N334 G01 X157.75
N335 G03 I-7.75 J0
N336 I-7.75 J0
N337 G01 X150.
N338 G00 Z2.5
N339 Z-12.188
N340 G01 Z-21.375 F122.323
N341 X151.35 F244.646
N342 G03 I-1.35 J0 F489.293
N343 G01 X157.75
N344 G03 I-7.75 J0
N345 I-7.75 J0
N346 G01 X150.
N347 G00 Z2.5
N348 Z-18.875
N349 G01 Z-28.063 F122.323
N350 X151.35 F244.646
N351 G03 I-1.35 J0 F489.293
N352 G01 X157.75
N353 G03 I-7.75 J0
N354 I-7.75 J0
N355 G01 X150.
N356 G00 Z2.5
N357 Z-25.563
N358 G01 Z-34.75 F122.323
N359 X151.35 F244.646
N360 G03 I-1.35 J0 F489.293
N361 G01 X157.75
N362 G03 I-7.75 J0
N363 I-7.75 J0
N364 G01 X150.
N365 G00 Z2.5
N366 Z-32.25
N367 G01 Z-35. F122.323
N368 X151.35 F244.646
N369 G03 I-1.35 J0 F489.293
N370 G01 X157.75
N371 G03 I-7.75 J0
N372 I-7.75 J0
N373 G01 X150.
N374 G00 Z2.5
N375 Z25.

N376 (Fraisage de contour1)
N377 X-150.
N378 Z3.
N379 G01 Z-8. F122.323
N380 G41 D24 X-150.222 Y157.202
F366.969
N381 X-157.156 Y152.605
N382 G03 X-157.841 Y151.589 I.884
J-1.334
N383 I7.841 J-1.589 F489.293
N384 Y148.411 I7.841 J-1.589
N385 X-157.156 Y147.395 I1.568
J.318
N386 G40 G01 X-150.222 Y142.798
N387 G00 Z3.
N388 X-150. Y150.
N389 Z-5.
N390 G01 Z-14.75 F122.323
N391 G41 D24 X-150.222 Y157.202
F366.969
N392 X-157.156 Y152.605
N393 G03 X-157.841 Y151.589 I.884
J-1.334
N394 I7.841 J-1.589 F489.293
N395 Y148.411 I7.841 J-1.589
N396 X-157.156 Y147.395 I1.568
J.318
N397 G40 G01 X-150.222 Y142.798
N398 G00 Z3.
N399 X-150. Y150.
N400 Z-11.75

N401 G01 Z-21.5 F122.323
N402 G41 D24 X-150.222 Y157.202
F366.969
N403 X-157.156 Y152.605
N404 G03 X-157.841 Y151.589 I.884
J-1.334
N405 I7.841 J-1.589 F489.293
N406 Y148.411 I7.841 J-1.589
N407 X-157.156 Y147.395 I1.568
J.318
N408 G40 G01 X-150.222 Y142.798
N409 G00 Z3.
N410 X-150. Y150.
N411 Z-18.5
N412 G01 Z-28.25 F122.323
N413 G41 D24 X-150.222 Y157.202
F366.969
N414 X-157.156 Y152.605
N415 G03 X-157.841 Y151.589 I.884
J-1.334
N416 I7.841 J-1.589 F489.293
N417 Y148.411 I7.841 J-1.589
N418 X-157.156 Y147.395 I1.568
J.318
N419 G40 G01 X-150.222 Y142.798
N420 G00 Z3.
N421 X-150. Y150.
N422 Z-25.25
N423 G01 Z-35. F122.323
N424 G41 D24 X-150.222 Y157.202
F366.969
N425 X-157.156 Y152.605
N426 G03 X-157.841 Y151.589 I.884
J-1.334
N427 I7.841 J-1.589 F489.293
N428 Y148.411 I7.841 J-1.589
N429 X-157.156 Y147.395 I1.568
J.318
N430 G40 G01 X-150.222 Y142.798
N431 G00 Z3.
N432 Z25.
N433 X-150. Y-150.
N434 Z3.
N435 G01 Z-8. F122.323
N436 G41 D24 X-150.222 Y-142.798
F366.969
N437 X-157.156 Y-147.395
N438 G03 X-157.841 Y-148.411 I.884
J-1.334
N439 I7.841 J-1.589 F489.293
N440 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N441 X-157.156 Y-152.605 I1.568
J.318
N442 G40 G01 X-150.222 Y-157.202
N443 G00 Z3.
N444 X-150. Y-150.
N445 Z-5.
N446 G01 Z-14.75 F122.323
N447 G41 D24 X-150.222 Y-142.798
F366.969
N448 X-157.156 Y-147.395
N449 G03 X-157.841 Y-148.411 I.884
J-1.334
N450 I7.841 J-1.589 F489.293
N451 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N452 X-157.156 Y-152.605 I1.568
J.318
N453 G40 G01 X-150.222 Y-157.202
N454 G00 Z3.
N455 X-150. Y-150.
N456 Z-11.75
N457 G01 Z-21.5 F122.323
N458 G41 D24 X-150.222 Y-142.798
F366.969
N459 X-157.156 Y-147.395

N460 G03 X-157.841 Y-148.411 I.884
J-1.334
N461 I7.841 J-1.589 F489.293
N462 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N463 X-157.156 Y-152.605 I1.568
J.318
N464 G40 G01 X-150.222 Y-157.202
N465 G00 Z3.
N466 X-150. Y-150.
N467 Z-18.5
N468 G01 Z-28.25 F122.323
N469 G41 D24 X-150.222 Y-142.798
F366.969
N470 X-157.156 Y-147.395
N471 G03 X-157.841 Y-148.411 I.884
J-1.334
N472 I7.841 J-1.589 F489.293
N473 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N474 X-157.156 Y-152.605 I1.568
J.318
N475 G40 G01 X-150.222 Y-157.202
N476 G00 Z3.
N477 X-150. Y-150.
N478 Z-25.25
N479 G01 Z-35. F122.323
N480 G41 D24 X-150.222 Y-142.798
F366.969
N481 X-157.156 Y-147.395
N482 G03 X-157.841 Y-148.411 I.884
J-1.334
N483 I7.841 J-1.589 F489.293
N484 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N485 X-157.156 Y-152.605 I1.568
J.318
N486 G40 G01 X-150.222 Y-157.202
N487 G00 Z3.
N488 Z25.
N489 X150. Y-150.
N490 Z3.
N491 G01 Z-8. F122.323
N492 G41 D24 X149.778 Y-142.798
F366.969
N493 X142.844 Y-147.395
N494 G03 X142.159 Y-148.411 I.884
J-1.334
N495 I7.841 J-1.589 F489.293
N496 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N497 X142.844 Y-152.605 I1.568
J.318
N498 G40 G01 X149.778 Y-157.202
N499 G00 Z3.
N500 X150. Y-150.
N501 Z-5.
N502 G01 Z-14.75 F122.323
N503 G41 D24 X149.778 Y-142.798
F366.969
N504 X142.844 Y-147.395
N505 G03 X142.159 Y-148.411 I.884
J-1.334
N506 I7.841 J-1.589 F489.293
N507 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N508 X142.844 Y-152.605 I1.568
J.318
N509 G40 G01 X149.778 Y-157.202
N510 G00 Z3.
N511 X150. Y-150.
N512 Z-11.75
N513 G01 Z-21.5 F122.323
N514 G41 D24 X149.778 Y-142.798
F366.969
N515 X142.844 Y-147.395
N516 G03 X142.159 Y-148.411 I.884
J-1.334
N517 I7.841 J-1.589 F489.293
N518 Y-151.589 I7.841 J-1.589

N519 X142.844 Y-152.605 I1.568
J.318
N520 G40 G01 X149.778 Y-157.202
N521 G00 Z3.
N522 X150. Y-150.
N523 Z-18.5
N524 G01 Z-28.25 F122.323
N525 G41 D24 X149.778 Y-142.798
F366.969
N526 X142.844 Y-147.395
N527 G03 X142.159 Y-148.411 I.884
J-1.334
N528 I7.841 J-1.589 F489.293
N529 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N530 X142.844 Y-152.605 I1.568
J.318
N531 G40 G01 X149.778 Y-157.202
N532 G00 Z3.
N533 X150. Y-150.
N534 Z-25.25
N535 G01 Z-35. F122.323
N536 G41 D24 X149.778 Y-142.798
F366.969
N537 X142.844 Y-147.395
N538 G03 X142.159 Y-148.411 I.884
J-1.334
N539 I7.841 J-1.589 F489.293
N540 Y-151.589 I7.841 J-1.589
N541 X142.844 Y-152.605 I1.568
J.318
N542 G40 G01 X149.778 Y-157.202
N543 G00 Z3.
N544 Z25.
N545 X150. Y150.
N546 Z3.
N547 G01 Z-8. F122.323
N548 G41 D24 X149.778 Y157.202
F366.969
N549 X142.844 Y152.605
N550 G03 X142.159 Y151.589 I.884
J-1.334
N551 I7.841 J-1.589 F489.293
N552 Y148.411 I7.841 J-1.589
N553 X142.844 Y147.395 I1.568
J.318
N554 G40 G01 X149.778 Y142.798
N555 G00 Z3.
N556 X150. Y150.
N557 Z-5.
N558 G01 Z-14.75 F122.323
N559 G41 D24 X149.778 Y157.202
F366.969
N560 X142.844 Y152.605
N561 G03 X142.159 Y151.589 I.884
J-1.334
N562 I7.841 J-1.589 F489.293
N563 Y148.411 I7.841 J-1.589
N564 X142.844 Y147.395 I1.568
J.318
N565 G40 G01 X149.778 Y142.798
N566 G00 Z3.
N567 X150. Y150.
N568 Z-11.75
N569 G01 Z-21.5 F122.323
N570 G41 D24 X149.778 Y157.202
F366.969
N571 X142.844 Y152.605
N572 G03 X142.159 Y151.589 I.884
J-1.334
N573 I7.841 J-1.589 F489.293
N574 Y148.411 I7.841 J-1.589
N575 X142.844 Y147.395 I1.568
J.318
N576 G40 G01 X149.778 Y142.798
N577 G00 Z3.
N578 X150. Y150.

