

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



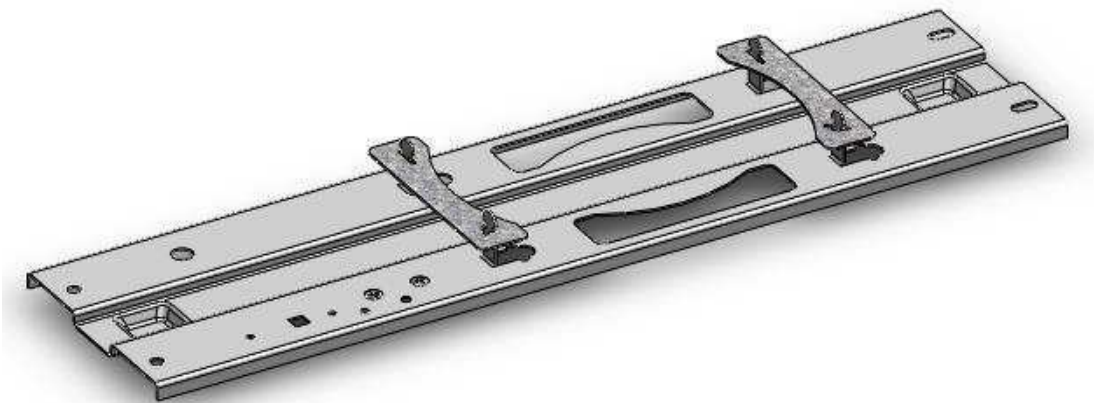
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER en Génie Mécanique,
Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique.



THEME :

**Etude et Conception des Moyens de Production pour la Réalisation
du Support de Base Compresseur du Réfrigérateur ENIEM BC50.**

Proposé par : Mr DIFELLAH Yahia et Mr HAMADINI Aghiles, Section Conception
et Outillage, Unité de prestation technique, ENIEM Tizi-Ouzou.

Encadré par : ASMA Farid, Professeur ; Département de génie mécanique,
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.

Réalisé par : ISSELNANE Karim, Master 2, Fabrication mécanique et Productique,
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou.



Promotion 2017

Remerciement :

Par ces quelques lignes, je tiens à montrer ma reconnaissance envers tous ceux qui m'ont accompagné et aidé, de près ou de loin, au cours de mes années d'études depuis mon intégration au système LMD.

Je tiens à adresser en premier lieu mes remerciements à mon Promoteur, Mr ASMA Farid, pour avoir dirigé cette thèse et m'avoir permis de la réaliser dans les meilleures conditions. Ses immenses connaissances dans le domaine qui m'ont permis de mener à bien cette recherche. Je tiens particulièrement à le remercier de sa confiance et de la liberté qu'il m'a laissé pendant ces mois de préparation de cette thèse. Je souhaite exprimer mes remerciements à Mr DIFELLAH Yahia et aussi à Mr HAMADINI Aghiles d'avoir accepté d'être les encadreurs de ce travail en milieu professionnel. Ils ont contribué par leurs nombreuses remarques et suggestions à améliorer la qualité de ce mémoire, et je leurs en suis très reconnaissant. J'exprime également d'avance ma profonde gratitude aux membres de jury qui vont me faire honneur d'accepter de présider mon jury de thèse et j'aimerais les remercier énormément pour leurs précieux conseils et remarques qui seront sans doute constructifs.

Mes remerciements s'adressent ensuite à tous mes professeurs à l'Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou que j'ai eu la chance d'être leurs étudiant et ce depuis l'année 2005, pour leurs disponibilités et leurs foies qui se traduit par l'amour au noble métier qu'ils exercent, pour leurs échanges quotidiens sympathiques tant sur le plan scientifique qu'amical.

Un merci tout particulier à tous mes amis et à toute ma famille, sans leurs soutiens ce travail n'aurait sans doute pas pu voir le jour. J'aimerais adresser des remerciements chaleureux au département de Génie Mécanique de l'UMMTO, en particulier l'équipe technique et administrative du département et à Melle SIFAOUI Thiziri de LAROMAD recherche opérationnelle, pour leurs hospitalité et de m'avoir accueilli avec tant de chaleur pendant toutes mes années d'études.

Cordialement ; Mr ISSELNANE KARIM.

Sommaire :

Introduction Générale.