N579 Z-18.5
N580 G01 Z-28.25 F122.323
N581 G41 D24 X149.778 Y157.202
F366.969
N582 X142.844 Y152.605
N583 G03 X142.159 Y151.589 I.884
J-1.334
N584 I7.841 J-1.589 F489.293
N585 Y148.411 I7.841 J-1.589
N586 X142.844 Y147.395 I1.568
J.318
N587 G40 G01 X149.778 Y142.798
N588 G00 Z3.
N589 X150. Y150.
N590 Z-25.25
N591 G01 Z-35. F122.323
N592 G41 D24 X149.778 Y157.202
F366.969
N593 X142.844 Y152.605
N594 G03 X142.159 Y151.589 I.884
J-1.334
N595 I7.841 J-1.589 F489.293
N596 Y148.411 I7.841 J-1.589
N597 X142.844 Y147.395 I1.568
J.318
N598 G40 G01 X149.778 Y142.798
N599 G00 Z3.
N600 Z25.

N601 (Fraisage de contour2)
N602 X-150. Y150.
N603 Z3.
N604 G01 Z-6. F122.323
N605 G41 D24 X-152.484 Y157.506
F366.969
N606 X-159.229 Y152.635
N607 G03 X-159.872 Y151.593 I.937
J-1.297
N608 I9.872 J-1.593 F489.293
N609 Y148.407 I9.872 J-1.593
N610 X-159.229 Y147.365 I1.58 J.255
N611 G40 G01 X-152.484 Y142.494
N612 G00 Z3.
N613 Z25.
N614 X-150. Y-150.
N615 Z3.
N616 G01 Z-6. F122.323
N617 G41 D24 X-152.484 Y-142.494
F366.969
N618 X-159.229 Y-147.365
N619 G03 X-159.872 Y-148.407 I.937
J-1.297
N620 I9.872 J-1.593 F489.293
N621 Y-151.593 I9.872 J-1.593
N622 X-159.229 Y-152.635 I1.58
J.255
N623 G40 G01 X-152.484 Y-157.506
N624 G00 Z3.
N625 Z25.
N626 X150. Y-150.
N627 Z3.
N628 G01 Z-6. F122.323
N629 G41 D24 X147.516 Y-142.494
F366.969
N630 X140.771 Y-147.365
N631 G03 X140.128 Y-148.407 I.937
J-1.297
N632 I9.872 J-1.593 F489.293
N633 Y-151.593 I9.872 J-1.593
N634 X140.771 Y-152.635 I1.58 J.255
N635 G40 G01 X147.516 Y-157.506
N636 G00 Z3.
N637 Z25.
N638 X150. Y150.
N639 Z3.
N640 G01 Z-6. F122.323

N641 G41 D24 X147.516 Y157.506
F366.969
N642 X140.771 Y152.635
N643 G03 X140.128 Y151.593 I.937
J-1.297
N644 I9.872 J-1.593 F489.293
N645 Y148.407 I9.872 J-1.593
N646 X140.771 Y147.365 I1.58 J.255
N647 G40 G01 X147.516 Y142.494
N648 G00 Z3.
N649 Z25. M09
N650 G91 G28 Z0
N651 (6MM CRB 2FL 19 LOC)
N652 T01 M06
N653 S12000 M03

N654 (Fraisage d'ébauche3)
N655 G90 G54 G00 X-47.75 Y98.25
N656 G43 Z2.5 H01 M08
N657 G01 Z-3. F411.48
N658 Y94.75 F1645.92
N659 X47.75
N660 Y98.25
N661 X-47.75
N662 Y94.75
N663 X47.75
N664 Y98.25
N665 X-47.75
N666 G00 Z2.5
N667 Z-.5
N668 G01 Z-5.938 F411.48
N669 Y94.75 F1645.92
N670 X47.75
N671 Y98.25
N672 X-47.75
N673 Y94.75
N674 X47.75
N675 Y98.25
N676 X-47.75
N677 G00 Z2.5
N678 Z-3.438
N679 G01 Z-8.875 F411.48
N680 Y94.75 F1645.92
N681 X47.75
N682 Y98.25
N683 X-47.75
N684 Y94.75
N685 X47.75
N686 Y98.25
N687 X-47.75
N688 G00 Z2.5
N689 Z-6.375
N690 G01 Z-11.813 F411.48
N691 Y94.75 F1645.92
N692 X47.75
N693 Y98.25
N694 X-47.75
N695 Y94.75
N696 X47.75
N697 Y98.25
N698 X-47.75
N699 G00 Z2.5
N700 Z-9.313
N701 G01 Z-14.75 F411.48
N702 Y94.75 F1645.92
N703 X47.75
N704 Y98.25
N705 X-47.75
N706 Y94.75
N707 X47.75
N708 Y98.25
N709 X-47.75
N710 G00 Z2.5
N711 Z-12.25
N712 G01 Z-15. F411.48
N713 Y94.75 F1645.92

N714 X47.75
N715 Y98.25
N716 X-47.75
N717 Y94.75
N718 X47.75
N719 Y98.25
N720 X-47.75
N721 G00 Z2.5
N722 Z25.
N723 Y35.25
N724 Z2.5
N725 G01 Z-3. F411.48
N726 Y31.75 F1645.92
N727 X47.75
N728 Y35.25
N729 X-47.75
N730 Y31.75
N731 X47.75
N732 Y35.25
N733 X-47.75
N734 G00 Z2.5
N735 Z-.5
N736 G01 Z-5.938 F411.48
N737 Y31.75 F1645.92
N738 X47.75
N739 Y35.25
N740 X-47.75
N741 Y31.75
N742 X47.75
N743 Y35.25
N744 X-47.75
N745 G00 Z2.5
N746 Z-3.438
N747 G01 Z-8.875 F411.48
N748 Y31.75 F1645.92
N749 X47.75
N750 Y35.25
N751 X-47.75
N752 Y31.75
N753 X47.75
N754 Y35.25
N755 X-47.75
N756 G00 Z2.5
N757 Z-6.375
N758 G01 Z-11.813 F411.48
N759 Y31.75 F1645.92
N760 X47.75
N761 Y35.25
N762 X-47.75
N763 Y31.75
N764 X47.75
N765 Y35.25
N766 X-47.75
N767 G00 Z2.5
N768 Z-9.313
N769 G01 Z-14.75 F411.48
N770 Y31.75 F1645.92
N771 X47.75
N772 Y35.25
N773 X-47.75
N774 Y31.75
N775 X47.75
N776 Y35.25
N777 X-47.75
N778 G00 Z2.5
N779 Z-12.25
N780 G01 Z-15. F411.48
N781 Y31.75 F1645.92
N782 X47.75
N783 Y35.25
N784 X-47.75
N785 Y31.75
N786 X47.75
N787 Y35.25
N788 X-47.75
N789 G00 Z2.5

N790 Z25.
N791 Y-31.75
N792 Z2.5
N793 G01 Z-3. F411.48
N794 Y-35.25 F1645.92
N795 X47.75
N796 Y-31.75
N797 X-47.75
N798 Y-35.25
N799 X47.75
N800 Y-31.75
N801 X-47.75
N802 G00 Z2.5
N803 Z-.5
N804 G01 Z-5.938 F411.48
N805 Y-35.25 F1645.92
N806 X47.75
N807 Y-31.75
N808 X-47.75
N809 Y-35.25
N810 X47.75
N811 Y-31.75
N812 X-47.75
N813 G00 Z2.5
N814 Z-3.438
N815 G01 Z-8.875 F411.48
N816 Y-35.25 F1645.92
N817 X47.75
N818 Y-31.75
N819 X-47.75
N820 Y-35.25
N821 X47.75
N822 Y-31.75
N823 X-47.75
N824 G00 Z2.5
N825 Z-6.375
N826 G01 Z-11.813 F411.48
N827 Y-35.25 F1645.92
N828 X47.75
N829 Y-31.75
N830 X-47.75
N831 Y-35.25
N832 X47.75
N833 Y-31.75
N834 X-47.75
N835 G00 Z2.5
N836 Z-9.313
N837 G01 Z-14.75 F411.48
N838 Y-35.25 F1645.92
N839 X47.75
N840 Y-31.75
N841 X-47.75
N842 Y-35.25
N843 X47.75
N844 Y-31.75
N845 X-47.75
N846 G00 Z2.5
N847 Z-12.25
N848 G01 Z-15. F411.48
N849 Y-35.25 F1645.92
N850 X47.75
N851 Y-31.75
N852 X-47.75
N853 Y-35.25
N854 X47.75
N855 Y-31.75
N856 X-47.75
N857 G00 Z2.5
N858 Z25.
N859 Y-94.75
N860 Z2.5
N861 G01 Z-3. F411.48
N862 Y-98.25 F1645.92
N863 X47.75
N864 Y-94.75
N865 X-47.75

N866 Y-98.25
N867 X47.75
N868 Y-94.75
N869 X-47.75
N870 G00 Z2.5
N871 Z-.5
N872 G01 Z-5.937 F411.48
N873 Y-98.25 F1645.92
N874 X47.75
N875 Y-94.75
N876 X-47.75
N877 Y-98.25
N878 X47.75
N879 Y-94.75
N880 X-47.75
N881 G00 Z2.5
N882 Z-3.437
N883 G01 Z-8.875 F411.48
N884 Y-98.25 F1645.92
N885 X47.75
N886 Y-94.75
N887 X-47.75
N888 Y-98.25
N889 X47.75
N890 Y-94.75
N891 X-47.75
N892 G00 Z2.5
N893 Z-6.375
N894 G01 Z-11.812 F411.48
N895 Y-98.25 F1645.92
N896 X47.75
N897 Y-94.75
N898 X-47.75
N899 Y-98.25
N900 X47.75
N901 Y-94.75
N902 X-47.75
N903 G00 Z2.5
N904 Z-9.312
N905 G01 Z-14.75 F411.48
N906 Y-98.25 F1645.92
N907 X47.75
N908 Y-94.75
N909 X-47.75
N910 Y-98.25
N911 X47.75
N912 Y-94.75
N913 X-47.75
N914 G00 Z2.5
N915 Z-12.25
N916 G01 Z-15. F411.48
N917 Y-98.25 F1645.92
N918 X47.75
N919 Y-94.75
N920 X-47.75
N921 Y-98.25
N922 X47.75
N923 Y-94.75
N924 X-47.75
N925 G00 Z2.5
N926 Z25.

N927 (Fraisage de contour3)
N928 X1.449 Y97.9
N929 Z3.
N930 G01 Z-3. F411.48
N931 G41 D21 X1.024 Y98.324
F1234.44
N932 G03 X.6 Y98.5 I-.424 J-.424
N933 G01 X-48. F1645.92
N934 Y94.5
N935 X48.
N936 Y98.5
N937 X-.6
N938 G03 X-1.024 Y98.324 I0 J-.6
N939 G40 G01 X-1.449 Y97.9

N940 G00 Z3.
N941 X1.449
N942 Z0
N943 G01 Z-6. F411.48
N944 G41 D21 X1.024 Y98.324
F1234.44
N945 G03 X.6 Y98.5 I-.424 J-.424
N946 G01 X-48. F1645.92
N947 Y94.5
N948 X48.
N949 Y98.5
N950 X-.6
N951 G03 X-1.024 Y98.324 I0 J-.6
N952 G40 G01 X-1.449 Y97.9
N953 G00 Z3.
N954 X1.449
N955 Z-3.
N956 G01 Z-9. F411.48
N957 G41 D21 X1.024 Y98.324
F1234.44
N958 G03 X.6 Y98.5 I-.424 J-.424
N959 G01 X-48. F1645.92
N960 Y94.5
N961 X48.
N962 Y98.5
N963 X-.6
N964 G03 X-1.024 Y98.324 I0 J-.6
N965 G40 G01 X-1.449 Y97.9
N966 G00 Z3.
N967 X1.449
N968 Z-6.
N969 G01 Z-12. F411.48
N970 G41 D21 X1.024 Y98.324
F1234.44
N971 G03 X.6 Y98.5 I-.424 J-.424
N972 G01 X-48. F1645.92
N973 Y94.5
N974 X48.
N975 Y98.5
N976 X-.6
N977 G03 X-1.024 Y98.324 I0 J-.6
N978 G40 G01 X-1.449 Y97.9
N979 G00 Z3.
N980 X1.449
N981 Z-9.
N982 G01 Z-15. F411.48
N983 G41 D21 X1.024 Y98.324
F1234.44
N984 G03 X.6 Y98.5 I-.424 J-.424
N985 G01 X-48. F1645.92
N986 Y94.5
N987 X48.
N988 Y98.5
N989 X-.6
N990 G03 X-1.024 Y98.324 I0 J-.6
N991 G40 G01 X-1.449 Y97.9
N992 G00 Z3.
N993 Z25.
N994 X1.449 Y34.9
N995 Z3.
N996 G01 Z-3. F411.48
N997 G41 D21 X1.024 Y35.324
F1234.44
N998 G03 X.6 Y35.5 I-.424 J-.424
N999 G01 X-48. F1645.92
N1000 Y31.5
N1001 X48.
N1002 Y35.5
N1003 X-.6
N1004 G03 X-1.024 Y35.324 I0 J-.6
N1005 G40 G01 X-1.449 Y34.9
N1006 G00 Z3.
N1007 X1.449
N1008 Z0
N1009 G01 Z-6. F411.48

N1010 G41 D21 X1.024 Y35.324
F1234.44
N1011 G03 X.6 Y35.5 I-.424 J-.424
N1012 G01 X-48. F1645.92
N1013 Y31.5
N1014 X48.
N1015 Y35.5
N1016 X-.6
N1017 G03 X-1.024 Y35.324 I0 J-.6
N1018 G40 G01 X-1.449 Y34.9
N1019 G00 Z3.
N1020 X1.449
N1021 Z-3.
N1022 G01 Z-9. F411.48
N1023 G41 D21 X1.024 Y35.324
F1234.44
N1024 G03 X.6 Y35.5 I-.424 J-.424
N1025 G01 X-48. F1645.92
N1026 Y31.5
N1027 X48.
N1028 Y35.5
N1029 X-.6
N1030 G03 X-1.024 Y35.324 I0 J-.6
N1031 G40 G01 X-1.449 Y34.9
N1032 G00 Z3.
N1033 X1.449
N1034 Z-6.
N1035 G01 Z-12. F411.48
N1036 G41 D21 X1.024 Y35.324
F1234.44
N1037 G03 X.6 Y35.5 I-.424 J-.424
N1038 G01 X-48. F1645.92
N1039 Y31.5
N1040 X48.
N1041 Y35.5
N1042 X-.6
N1043 G03 X-1.024 Y35.324 I0 J-.6
N1044 G40 G01 X-1.449 Y34.9
N1045 G00 Z3.
N1046 X1.449
N1047 Z-9.
N1048 G01 Z-15. F411.48
N1049 G41 D21 X1.024 Y35.324
F1234.44
N1050 G03 X.6 Y35.5 I-.424 J-.424
N1051 G01 X-48. F1645.92
N1052 Y31.5
N1053 X48.
N1054 Y35.5
N1055 X-.6
N1056 G03 X-1.024 Y35.324 I0 J-.6
N1057 G40 G01 X-1.449 Y34.9
N1058 G00 Z3.
N1059 Z25.
N1060 X1.449 Y-32.1
N1061 Z3.
N1062 G01 Z-3. F411.48
N1063 G41 D21 X1.024 Y-31.676
F1234.44
N1064 G03 X.6 Y-31.5 I-.424 J-.424
N1065 G01 X-48. F1645.92
N1066 Y-35.5
N1067 X48.
N1068 Y-31.5
N1069 X-.6
N1070 G03 X-1.024 Y-31.676 I0 J-.6
N1071 G40 G01 X-1.449 Y-32.1
N1072 G00 Z3.
N1073 X1.449
N1074 Z0
N1075 G01 Z-6. F411.48
N1076 G41 D21 X1.024 Y-31.676
F1234.44
N1077 G03 X.6 Y-31.5 I-.424 J-.424
N1078 G01 X-48. F1645.92
N1079 Y-35.5

N1080 X48.
N1081 Y-31.5
N1082 X-.6
N1083 G03 X-1.024 Y-31.676 I0 J-.6
N1084 G40 G01 X-1.449 Y-32.1
N1085 G00 Z3.
N1086 X1.449
N1087 Z-3.
N1088 G01 Z-9. F411.48
N1089 G41 D21 X1.024 Y-31.676
F1234.44
N1090 G03 X.6 Y-31.5 I-.424 J-.424
N1091 G01 X-48. F1645.92
N1092 Y-35.5
N1093 X48.
N1094 Y-31.5
N1095 X-.6
N1096 G03 X-1.024 Y-31.676 I0 J-.6
N1097 G40 G01 X-1.449 Y-32.1
N1098 G00 Z3.
N1099 X1.449
N1100 Z-6.
N1101 G01 Z-12. F411.48
N1102 G41 D21 X1.024 Y-31.676
F1234.44
N1103 G03 X.6 Y-31.5 I-.424 J-.424
N1104 G01 X-48. F1645.92
N1105 Y-35.5
N1106 X48.
N1107 Y-31.5
N1108 X-.6
N1109 G03 X-1.024 Y-31.676 I0 J-.6
N1110 G40 G01 X-1.449 Y-32.1
N1111 G00 Z3.
N1112 X1.449
N1113 Z-9.
N1114 G01 Z-15. F411.48
N1115 G41 D21 X1.024 Y-31.676
F1234.44
N1116 G03 X.6 Y-31.5 I-.424 J-.424
N1117 G01 X-48. F1645.92
N1118 Y-35.5
N1119 X48.
N1120 Y-31.5
N1121 X-.6
N1122 G03 X-1.024 Y-31.676 I0 J-.6
N1123 G40 G01 X-1.449 Y-32.1
N1124 G00 Z3.
N1125 Z25.
N1126 X1.449 Y-95.1
N1127 Z3.
N1128 G01 Z-3. F411.48
N1129 G41 D21 X1.024 Y-94.676
F1234.44
N1130 G03 X.6 Y-94.5 I-.424 J-.424
N1131 G01 X-48. F1645.92
N1132 Y-98.5
N1133 X48.
N1134 Y-94.5
N1135 X-.6
N1136 G03 X-1.024 Y-94.676 I0 J-.6
N1137 G40 G01 X-1.449 Y-95.1
N1138 G00 Z3.
N1139 X1.449
N1140 Z0
N1141 G01 Z-6. F411.48
N1142 G41 D21 X1.024 Y-94.676
F1234.44
N1143 G03 X.6 Y-94.5 I-.424 J-.424
N1144 G01 X-48. F1645.92
N1145 Y-98.5
N1146 X48.
N1147 Y-94.5
N1148 X-.6
N1149 G03 X-1.024 Y-94.676 I0 J-.6
N1150 G40 G01 X-1.449 Y-95.1