1. Présentation de l'entreprise.....	1
2. Situation géographique.....	1
3. Historique de l'entreprise.....	2
4. Organisation de l'entreprise.....	3
5. Principales missions et activités des différents services de l'entreprise.....	4
5.1 Direction générale.....	4
5.2 Unité froid.....	4
5.3 Unité cuisson.....	4
5.4 Unité climatisation.....	4
5.5 Unité sanitaire.....	5
5.6 Filiale "Filamp".....	5
6. Politique de l'entreprise.....	5
6.1. Politique qualité.....	5
6.2. Politique environnementale.....	6
7. Objectifs de l'entreprise.....	6
8. Présentation de la pièce.....	7
9. Fonction de la pièce.....	8
10. Positionnement de la pièce.....	9
11. Problématique.....	9
12. Solution proposée.....	9
13. Choix du matériau.....	11
Conclusion.....	11

Chapitre 1 : Généralités sur les presses.

Introduction.....	12
1. Définition d'une presse.....	12
2. Classification type de presse.....	12
2.1. Selon le mode de transmission d'énergie.....	12

2.1.1. Les presses mécaniques.....	12
2.1.2. Les presses hydrauliques.....	13
2.2. Selon la forme du bâti.....	14
2.2.1. Presses à col de cygne.....	14
2.2.2. Presses à arcade.....	15
2.2.3. Presses à montants droits.....	15
2.2.4. Presses à colonnes.....	16
2.2.5. Presses à table mobile et bigorne.....	17
2.3. Selon le nombre de coulisseau.....	17
2.3.1. Presse à simple effet.....	17
2.3.2. Presse à double effets.....	18
2.3.3. Presse à triple effets.....	18
3. Exigence de choix d'une presse.....	19
4. Parties constituant une presse.....	19
Conclusion.....	19

Chapitre 2 : Généralités sur les outils de presses.

Introduction.....	20
1. Le poinçon.....	20
2. La matrice.....	21
3. Quelques types d'outils de presse.....	22
3.1. Outil simple découvert.....	22
3.2. Outil à contre plaque à engrenage.....	22
3.3. Outil à contre plaque à suivre.....	23
3.4. Outil à couteau.....	24
3.5. Outil à presse bande.....	24
3.6. Outil dit Suisse.....	25
3.7. Outil à pilote.....	26
3.8. Outil de reprise.....	26
3.9. Outil de détournage.....	27

3.10. Outil à cames.....	27
3.11. Outil de cambrage en "V ".....	28
3.12. Outil de cambrage en "U".....	28
3.13. Outil de pliage en équerre.....	29
3.14. Outil d'emboutissage.....	29
3.15. Outil de découpage à longueur.....	30
4. Usure des poinçons est des matrices.....	30
5. Affûtage de la matrice.....	31
6. Les matériaux utilisés pour les outils de presse.....	32
Conclusion.....	33

Chapitre 3 : Les procédés de mise en forme des métaux en feuilles.

Introduction	34
1. Définition d'une tôle.....	34
1.1. Provenance.....	34
1.2. Caractéristiques mécaniques d'une tôle.....	34
2. Le procédé du découpage.....	35
2.1. Définition.....	35
2.2. Principe.....	35
3. Procèdes de mise en forme des métaux en feuilles.....	36
3.1. Cisailage.....	36
3.2. Encochage.....	36
3.3. Crevage.....	37
3.4. Ajourage.....	37
3.5. Détourage.....	38
3.6. Soyage.....	38
3.7. Pliage.....	39
3.8. Matage.....	39
3.8. Emboutissage.....	40
3.9. Poinçonnage.....	40

4. Phases de poinçonnage.....	41
4.1. Effort de poinçonnage.....	42
4.2. Effort d'extraction.....	42
4.3. Le jeu de découpage.....	43
5. Le pliage.....	44
5.1. Les modes de pliage.....	44
5.1.1. Le pliage en l'air.....	44
5.1.2. Pliage en frappe.....	45
5.2. Les forme des plis.....	46
5.2.1. Le pli en "V"	46
5.2.2. Le pli en "U"	46
5.2.3. Le pli en L.....	46
5.3. Les paramètre du pliage.....	47
5.3.1. Le rayon de pliage.....	47
5.3.2. Position de la fibre neutre.....	48
5.3.3. Le jeu de pliage.....	49
5.3.4. Le retour élastique.....	50
5.3.5. Développement des pièces pliées.....	50
5.3.6. Ouverture du Vé.....	51
5.4. Effort de pliage.....	52
6. L'emboutissage.....	52
6.1. Phase d'emboutissage.....	53
6.2. Effort d'emboutissage.....	54
6.3. Effort sur le serre flan.....	55
7. Le matage.....	56
7.1. Type de matage.....	57
7.1.1. Matage accidentel.....	57
7.1.2. Matage provoqué.....	57
7.2. Effort de matage.....	57
Conclusion.....	57

Chapitre 4 : Procédés d'obtention de la pièce et calcul des efforts.