N1151 G00 Z3.
N1152 X1.449
N1153 Z-3.
N1154 G01 Z-9. F411.48
N1155 G41 D21 X1.024 Y-94.676
F1234.44
N1156 G03 X.6 Y-94.5 I-.424 J-.424
N1157 G01 X-48. F1645.92
N1158 Y-98.5
N1159 X48.
N1160 Y-94.5
N1161 X-.6
N1162 G03 X-1.024 Y-94.676 I0 J-.6
N1163 G40 G01 X-1.449 Y-95.1
N1164 G00 Z3.
N1165 X1.449
N1166 Z-6.
N1167 G01 Z-12. F411.48
N1168 G41 D21 X1.024 Y-94.676
F1234.44
N1169 G03 X.6 Y-94.5 I-.424 J-.424
N1170 G01 X-48. F1645.92
N1171 Y-98.5
N1172 X48.
N1173 Y-94.5
N1174 X-.6
N1175 G03 X-1.024 Y-94.676 I0 J-.6
N1176 G40 G01 X-1.449 Y-95.1
N1177 G00 Z3.
N1178 X1.449
N1179 Z-9.
N1180 G01 Z-15. F411.48
N1181 G41 D21 X1.024 Y-94.676
F1234.44
N1182 G03 X.6 Y-94.5 I-.424 J-.424
N1183 G01 X-48. F1645.92
N1184 Y-98.5
N1185 X48.
N1186 Y-94.5
N1187 X-.6
N1188 G03 X-1.024 Y-94.676 I0 J-.6
N1189 G40 G01 X-1.449 Y-95.1
N1190 G00 Z3.
N1191 Z25. M09
N1192 G91 G28 Z0
N1193 (16MM X 90DEG CRB SPOT
DRILL)
N1194 T18 M06
N1195 S6197 M03

N1196 (Foret à centrer4)
N1197 G90 G54 G00 X-150. Y105.
N1198 G43 Z25. H18 M08
N1199 G82 G98 R3. Z-4.95 P1000
F1353.718
N1200 Y-105.
N1201 X150.
N1202 Y105.
N1203 G80 Z25. M09
N1204 G91 G28 Z0
N1205 (11.0mm JOBBER DRILL)
N1206 T19 M06
N1207 S7885 M03

N1208 (Foret4)
N1209 G90 G54 G00 X-150. Y105.
N1210 G43 Z25. H19 M08
N1211 G83 G98 R3. Z-38.302 Q2.
F1001.414
N1212 Y-105.
N1213 X150.
N1214 Y105.
N1215 G80 Z25. M09
N1216 G91 G28 Z0
N1217 (12MM CRB 2FL 25 LOC)
N1218 T03 M06

N1219 S6557 M03

N1220 (Fraisage de contour4)
N1221 G90 G54 G00 X-150. Y105.
N1222 G43 Z3. H03 M08
N1223 G01 Z-10.6 F125.
N1224 G41 D23 X-147.102 Y105.
F366.405
N1225 G03 X-147.002 Y105.103 I0
J.1
N1226 Y104.897 I-2.998 J-.103 F500.
N1227 X-147.102 Y105. I-.1 J.003
N1228 G40 G01 X-150. F366.405
N1229 G00 Z3.
N1230 Z25.
N1231 Z3.
N1232 G01 Z-4.8 F125.
N1233 G41 D23 X-153. Y105.
F366.405
N1234 G03 I3. J0 F732.809
N1235 G40 G01 X-150. F366.405
N1236 G00 Z3.
N1237 Z-1.8
N1238 G01 Z-7.7 F125.
N1239 G41 D23 X-153. Y105.
F366.405
N1240 G03 I3. J0 F732.809
N1241 G40 G01 X-150. F366.405
N1242 G00 Z3.
N1243 Z25.
N1244 Y-105.
N1245 Z3.
N1246 G01 Z-10.6 F125.
N1247 G41 D23 X-147.102 Y-105.
F366.405
N1248 G03 X-147.002 Y-104.897 I0
J.1
N1249 Y-105.103 I-2.998 J-.103 F500.
N1250 X-147.102 Y-105. I-.1 J.003
N1251 G40 G01 X-150. F366.405
N1252 G00 Z3.
N1253 Z25.
N1254 Z3.
N1255 G01 Z-4.8 F125.
N1256 G41 D23 X-153. Y-105.
F366.405
N1257 G03 I3. J0 F732.809
N1258 G40 G01 X-150. F366.405
N1259 G00 Z3.
N1260 Z-1.8
N1261 G01 Z-7.7 F125.
N1262 G41 D23 X-153. Y-105.
F366.405
N1263 G03 I3. J0 F732.809
N1264 G40 G01 X-150. F366.405
N1265 G00 Z3.
N1266 Z25.
N1267 X150.
N1268 Z3.
N1269 G01 Z-10.6 F125.
N1270 G41 D23 X152.898 Y-105.
F366.405
N1271 G03 X152.998 Y-104.897 I0
J.1
N1272 Y-105.103 I-2.998 J-.103 F500.
N1273 X152.898 Y-105. I-.1 J.003
N1274 G40 G01 X150. F366.405
N1275 G00 Z3.
N1276 Z25.
N1277 Z3.
N1278 G01 Z-4.8 F125.
N1279 G41 D23 X147. Y-105.
F366.405
N1280 G03 I3. J0 F732.809
N1281 G40 G01 X150. F366.405
N1282 G00 Z3.

N1283 Z-1.8
N1284 G01 Z-7.7 F125.
N1285 G41 D23 X147. Y-105.
F366.405
N1286 G03 I3. J0 F732.809
N1287 G40 G01 X150. F366.405
N1288 G00 Z3.
N1289 Z25.
N1290 Y105.
N1291 Z3.
N1292 G01 Z-10.6 F125.
N1293 G41 D23 X152.898 Y105.
F366.405
N1294 G03 X152.998 Y105.103 I0 J.1
N1295 Y104.897 I-2.998 J-.103 F500.
N1296 X152.898 Y105. I-.1 J.003
N1297 G40 G01 X150. F366.405
N1298 G00 Z3.
N1299 Z25.
N1300 Z3.
N1301 G01 Z-4.8 F125.
N1302 G41 D23 X147. Y105.
F366.405
N1303 G03 I3. J0 F732.809
N1304 G40 G01 X150. F366.405
N1305 G00 Z3.
N1306 Z-1.8
N1307 G01 Z-7.7 F125.
N1308 G41 D23 X147. Y105.
F366.405
N1309 G03 I3. J0 F732.809
N1310 G40 G01 X150. F366.405
N1311 G00 Z3.
N1312 Z25. M09
N1313 G91 G28 Z0
N1314 (5MM HSS 90DEG
COUNTERSINK)
N1315 T11 M06
N1316 S9546 M03

N1317 (Fraisage de contour5)
N1318 G90 G54 G00 X-150. Y105.
N1319 G43 Z3. H11 M08
N1320 G01 Z-1.411 F125.
N1321 G41 D31 X-156.879 Y106.67
F678.972
N1322 X-157.816 Y105.843
N1323 G03 X-157.984 Y105.5 I.331
J-.375
N1324 I7.984 J-.5 F1357.944
N1325 X-158. Y105. I7.984 J-.5
N1326 X-157.984 Y104.5 I8. J0
F678.972
N1327 X-157.816 Y104.157 I.499
J.031
N1328 G40 G01 X-156.879 Y103.33
N1329 X-150. Y105.
N1330 G00 Z3.
N1331 Z25.
N1332 Y-105.
N1333 Z3.
N1334 G01 Z-1.411 F125.
N1335 G41 D31 X-156.879 Y-103.33
F678.972
N1336 X-157.816 Y-104.157
N1337 G03 X-157.984 Y-104.5 I.331
J-.375
N1338 I7.984 J-.5 F1357.944
N1339 X-158. Y-105. I7.984 J-.5
N1340 X-157.984 Y-105.5 I8. J0
F678.972
N1341 X-157.816 Y-105.843 I.499
J.031
N1342 G40 G01 X-156.879 Y-106.67
N1343 X-150. Y-105.
N1344 G00 Z3.

N1345 Z25.
N1346 X150.
N1347 Z3.
N1348 G01 Z-1.411 F125.
N1349 G41 D31 X143.121 Y-103.33
F678.972
N1350 X142.184 Y-104.157
N1351 G03 X142.016 Y-104.5 I.331
J-.375
N1352 I7.984 J-.5 F1357.944
N1353 X142. Y-105. I7.984 J-.5
N1354 X142.016 Y-105.5 I8. J0
F678.972
N1355 X142.184 Y-105.843 I.499
J.031
N1356 G40 G01 X143.121 Y-106.67
N1357 X150. Y-105.
N1358 G00 Z3.
N1359 Z25.
N1360 Y105.
N1361 Z3.
N1362 G01 Z-1.411 F125.
N1363 G41 D31 X143.121 Y106.67
F678.972
N1364 X142.184 Y105.843
N1365 G03 X142.016 Y105.5 I.331 J-
.375
N1366 I7.984 J-.5 F1357.944
N1367 X142. Y105. I7.984 J-.5
N1368 X142.016 Y104.5 I8. J0
F678.972
N1369 X142.184 Y104.157 I.499
J.031
N1370 G40 G01 X143.121 Y103.33
N1371 X150. Y105.
N1372 G00 Z3.
N1373 Z25. M09
N1374 G91 G28 Z0
N1375 (16MM HSS 90DEG
COUNTERSINK)
N1376 T20 M06
N1377 S4493 M03

N1378 (Pointage/chanfreinage1)
N1379 G90 G54 G00 X-150. Y105.
N1380 G43 Z25. H20 M08
N1381 G82 G98 R3. Z-5.65 P1000
F570.646
N1382 Y-105.
N1383 X150.
N1384 Y105.
N1385 G80 Z25. M09
N1386 G91 G28 Z0
N1387 (20MM CRB 2FL 38 LOC)
N1388 T05 M06
N1389 S3323 M03

N1390 (Fraisage d'ébauche5)
N1391 G90 G54 G00 X-6.75 Y-31.75
N1392 G43 Z2.5 H05 M08
N1393 G01 Z-10. F185.687
N1394 X6.75 F742.749
N1395 Y31.75
N1396 X-6.75
N1397 Y-31.75
N1398 X-14.75
N1399 Y-39.75
N1400 X14.75
N1401 Y39.75
N1402 X-14.75
N1403 Y-31.75
N1404 X-22.75
N1405 Y-47.75
N1406 X22.75
N1407 Y47.75
N1408 X-22.75