Introduction.....	58
1. Développement du flan de la pièce.....	58
1.1. Rayon de la fibre neutre.....	58
1.2. Développement de l'arc de la fibre neutre.....	58
1.3. Calcul de la longueur du flan.....	59
2. Jeu de découpage.....	59
3. Calcul des efforts.....	60
3.1. Effort de poinçonnage.....	60
3.2. Effort d'extraction des poinçons.....	61
3.3. Effort de pliage.....	61
3.4. Effort de l'emboutissage.....	62
5.3. Effort sur le serre flan.....	63
3.6. Effort de matage.....	63
4. Effort total nécessaire à l'obtention de la pièce.....	63
5. Effort à fournir par la presse.....	64
6. Longueur admissible au flambement des poinçons.....	65
7. Calcul des barycentres.....	66
8. Calcul de nombre de ressort.....	68
9. Spécifications des éléments standards.....	68
9.1. Ressort à charge extra forte.....	69
9.2. Goupille cylindrique.....	69
9.3. Vis à tête fraisée à six pans creux.....	70
9.4. Vis CHC épaulée à six pans creux.....	70
9.5. Vis CHC à six pans creux.....	71
10. Description de l'outil.....	71
Conclusion.....	72
Conclusion Générale.	
Référence bibliographique.	

Liste des Figures :

Fig 01 : Situation géographique.....	1
Fig 02 : Organigramme générale de l'entreprise.....	3
Fig 03 : Support de base compresseur.....	7
Fig 04 : Chute à récupérée.....	7
Fig 05 : Réfrigérateur ENIEM BC 50.....	8
Fig 06 : Fonction de la pièce.....	8
Fig 07 : Position de la pièce.....	9
Fig 08 : Répartition des opérations P1.....	10
Fig 09 : Répartition des opérations P2.....	10
Fig 10 : Presse mécanique.....	13
Fig 11 : Presse hydraulique.....	14
Fig 12 : Presse à col de cygne.....	14
Fig 13 : Presse à arcade.....	15
Fig 14 : Presse à montant droit.....	16
Fig 15 : Presse à colonne.....	16
Fig 16 : Presse à table mobile et bigorne.....	17
Fig 17 : Presse a simple effet.....	17
Fig 18 : Presse à double effet.....	18
Fig 19 : Presse à triple effet.....	18
Fig 20 : Effets agissant sur un flan.....	19
Fig 21 : Poinçon et matrice en perspective.....	20
Fig 22 : Constitution d'un poinçon.....	20
Fig 23 : Constitution d'une matrice.....	21
Fig 24 : Outil simple découvert.....	22
Fig 25 : Outil à contre plaque à engrenage.....	23
Fig 26 : Outil à contre plaque à suivre.....	23
Fig 27 : Outil à couteau.....	24
Fig 28 : Outil à presse bande.....	25

Fig 29 : Outil dit Suisse.....	25
Fig 30 : Outil à pilote.....	26
Fig 31 : Outil de reprise.....	26
Fig 32 : Outil de détournage.....	27
Fig 33 : Outil à cames.....	27
Fig 34 : Outil de cambrage en "V"	28
Fig 35 : Outil de cambrage " U ".....	28
Fig 36 : Outil de pliage en équerre.....	29
Fig 37 : Outil d'emboutissage.....	29
Fig 38 : Usure des poinçons.....	30
Fig 39 : Affûtage de la matrice.....	31
Fig 40 : Principe du découpage.....	35
Fig 41 : Cisailage.....	36
Fig 42 : Encochage.....	36
Fig 43 : Crevage.....	37
Fig 44 : Ajourage.....	37
Fig 45 : Détournage.....	38
Fig 46 : Soyage.....	38
Fig 47 : Pliage.....	39
Fig 48 : Matage.....	39
Fig 49 : Emboutissage.....	40
Fig 50 : Poinçonnage.....	40
Fig 51 : Mécanisme du poinçonnage.....	41
Fig 52 : 1 ^{ere} phase.....	41
Fig 53 : 2 ^{eme} phase.....	41
Fig 54 : 3 ^{eme} phase.....	42
Fig 55 : Jeu de découpage.....	43
Fig 56 : Principe du pliage.....	44
Fig 57 : Pliage en l'air.....	45
Fig 58 : Pliage en frappe.....	45