N1409 Y-31.75
N1410 X-30.75
N1411 Y-55.75
N1412 X30.75
N1413 Y55.75
N1414 X-30.75
N1415 Y-31.75
N1416 X-38.75
N1417 Y-63.75
N1418 X38.75
N1419 Y63.75
N1420 X-38.75
N1421 Y-31.75
N1422 X-46.75
N1423 Y-71.75
N1424 X46.75
N1425 Y71.75
N1426 X-46.75
N1427 Y-31.75
N1428 X-54.75
N1429 Y-79.75
N1430 X54.75
N1431 Y79.75
N1432 X-54.75
N1433 Y-31.75
N1434 X-62.75
N1435 Y-87.75
N1436 X62.75
N1437 Y87.75
N1438 X-62.75
N1439 Y-31.75
N1440 X-70.75
N1441 Y-95.75
N1442 X70.75
N1443 Y95.75
N1444 X-70.75
N1445 Y-31.75
N1446 X-78.75
N1447 Y-103.75
N1448 X78.75
N1449 Y103.75
N1450 X-78.75
N1451 Y-31.75
N1452 X-86.75
N1453 Y-111.75
N1454 X86.75
N1455 Y111.75
N1456 X-86.75
N1457 Y-31.75
N1458 X-94.75
N1459 Y-119.75
N1460 X94.75
N1461 Y119.75
N1462 X-94.75
N1463 Y-31.75
N1464 Y-119.75
N1465 X94.75
N1466 Y119.75
N1467 X-94.75
N1468 Y-31.75
N1469 G00 Z2.5
N1470 X-6.75
N1471 Z-7.5
N1472 G01 Z-19.75 F185.687
N1473 X6.75 F742.749
N1474 Y31.75
N1475 X-6.75
N1476 Y-31.75
N1477 X-14.75
N1478 Y-39.75
N1479 X14.75
N1480 Y39.75
N1481 X-14.75
N1482 Y-31.75
N1483 X-22.75
N1484 Y-47.75

N1485 X22.75
N1486 Y47.75
N1487 X-22.75
N1488 Y-31.75
N1489 X-30.75
N1490 Y-55.75
N1491 X30.75
N1492 Y55.75
N1493 X-30.75
N1494 Y-31.75
N1495 X-38.75
N1496 Y-63.75
N1497 X38.75
N1498 Y63.75
N1499 X-38.75
N1500 Y-31.75
N1501 X-46.75
N1502 Y-71.75
N1503 X46.75
N1504 Y71.75
N1505 X-46.75
N1506 Y-31.75
N1507 X-54.75
N1508 Y-79.75
N1509 X54.75
N1510 Y79.75
N1511 X-54.75
N1512 Y-31.75
N1513 X-62.75
N1514 Y-87.75
N1515 X62.75
N1516 Y87.75
N1517 X-62.75
N1518 Y-31.75
N1519 X-70.75
N1520 Y-95.75
N1521 X70.75
N1522 Y95.75
N1523 X-70.75
N1524 Y-31.75
N1525 X-78.75
N1526 Y-103.75
N1527 X78.75
N1528 Y103.75
N1529 X-78.75
N1530 Y-31.75
N1531 X-86.75
N1532 Y-111.75
N1533 X86.75
N1534 Y111.75
N1535 X-86.75
N1536 Y-31.75
N1537 X-94.75
N1538 Y-119.75
N1539 X94.75
N1540 Y119.75
N1541 X-94.75
N1542 Y-31.75
N1543 Y-119.75
N1544 X94.75
N1545 Y119.75
N1546 X-94.75
N1547 Y-31.75
N1548 G00 Z2.5
N1549 X-6.75
N1550 Z-17.25
N1551 G01 Z-20. F185.687
N1552 X6.75 F742.749
N1553 Y31.75
N1554 X-6.75
N1555 Y-31.75
N1556 X-14.75
N1557 Y-39.75
N1558 X14.75
N1559 Y39.75
N1560 X-14.75

N1561 Y-31.75
N1562 X-22.75
N1563 Y-47.75
N1564 X22.75
N1565 Y47.75
N1566 X-22.75
N1567 Y-31.75
N1568 X-30.75
N1569 Y-55.75
N1570 X30.75
N1571 Y55.75
N1572 X-30.75
N1573 Y-31.75
N1574 X-38.75
N1575 Y-63.75
N1576 X38.75
N1577 Y63.75
N1578 X-38.75
N1579 Y-31.75
N1580 X-46.75
N1581 Y-71.75
N1582 X46.75
N1583 Y71.75
N1584 X-46.75
N1585 Y-31.75
N1586 X-54.75
N1587 Y-79.75
N1588 X54.75
N1589 Y79.75
N1590 X-54.75
N1591 Y-31.75
N1592 X-62.75
N1593 Y-87.75
N1594 X62.75
N1595 Y87.75
N1596 X-62.75
N1597 Y-31.75
N1598 X-70.75
N1599 Y-95.75
N1600 X70.75
N1601 Y95.75
N1602 X-70.75
N1603 Y-31.75
N1604 X-78.75
N1605 Y-103.75
N1606 X78.75
N1607 Y103.75
N1608 X-78.75
N1609 Y-31.75
N1610 X-86.75
N1611 Y-111.75
N1612 X86.75
N1613 Y111.75
N1614 X-86.75
N1615 Y-31.75
N1616 X-94.75
N1617 Y-119.75
N1618 X94.75
N1619 Y119.75
N1620 X-94.75
N1621 Y-31.75
N1622 Y-119.75
N1623 X94.75
N1624 Y119.75
N1625 X-94.75
N1626 Y-31.75
N1627 G00 Z2.5
N1628 Z25.

N1629 (Fraisage d'ébauche6)
N1630 Y-119.75
N1631 Z2.5
N1632 G01 Z-10. F185.687
N1633 X-84.5 F742.749
N1634 G02 X-94.75 Y-109.5 I0
J10.25

N1635 G01 Y-119.75
 N1636 G00 Z2.5
 N1637 Z-7.5
 N1638 G01 Z-19.75 F185.687
 N1639 X-84.5 F742.749
 N1640 G02 X-94.75 Y-109.5 I0 J10.25
 N1641 G01 Y-119.75
 N1642 G00 Z2.5
 N1643 Z-17.25
 N1644 G01 Z-20. F185.687
 N1645 X-84.5 F742.749
 N1646 G02 X-94.75 Y-109.5 I0 J10.25
 N1647 G01 Y-119.75
 N1648 G00 Z2.5
 N1649 X94.75 Y-109.5
 N1650 G01 Z-10. F185.687
 N1651 G02 X84.5 Y-119.75 I-10.25 J0 F742.749
 N1652 G01 X94.75
 N1653 Y-109.5
 N1654 G00 Z2.5
 N1655 Z-7.5
 N1656 G01 Z-19.75 F185.687
 N1657 G02 X84.5 Y-119.75 I-10.25 J0 F742.749
 N1658 G01 X94.75
 N1659 Y-109.5
 N1660 G00 Z2.5
 N1661 Z-17.25
 N1662 G01 Z-20. F185.687
 N1663 G02 X84.5 Y-119.75 I-10.25 J0 F742.749
 N1664 G01 X94.75
 N1665 Y-109.5
 N1666 G00 Z2.5
 N1667 X84.5 Y119.75
 N1668 G01 Z-10. F185.687
 N1669 G02 X94.75 Y109.5 I0 J-10.25 F742.749
 N1670 G01 Y119.75
 N1671 X84.5
 N1672 G00 Z2.5
 N1673 Z-7.5
 N1674 G01 Z-19.75 F185.687
 N1675 G02 X94.75 Y109.5 I0 J-10.25 F742.749
 N1676 G01 Y119.75
 N1677 X84.5
 N1678 G00 Z2.5
 N1679 Z-17.25
 N1680 G01 Z-20. F185.687
 N1681 G02 X94.75 Y109.5 I0 J-10.25 F742.749
 N1682 G01 Y119.75
 N1683 X84.5
 N1684 G00 Z2.5
 N1685 X-94.75 Y109.5
 N1686 G01 Z-10. F185.687
 N1687 G02 X-84.5 Y119.75 I10.25 J0 F742.749
 N1688 G01 X-94.75
 N1689 Y109.5
 N1690 G00 Z2.5
 N1691 Z-7.5
 N1692 G01 Z-19.75 F185.687
 N1693 G02 X-84.5 Y119.75 I10.25 J0 F742.749
 N1694 G01 X-94.75
 N1695 Y109.5
 N1696 G00 Z2.5
 N1697 Z-17.25
 N1698 G01 Z-20. F185.687
 N1699 G02 X-84.5 Y119.75 I10.25 J0 F742.749
 N1700 G01 X-94.75
 N1701 Y109.5
 N1702 G00 Z2.5
 N1703 Z25. M09
 N1704 G91 G28 Z0
 N1705 (16MM CRB 2FL 32 LOC)
 N1706 T04 M06
 N1707 S4378 M03
 N1708 (Fraisage de contour6)
 N1709 G90 G54 G00 X-95.4 Y3.863
 N1710 G43 Z3. H04 M08
 N1711 G01 Z-8. F122.323
 N1712 G41 D24 X-96.531 Y2.731 F366.969
 N1713 G03 X-97. Y1.6 I1.131 J-1.131
 N1714 G01 Y-120. F489.293
 N1715 G03 X-95. Y-122. I2. J0
 N1716 G01 X95.
 N1717 G03 X97. Y-120. I0 J2.
 N1718 G01 Y120.
 N1719 G03 X95. Y122. I-2. J0
 N1720 G01 X-95.
 N1721 G03 X-97. Y120. I0 J-2.
 N1722 G01 Y-1.6
 N1723 G03 X-96.531 Y-2.731 I1.6 J0
 N1724 G40 G01 X-95.4 Y-3.863
 N1725 G00 Z3.
 N1726 Y3.863
 N1727 Z-5.
 N1728 G01 Z-14. F122.323
 N1729 G41 D24 X-96.531 Y2.731 F366.969
 N1730 G03 X-97. Y1.6 I1.131 J-1.131
 N1731 G01 Y-120. F489.293
 N1732 G03 X-95. Y-122. I2. J0
 N1733 G01 X95.
 N1734 G03 X97. Y-120. I0 J2.
 N1735 G01 Y120.
 N1736 G03 X95. Y122. I-2. J0
 N1737 G01 X-95.
 N1738 G03 X-97. Y120. I0 J-2.
 N1739 G01 Y-1.6
 N1740 G03 X-96.531 Y-2.731 I1.6 J0
 N1741 G40 G01 X-95.4 Y-3.863
 N1742 G00 Z3.
 N1743 Y3.863
 N1744 Z-11.
 N1745 G01 Z-20. F122.323
 N1746 G41 D24 X-96.531 Y2.731 F366.969
 N1747 G03 X-97. Y1.6 I1.131 J-1.131
 N1748 G01 Y-120. F489.293
 N1749 G03 X-95. Y-122. I2. J0
 N1750 G01 X95.
 N1751 G03 X97. Y-120. I0 J2.
 N1752 G01 Y120.
 N1753 G03 X95. Y122. I-2. J0
 N1754 G01 X-95.
 N1755 G03 X-97. Y120. I0 J-2.
 N1756 G01 Y-1.6
 N1757 G03 X-96.531 Y-2.731 I1.6 J0
 N1758 G40 G01 X-95.4 Y-3.863
 N1759 G00 Z3.
 N1760 Z25.
 N1761 (Fraisage d'ébauche7)
 N1762 X-53.877 Y60.173
 N1763 Z2.5
 N1764 G01 Z-8. F122.323
 N1765 X53.877 F489.293
 N1766 Y67.827
 N1767 X-53.877
 N1768 Y60.173
 N1769 X53.877
 N1770 Y67.827
 N1771 X-53.877
 N1772 Y60.173
 N1773 G00 Z2.5
 N1774 Z-5.5
 N1775 G01 Z-13.875 F122.323
 N1776 X53.877 F489.293
 N1777 Y67.827
 N1778 X-53.877
 N1779 Y60.173
 N1780 X53.877
 N1781 Y67.827
 N1782 X-53.877
 N1783 Y60.173
 N1784 G00 Z2.5
 N1785 Z-11.375
 N1786 G01 Z-19.75 F122.323
 N1787 X53.877 F489.293
 N1788 Y67.827
 N1789 X-53.877
 N1790 Y60.173
 N1791 X53.877
 N1792 Y67.827
 N1793 X-53.877
 N1794 Y60.173
 N1795 G00 Z2.5
 N1796 Z-17.25
 N1797 G01 Z-20. F122.323
 N1798 X53.877 F489.293
 N1799 Y67.827
 N1800 X-53.877
 N1801 Y60.173
 N1802 X53.877
 N1803 Y67.827
 N1804 X-53.877
 N1805 Y60.173
 N1806 G00 Z2.5
 N1807 Z25.
 N1808 Y-67.827
 N1809 Z2.5
 N1810 G01 Z-8. F122.323
 N1811 X53.877 F489.293
 N1812 Y-60.173
 N1813 X-53.877
 N1814 Y-67.827
 N1815 X53.877
 N1816 Y-60.173
 N1817 X-53.877
 N1818 Y-67.827
 N1819 G00 Z2.5
 N1820 Z-5.5
 N1821 G01 Z-13.875 F122.323
 N1822 X53.877 F489.293
 N1823 Y-60.173
 N1824 X-53.877
 N1825 Y-67.827
 N1826 X53.877
 N1827 Y-60.173
 N1828 X-53.877
 N1829 Y-67.827
 N1830 G00 Z2.5
 N1831 Z-11.375
 N1832 G01 Z-19.75 F122.323
 N1833 X53.877 F489.293
 N1834 Y-60.173
 N1835 X-53.877
 N1836 Y-67.827
 N1837 X53.877
 N1838 Y-60.173
 N1839 X-53.877
 N1840 Y-67.827
 N1841 G00 Z2.5
 N1842 Z-17.25
 N1843 G01 Z-20. F122.323
 N1844 X53.877 F489.293
 N1845 Y-60.173
 N1846 X-53.877

N1847 Y-67.827
N1848 X53.877
N1849 Y-60.173
N1850 X-53.877
N1851 Y-67.827
N1852 G00 Z2.5
N1853 Z25. M09
N1854 G91 G28 Z0
N1855 (6MM CRB 2FL 19 LOC)
N1856 T01 M06
N1857 S12000 M03

N1858 (Fraisage d'ébauche8)
N1859 G90 G54 G00 X-55.98
Y55.173
N1860 G43 Z2.5 H01 M08
N1861 G01 Z-3. F411.48
N1862 X-53.877 F1645.92
N1863 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1864 G01 Y58.07
N1865 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1866 G00 Z2.5
N1867 Z-.5
N1868 G01 Z-5.792 F411.48
N1869 X-53.877 F1645.92
N1870 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1871 G01 Y58.07
N1872 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1873 G00 Z2.5
N1874 Z-3.292
N1875 G01 Z-8.583 F411.48
N1876 X-53.877 F1645.92
N1877 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1878 G01 Y58.07
N1879 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1880 G00 Z2.5
N1881 Z-6.083
N1882 G01 Z-11.375 F411.48
N1883 X-53.877 F1645.92
N1884 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1885 G01 Y58.07
N1886 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1887 G00 Z2.5
N1888 Z-8.875
N1889 G01 Z-14.167 F411.48
N1890 X-53.877 F1645.92
N1891 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1892 G01 Y58.07
N1893 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1894 G00 Z2.5
N1895 Z-11.667
N1896 G01 Z-16.958 F411.48
N1897 X-53.877 F1645.92
N1898 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1899 G01 Y58.07
N1900 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1901 G00 Z2.5
N1902 Z-14.458
N1903 G01 Z-19.75 F411.48
N1904 X-53.877 F1645.92
N1905 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1906 G01 Y58.07
N1907 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1908 G00 Z2.5
N1909 Z-17.25
N1910 G01 Z-20. F411.48
N1911 X-53.877 F1645.92
N1912 G02 X-58.877 Y60.173 IO J5.
N1913 G01 Y58.07

N1914 G03 X-55.98 Y55.173 I2.897
J0
N1915 G00 Z2.5
N1916 X58.877 Y60.173
N1917 G01 Z-3. F411.48
N1918 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1919 G01 X55.98
N1920 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1921 G01 Y60.173
N1922 G00 Z2.5
N1923 Z-.5
N1924 G01 Z-5.792 F411.48
N1925 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1926 G01 X55.98
N1927 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1928 G01 Y60.173
N1929 G00 Z2.5
N1930 Z-3.292
N1931 G01 Z-8.583 F411.48
N1932 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1933 G01 X55.98
N1934 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1935 G01 Y60.173
N1936 G00 Z2.5
N1937 Z-6.083
N1938 G01 Z-11.375 F411.48
N1939 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1940 G01 X55.98
N1941 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1942 G01 Y60.173
N1943 G00 Z2.5
N1944 Z-8.875
N1945 G01 Z-14.167 F411.48
N1946 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1947 G01 X55.98
N1948 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1949 G01 Y60.173
N1950 G00 Z2.5
N1951 Z-11.667
N1952 G01 Z-16.958 F411.48
N1953 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1954 G01 X55.98
N1955 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1956 G01 Y60.173
N1957 G00 Z2.5
N1958 Z-14.458
N1959 G01 Z-19.75 F411.48
N1960 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1961 G01 X55.98
N1962 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1963 G01 Y60.173
N1964 G00 Z2.5
N1965 Z-17.25
N1966 G01 Z-20. F411.48
N1967 G02 X53.877 Y55.173 I-5. J0
F1645.92
N1968 G01 X55.98
N1969 G03 X58.877 Y58.07 IO J2.897
N1970 G01 Y60.173
N1971 G00 Z2.5
N1972 X53.877 Y72.827
N1973 G01 Z-3. F411.48
N1974 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N1975 G01 Y69.93
N1976 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N1977 G01 X53.877
N1978 G00 Z2.5

N1979 Z-.5
N1980 G01 Z-5.792 F411.48
N1981 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N1982 G01 Y69.93
N1983 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N1984 G01 X53.877
N1985 G00 Z2.5
N1986 Z-3.292
N1987 G01 Z-8.583 F411.48
N1988 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N1989 G01 Y69.93
N1990 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N1991 G01 X53.877
N1992 G00 Z2.5
N1993 Z-6.083
N1994 G01 Z-11.375 F411.48
N1995 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N1996 G01 Y69.93
N1997 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N1998 G01 X53.877
N1999 G00 Z2.5
N2000 Z-8.875
N2001 G01 Z-14.167 F411.48
N2002 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N2003 G01 Y69.93
N2004 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N2005 G01 X53.877
N2006 G00 Z2.5
N2007 Z-11.667
N2008 G01 Z-16.958 F411.48
N2009 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N2010 G01 Y69.93
N2011 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N2012 G01 X53.877
N2013 G00 Z2.5
N2014 Z-14.458
N2015 G01 Z-19.75 F411.48
N2016 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N2017 G01 Y69.93
N2018 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N2019 G01 X53.877
N2020 G00 Z2.5
N2021 Z-17.25
N2022 G01 Z-20. F411.48
N2023 G02 X58.877 Y67.827 IO J-5.
F1645.92
N2024 G01 Y69.93
N2025 G03 X55.98 Y72.827 I-2.897
J0
N2026 G01 X53.877
N2027 G00 Z2.5
N2028 X-58.877 Y67.827
N2029 G01 Z-3. F411.48
N2030 G02 X-53.877 Y72.827 IS. J0
F1645.92
N2031 G01 X-55.98
N2032 G03 X-58.877 Y69.93 IO J-
2.897
N2033 G01 Y67.827
N2034 G00 Z2.5
N2035 Z-.5
N2036 G01 Z-5.792 F411.48
N2037 G02 X-53.877 Y72.827 IS. J0
F1645.92