Fig 59 : Pli en "V"	46
Fig 60 : Pli en "U"	46
Fig 61 : Pli en "L"	46
Fig 62 : Rayon de pliage.....	47
Fig 63 : Zone de déformation du pli.....	48
Fig 64 : Position de la fibre neutre.....	48
Fig 65 : Le jeu de pliage.....	49
Fig 66 : Phénomène du retour élastique.....	50
Fig 67 : Pièce développée.....	51
Fig 68 : Ouverture du Vé.....	51
Fig 69 : Principe de l'emboutissage.....	52
Fig 70 : 1 ^{ere} Phase.....	53
Fig 71 : 2 ^{eme} Phase.....	53
Fig 72 : 3 ^{eme} Phase.....	53
Fig 73 : 4 ^{eme} Phase.....	54
Fig 74 : Forme à emboutir de la pièce.....	55
Fig 75 : Forme à matir.....	56
Fig 76 : Rayon de la fibre neutre.....	58
Fig 77 : Flan à développer.....	59
Fig 78 : Jeu de découpage.....	59
Fig 79 : Somme des périmètres du 1 ^{er} poste.....	60
Fig 80 : Somme des périmètres du 2 ^{eme} poste.....	60
Fig 81 : Somme des longueurs des plis.....	61
Fig 82 : Forme à emboutir.....	62
Fig 83 : Périmètre de la forme à emboutir.....	62
Fig 84 : Forme à matir.....	63
Fig 85 : Positions des centres de gravité.....	66
Fig 86 : Partie supérieure de l'outil.....	72
Fig 87 : Partie inférieure de l'outil.....	72
Fig 88 : Outil à deux postes parallèles.....	73

Liste des tableaux :

Tab 01 : Caractéristique du matériau.....	11
Tab 02 : Désignations normalisées des matériaux.....	33
Tab 03 : Rayon minimum en fonction de A%.....	48
Tab 04 : La variation de la distance "a" suivant Ri/e.....	49
Tab 05 : valeurs indicatives du coefficient k.....	55
Tab 06 : Valeurs de la pression spécifique sur le serre flan.....	56
Tab 07 : Caractéristiques de la presse.....	64
Tab 08 : Cordonnées des centres d'inerties des poinçons.....	67
Tab 09 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles du ressort.....	69
Tab 10 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la goupille.....	69
Tab 11 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis FS.....	70
Tab 12 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis épaulée.....	70
Tab 13 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis CHC.....	71

Introduction Générale.

Introduction générale :

Le travail des métaux en feuilles est un procédé de mise en forme, ayant pour but de fabriquer des pièces en tôle par déformation plastique à chaud ou à froid sous l'action d'une force de compression ou de chocs répétés, ce travail nécessite un outillage très onéreux dont ceux destinés aux travaux de la mécanique de précision.

Dans le cadre de l'économie du marché dans laquelle est entré notre pays, les entreprises doivent gérer d'une manière efficace leurs outils de production afin d'être compétitive, autrement dit que les entreprises doivent maîtriser leurs situations économiques et avoir une connaissance aussi parfaite que possible de tous les éléments qui entrent dans le coût de leurs produits, et de récapituler une meilleure conception pour limiter la part des hasards et utiliser au maximum les méthodes techniques et scientifiques .

Afin d'augmenter le taux d'intégration des pièces fabriquées localement, l'unité de prestation technique de l'E.N.I.E.M nous a confié le travail d'étudier et concevoir des moyens de production pour réaliser le support de base compresseur du réfrigérateur BC50. Cette étude doit être faite d'une manière à satisfaire l'exigence d'une longue durée de vie des outils, un bas prix de revient, un montage et démontage facile de ces différents éléments et un changement et entretien rapide et efficace de ses parties actives.

La géométrie de cette pièce ainsi que les détails qu'elle contient nous a mené à étudier et à utiliser en conception les procédés suivants : le découpage, le poinçonnage, le pliage, l'emboutissage, le crevage, le soyage et le matage afin d'arriver à l'obtention de la pièce finie.

Le but de notre travail consiste à étudier et concevoir des moyens de production voir des outils, pour la réalisation des supports de base pour compresseur du réfrigérateur E.N.I.E.M BC50.

1. Présentation de l'entreprise : [1]

L'E.N.I.E.M est une Entreprise Publique Économique de droit Algérien constituée le 02 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'Entreprise SONELEC.