N2038 G01 X-55.98
N2039 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2040 G01 Y67.827
N2041 G00 Z2.5
N2042 Z-3.292
N2043 G01 Z-8.583 F411.48
N2044 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2045 G01 X-55.98
N2046 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2047 G01 Y67.827
N2048 G00 Z2.5
N2049 Z-6.083
N2050 G01 Z-11.375 F411.48
N2051 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2052 G01 X-55.98
N2053 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2054 G01 Y67.827
N2055 G00 Z2.5
N2056 Z-8.875
N2057 G01 Z-14.167 F411.48
N2058 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2059 G01 X-55.98
N2060 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2061 G01 Y67.827
N2062 G00 Z2.5
N2063 Z-11.667
N2064 G01 Z-16.958 F411.48
N2065 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2066 G01 X-55.98
N2067 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2068 G01 Y67.827
N2069 G00 Z2.5
N2070 Z-14.458
N2071 G01 Z-19.75 F411.48
N2072 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2073 G01 X-55.98
N2074 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2075 G01 Y67.827
N2076 G00 Z2.5
N2077 Z-17.25
N2078 G01 Z-20. F411.48
N2079 G02 X-53.877 Y72.827 I5. J0 F1645.92
N2080 G01 X-55.98
N2081 G03 X-58.877 Y69.93 I0 J-2.897
N2082 G01 Y67.827
N2083 G00 Z2.5
N2084 Z25.
N2085 X-55.98 Y-72.827
N2086 Z2.5
N2087 G01 Z-3. F411.48
N2088 X-53.877 F1645.92
N2089 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2090 G01 Y-69.93
N2091 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2092 G00 Z2.5
N2093 Z-.5
N2094 G01 Z-5.792 F411.48
N2095 X-53.877 F1645.92
N2096 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2097 G01 Y-69.93
N2098 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0

N2099 G00 Z2.5
N2100 Z-3.292
N2101 G01 Z-8.583 F411.48
N2102 X-53.877 F1645.92
N2103 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2104 G01 Y-69.93
N2105 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2106 G00 Z2.5
N2107 Z-6.083
N2108 G01 Z-11.375 F411.48
N2109 X-53.877 F1645.92
N2110 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2111 G01 Y-69.93
N2112 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2113 G00 Z2.5
N2114 Z-8.875
N2115 G01 Z-14.167 F411.48
N2116 X-53.877 F1645.92
N2117 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2118 G01 Y-69.93
N2119 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2120 G00 Z2.5
N2121 Z-11.667
N2122 G01 Z-16.958 F411.48
N2123 X-53.877 F1645.92
N2124 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2125 G01 Y-69.93
N2126 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2127 G00 Z2.5
N2128 Z-14.458
N2129 G01 Z-19.75 F411.48
N2130 X-53.877 F1645.92
N2131 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2132 G01 Y-69.93
N2133 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2134 G00 Z2.5
N2135 Z-17.25
N2136 G01 Z-20. F411.48
N2137 X-53.877 F1645.92
N2138 G02 X-58.877 Y-67.827 I0 J5.
N2139 G01 Y-69.93
N2140 G03 X-55.98 Y-72.827 I2.897 J0
N2141 G00 Z2.5
N2142 X58.877 Y-67.827
N2143 G01 Z-3. F411.48
N2144 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2145 G01 X55.98
N2146 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2147 G01 Y-67.827
N2148 G00 Z2.5
N2149 Z-.5
N2150 G01 Z-5.792 F411.48
N2151 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2152 G01 X55.98
N2153 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2154 G01 Y-67.827
N2155 G00 Z2.5
N2156 Z-3.292
N2157 G01 Z-8.583 F411.48
N2158 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2159 G01 X55.98
N2160 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2161 G01 Y-67.827
N2162 G00 Z2.5

N2163 Z-6.083
N2164 G01 Z-11.375 F411.48
N2165 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2166 G01 X55.98
N2167 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2168 G01 Y-67.827
N2169 G00 Z2.5
N2170 Z-8.875
N2171 G01 Z-14.167 F411.48
N2172 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2173 G01 X55.98
N2174 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2175 G01 Y-67.827
N2176 G00 Z2.5
N2177 Z-11.667
N2178 G01 Z-16.958 F411.48
N2179 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2180 G01 X55.98
N2181 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2182 G01 Y-67.827
N2183 G00 Z2.5
N2184 Z-14.458
N2185 G01 Z-19.75 F411.48
N2186 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2187 G01 X55.98
N2188 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2189 G01 Y-67.827
N2190 G00 Z2.5
N2191 Z-17.25
N2192 G01 Z-20. F411.48
N2193 G02 X53.877 Y-72.827 I-5. J0 F1645.92
N2194 G01 X55.98
N2195 G03 X58.877 Y-69.93 I0 J2.897
N2196 G01 Y-67.827
N2197 G00 Z2.5
N2198 X53.877 Y-55.173
N2199 G01 Z-3. F411.48
N2200 G02 X58.877 Y-60.173 I0 J-5. F1645.92
N2201 G01 Y-58.07
N2202 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897 J0
N2203 G01 X53.877
N2204 G00 Z2.5
N2205 Z-.5
N2206 G01 Z-5.792 F411.48
N2207 G02 X58.877 Y-60.173 I0 J-5. F1645.92
N2208 G01 Y-58.07
N2209 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897 J0
N2210 G01 X53.877
N2211 G00 Z2.5
N2212 Z-3.292
N2213 G01 Z-8.583 F411.48
N2214 G02 X58.877 Y-60.173 I0 J-5. F1645.92
N2215 G01 Y-58.07
N2216 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897 J0
N2217 G01 X53.877
N2218 G00 Z2.5
N2219 Z-6.083
N2220 G01 Z-11.375 F411.48
N2221 G02 X58.877 Y-60.173 I0 J-5. F1645.92

N2222 G01 Y-58.07
N2223 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897
J0
N2224 G01 X53.877
N2225 G00 Z2.5
N2226 Z-8.875
N2227 G01 Z-14.167 F411.48
N2228 G02 X58.877 Y-60.173 IO J-5.
F1645.92
N2229 G01 Y-58.07
N2230 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897
J0
N2231 G01 X53.877
N2232 G00 Z2.5
N2233 Z-11.667
N2234 G01 Z-16.958 F411.48
N2235 G02 X58.877 Y-60.173 IO J-5.
F1645.92
N2236 G01 Y-58.07
N2237 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897
J0
N2238 G01 X53.877
N2239 G00 Z2.5
N2240 Z-14.458
N2241 G01 Z-19.75 F411.48
N2242 G02 X58.877 Y-60.173 IO J-5.
F1645.92
N2243 G01 Y-58.07
N2244 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897
J0
N2245 G01 X53.877
N2246 G00 Z2.5
N2247 Z-17.25
N2248 G01 Z-20. F411.48
N2249 G02 X58.877 Y-60.173 IO J-5.
F1645.92
N2250 G01 Y-58.07
N2251 G03 X55.98 Y-55.173 I-2.897
J0
N2252 G01 X53.877
N2253 G00 Z2.5
N2254 X-58.877 Y-60.173
N2255 G01 Z-3. F411.48
N2256 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2257 G01 X-55.98
N2258 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2259 G01 Y-60.173
N2260 G00 Z2.5
N2261 Z-.5
N2262 G01 Z-5.792 F411.48
N2263 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2264 G01 X-55.98
N2265 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2266 G01 Y-60.173
N2267 G00 Z2.5
N2268 Z-3.292
N2269 G01 Z-8.583 F411.48
N2270 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2271 G01 X-55.98
N2272 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2273 G01 Y-60.173
N2274 G00 Z2.5
N2275 Z-6.083
N2276 G01 Z-11.375 F411.48
N2277 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2278 G01 X-55.98
N2279 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2280 G01 Y-60.173

N2281 G00 Z2.5
N2282 Z-8.875
N2283 G01 Z-14.167 F411.48
N2284 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2285 G01 X-55.98
N2286 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2287 G01 Y-60.173
N2288 G00 Z2.5
N2289 Z-11.667
N2290 G01 Z-16.958 F411.48
N2291 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2292 G01 X-55.98
N2293 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2294 G01 Y-60.173
N2295 G00 Z2.5
N2296 Z-14.458
N2297 G01 Z-19.75 F411.48
N2298 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2299 G01 X-55.98
N2300 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2301 G01 Y-60.173
N2302 G00 Z2.5
N2303 Z-17.25
N2304 G01 Z-20. F411.48
N2305 G02 X-53.877 Y-55.173 IS. J0
F1645.92
N2306 G01 X-55.98
N2307 G03 X-58.877 Y-58.07 IO J-
2.897
N2308 G01 Y-60.173
N2309 G00 Z2.5
N2310 Z25. M09
N2311 G91 G28 Z0
N2312 (10MM CRB 2FL 22 LOC)
N2313 T02 M06
N2314 S7868 M03

N2315 (Fraisage de contour7)
N2316 G90 G54 G00 X-2.414
Y57.923
N2317 G43 Z3. H02 M08
N2318 G01 Z-5. F219.843
N2319 G41 D22 X-1.707 Y57.216
F659.529
N2320 G03 X-1. Y56.923 I.707 J.707
N2321 G01 X55.98 F879.371
N2322 G03 X57.127 Y58.07 IO J1.147
N2323 G01 Y69.93
N2324 G03 X55.98 Y71.077 I-1.147
J0
N2325 G01 X-55.98
N2326 G03 X-57.127 Y69.93 IO J-
1.147
N2327 G01 Y58.07
N2328 G03 X-55.98 Y56.923 I1.147
J0
N2329 G01 X1.
N2330 G03 X1.707 Y57.216 IO J1.
N2331 G40 G01 X2.414 Y57.923
N2332 G00 Z3.
N2333 X-2.414
N2334 Z-2.
N2335 G01 Z-10. F219.843
N2336 G41 D22 X-1.707 Y57.216
F659.529
N2337 G03 X-1. Y56.923 I.707 J.707
N2338 G01 X55.98 F879.371
N2339 G03 X57.127 Y58.07 IO J1.147
N2340 G01 Y69.93

N2341 G03 X55.98 Y71.077 I-1.147
J0
N2342 G01 X-55.98
N2343 G03 X-57.127 Y69.93 IO J-
1.147
N2344 G01 Y58.07
N2345 G03 X-55.98 Y56.923 I1.147
J0
N2346 G01 X1.
N2347 G03 X1.707 Y57.216 IO J1.
N2348 G40 G01 X2.414 Y57.923
N2349 G00 Z3.
N2350 X-2.414
N2351 Z-7.
N2352 G01 Z-15. F219.843
N2353 G41 D22 X-1.707 Y57.216
F659.529
N2354 G03 X-1. Y56.923 I.707 J.707
N2355 G01 X55.98 F879.371
N2356 G03 X57.127 Y58.07 IO J1.147
N2357 G01 Y69.93
N2358 G03 X55.98 Y71.077 I-1.147
J0
N2359 G01 X-55.98
N2360 G03 X-57.127 Y69.93 IO J-
1.147
N2361 G01 Y58.07
N2362 G03 X-55.98 Y56.923 I1.147
J0
N2363 G01 X1.
N2364 G03 X1.707 Y57.216 IO J1.
N2365 G40 G01 X2.414 Y57.923
N2366 G00 Z3.
N2367 X-2.414
N2368 Z-12.
N2369 G01 Z-20. F219.843
N2370 G41 D22 X-1.707 Y57.216
F659.529
N2371 G03 X-1. Y56.923 I.707 J.707
N2372 G01 X55.98 F879.371
N2373 G03 X57.127 Y58.07 IO J1.147
N2374 G01 Y69.93
N2375 G03 X55.98 Y71.077 I-1.147
J0
N2376 G01 X-55.98
N2377 G03 X-57.127 Y69.93 IO J-
1.147
N2378 G01 Y58.07
N2379 G03 X-55.98 Y56.923 I1.147
J0
N2380 G01 X1.
N2381 G03 X1.707 Y57.216 IO J1.
N2382 G40 G01 X2.414 Y57.923
N2383 G00 Z3.
N2384 Z25.
N2385 Y-57.923
N2386 Z3.
N2387 G01 Z-5. F219.843
N2388 G41 D22 X1.707 Y-57.216
F659.529
N2389 G03 X1. Y-56.923 I-.707 J-
.707
N2390 G01 X-55.98 F879.371
N2391 G03 X-57.127 Y-58.07 IO J-
1.147
N2392 G01 Y-69.93
N2393 G03 X-55.98 Y-71.077 I1.147
J0
N2394 G01 X55.98
N2395 G03 X57.127 Y-69.93 IO
J1.147
N2396 G01 Y-58.07
N2397 G03 X55.98 Y-56.923 I-1.147
J0
N2398 G01 X-1.
N2399 G03 X-1.707 Y-57.216 IO J-1.

N2400 G40 G01 X-2.414 Y-57.923
 N2401 G00 Z3.
 N2402 X2.414
 N2403 Z-2.
 N2404 G01 Z-10. F219.843
 N2405 G41 D22 X1.707 Y-57.216
 F659.529
 N2406 G03 X1. Y-56.923 I-.707 J-.707
 N2407 G01 X-55.98 F879.371
 N2408 G03 X-57.127 Y-58.07 I0 J-1.147
 N2409 G01 Y-69.93
 N2410 G03 X-55.98 Y-71.077 I1.147 J0
 N2411 G01 X55.98
 N2412 G03 X57.127 Y-69.93 I0 J1.147
 N2413 G01 Y-58.07N2414 G03 X55.98 Y-56.923 I-1.147 J0
 N2415 G01 X-1.
 N2416 G03 X-1.707 Y-57.216 I0 J-1.
 N2417 G40 G01 X-2.414 Y-57.923
 N2418 G00 Z3.
 N2419 X2.414
 N2420 Z-7.
 N2421 G01 Z-15. F219.843
 N2422 G41 D22 X1.707 Y-57.216
 F659.529
 N2423 G03 X1. Y-56.923 I-.707 J-.707
 N2424 G01 X-55.98 F879.371
 N2425 G03 X-57.127 Y-58.07 I0 J-1.147
 N2426 G01 Y-69.93
 N2427 G03 X-55.98 Y-71.077 I1.147 J0
 N2428 G01 X55.98
 N2429 G03 X57.127 Y-69.93 I0 J1.147
 N2430 G01 Y-58.07
 N2431 G03 X55.98 Y-56.923 I-1.147 J0
 N2432 G01 X-1.
 N2433 G03 X-1.707 Y-57.216 I0 J-1.
 N2434 G40 G01 X-2.414 Y-57.923
 N2435 G00 Z3.
 N2436 X2.414
 N2437 Z-12.
 N2438 G01 Z-20. F219.843
 N2439 G41 D22 X1.707 Y-57.216
 F659.529
 N2440 G03 X1. Y-56.923 I-.707 J-.707
 N2441 G01 X-55.98 F879.371
 N2442 G03 X-57.127 Y-58.07 I0 J-1.147
 N2443 G01 Y-69.93
 N2444 G03 X-55.98 Y-71.077 I1.147 J0
 N2445 G01 X55.98
 N2446 G03 X57.127 Y-69.93 I0 J1.147
 N2447 G01 Y-58.07
 N2448 G03 X55.98 Y-56.923 I-1.147 J0
 N2449 G01 X-1.
 N2450 G03 X-1.707 Y-57.216 I0 J-1.
 N2451 G40 G01 X-2.414 Y-57.923
 N2452 G00 Z3.
 N2453 Z25. M09
 N2454 G91 G28 Z0
 N2455 (10MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
 N2456 T15 M06
 N2457 S9553 M03

N2458 (Foret à centrer5)
 N2459 G90 G54 G00 X-85. Y0
 N2460 G43 Z25. H15 M08
 N2461 G82 G98 R-17. Z-24.5 P1000
 F1650.
 N2462 X85.
 N2463 G80 Z25. M09
 N2464 G91 G28 Z0
 N2465 (10.0mm JOBBER DRILL)
 N2466 T16 M06
 N2467 S8673 M03

 N2468 (Foret5)
 N2469 G90 G54 G00 X-85. Y0
 N2470 G43 Z25. H16 M08
 N2471 G83 G98 R-17. Z-34.002 Q2.
 F1101.555
 N2472 X85.
 N2473 G80 Z25. M09
 N2474 G91 G28 Z0
 N2475 (10MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
 N2476 T15 M06
 N2477 S9553 M03

 N2478 (Foret à centrer6)
 N2479 G90 G54 G00 X-85. Y110.
 N2480 G43 Z25. H15 M08
 N2481 G82 G98 R-17. Z-22.25 P1000
 F1650.
 N2482 X0
 N2483 X85.
 N2484 Y-110.
 N2485 X0
 N2486 X-85.
 N2487 G80 Z25. M09
 N2488 G91 G28 Z0
 N2489 (5.0mm JOBBER DRILL)
 N2490 T21 M06
 N2491 S12000 M03

 N2492 (Foret6)
 N2493 G90 G54 G00 X-85. Y110.
 N2494 G43 Z25. H21 M08
 N2495 G83 G98 R-17. Z-28.501 Q2.
 F1097.28
 N2496 X0
 N2497 X85.
 N2498 Y-110.
 N2499 X0
 N2500 X-85.
 N2501 G80 Z25. M09
 N2502 G91 G28 Z0
 N2503 (16MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
 N2504 T18 M06
 N2505 S6197 M03

 N2506 (Foret à centrer7)
 N2507 G90 G54 G00 X-65. Y-7.495
 N2508 G43 Z25. H18 M08
 N2509 G82 G98 R3. Z-5.85 P1000
 F1353.718
 N2510 X64.994
 N2511 G80 Z25. M09
 N2512 G91 G28 Z0
 N2513 (13.0mm JOBBER DRILL)
 N2514 T22 M06
 N2515 S7313 M03

 N2516 (Foret7)
 N2517 G90 G54 G00 X-65. Y-7.495
 N2518 G43 Z25. H22 M08
 N2519 G83 G98 R3. Z-71.902 Q2.
 F984.594

N2520 X64.994
 N2521 G80 Z25. M09
 N2522 G91 G28 Z0
 N2523 (16MM X 90DEG CRB SPOT DRILL)
 N2524 T25 M06
 N2525 S6197 M03

 N2526 (Foret à centrer8)
 N2527 G90 G54 G00 X-65. Y-7.495
 N2528 G43 Z25. H25 M08
 N2529 G82 G98 R-275. Z-283.85
 P1000 F1353.718
 N2530 X64.994
 N2531 G80 Z25. M09
 N2532 G91 G28 Z0
 N2533 (13.0mm JOBBER DRILL)
 N2534 T22 M06
 N2535 S7313 M03

 N2536 (Foret8)
 N2537 G90 G54 G00 X-65. Y-7.495
 N2538 G43 Z25. H22 M08
 N2539 G83 G98 R-275. Z-349.902
 Q2. F984.594
 N2540 X64.994
 N2541 G80 Z25. M09
 N2542 G91 G28 Z0
 N2543 G28 X0 Y0
 N2544 M30