ENIEM est entrée en production à partir de janvier 1977 dont l'activité principale est la fabrication et la commercialisation d'appareils électroménagers.

2. Situation géographique : [2]

Son siège social se situe au chef-lieu de la Wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production sont implantées à la zone industrielle "Aissat Idir" de Oued-Aissi, distante de 7 km du chef-lieu de wilaya.

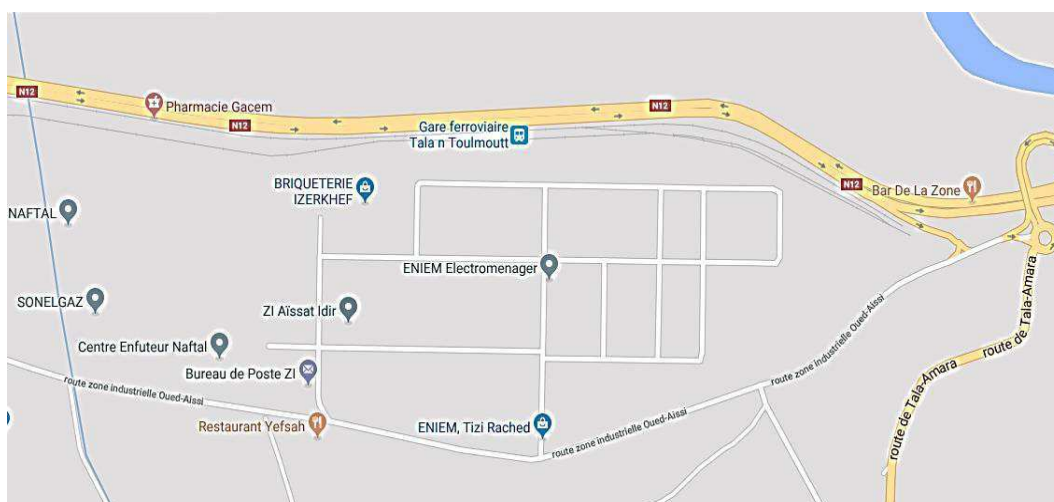


Fig 01 : Situation géographique. (Source : Google earth)

Sa direction générale est située à la sortie 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 du service après-vente.

L'entreprise ENIEM aujourd'hui a une importante gamme de produits, nous citons :

- Les réfrigérateurs petit ; moyen et grand modèle.
- Les congélateurs.
- Les plaques chauffantes.
- Cuisinières à 04 et à 05 bruleurs.
- Climatiseurs split et à armoire.

3. Historique de l'entreprise :

[3]

La naissance de l'entreprise nationale des industries électroménagères : E.N.I.E.M, est due à la restriction organique de la SONELEC le 02 janvier 1983, dont celle-ci était un projet datant du 21 août 1971. Le complexe est rentré en production réelle que le 16 juin 1977 avec un effectif de 572 travailleurs.

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

Connu aujourd'hui comme le leader de l'électroménager en Algérie et cela dans divers domaines tels que :

- La climatisation, cuisson, réfrigération et conservation à Oued Aissi.
- Sanitaire à Meliana.
- Filiale lampe à Mohammedia.

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.

L'ENIEM est le leader de l'électroménager en Algérie, elle possède des capacités de production et une expérience de plus 30 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager, notamment :

- Les appareils ménagers domestiques.
- Les appareils des collectivités.
- Les lampes d'éclairage.
- Les produits sanitaires.

Elle assure également la commercialisation et la fonction du service après-vente de ses produits.

4. Organisation de l'entreprise :

[2]

A partir de janvier 1998, l'Entreprise s'est réorganisée en centre d'activités stratégiques qui s'articulent autour de la restructuration du complexe d'appareils ménagers créant plusieurs unités de production et de soutien.

Actuellement, l'entreprise ENIEM est constituée de plusieurs sous directions, unités et services présidés par la Direction générale, on peut citer l'unité de prestation technique qui nous a proposé le thème de ce travail.

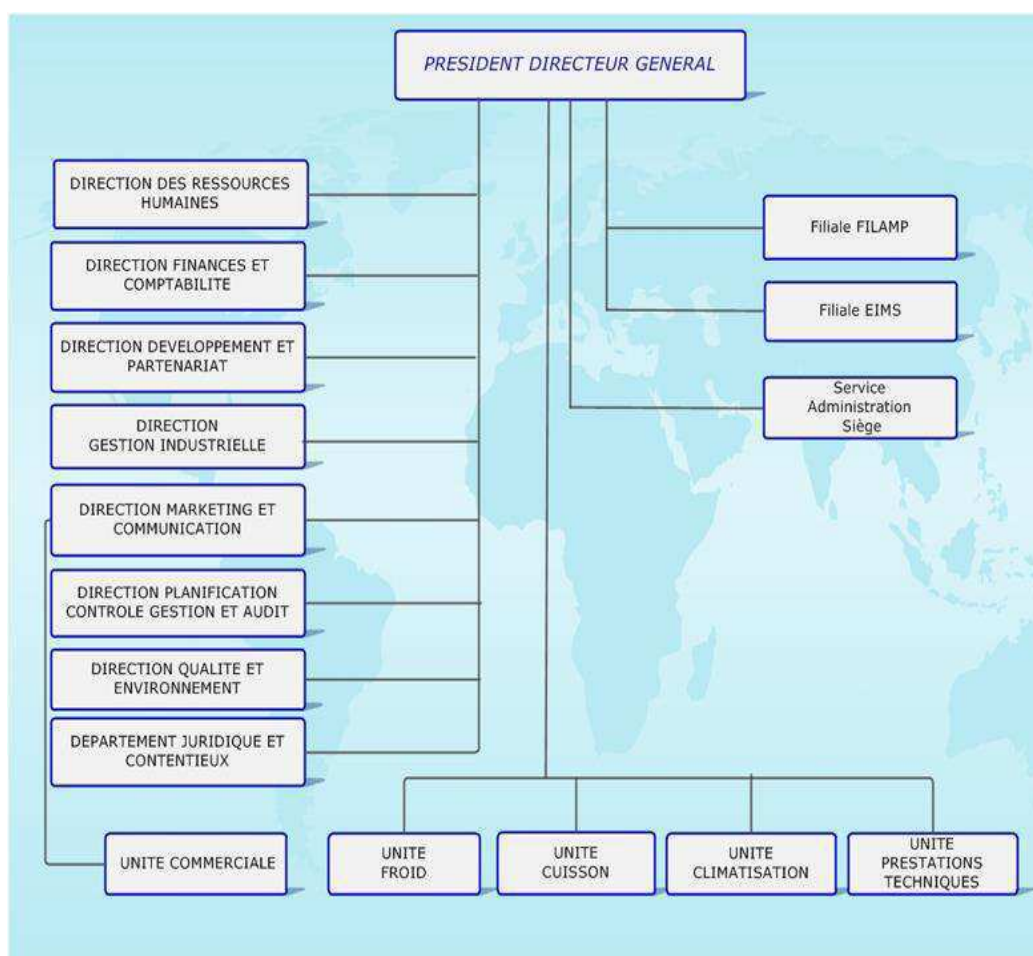


Fig 02 : Organigramme générale de l'entreprise. [2]

5. Principales missions et activités des différents services de l'entreprise : [3]**5.1 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.

5.2 Unité froid :

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

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

5.3 Unité cuisson :

La mission principale de l'unité cuisson est de produire et développer la cuisson à gaz à l'électricité ou mixte et tout produit de technologie similaire.

Ses activités sont :

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

5.4 Unité climatisation :

La mission globale de l'unité climatisation est de développer les produits de climatisation, ses activités sont :

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

5.5 Unité sanitaire :

L'unité sanitaire de Miliana est acquise par l'entreprise ENIEM en l'an 2000.

Elle 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 (baignoires, lavabos ...).

5.6 Filiale Filamp :

L'Unité Lampes de Mohammedia 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».

6. Politique de l'entreprise :

[4]

6.1. Politique qualité :

L'ENIEM a mis en œuvre un système de management de la qualité conformément à la norme internationale ISO 9001/2008.

Cette politique qualité basée sur l'amélioration continue des processus se manifeste par la volonté de la Direction Générale à savoir :

- Comprendre les besoins présents et futurs de ses clients et y répondre efficacement en mettant à leur disposition des produits et services compétitifs.
- Développer la culture de l'entreprise et le professionnalisme de son personnel.
- Améliorer en continu l'efficacité de son système de management de qualité.

6.2. Politique environnementale :

La politique environnementale de l'ENIEM s'inscrit dans le développement durable en intégrant un management proactif dans le domaine de la protection de l'environnement.

Pour y parvenir, l'ENIEM se base sur la prévention de toute pollution, la préservation des ressources, la sensibilisation et la formation, la responsabilité et l'implication de son personnel.

Pour cela, l'ENIEM a décidé de s'engager dans une démarche volontaire d'amélioration continue en mettant en place un système de management environnemental selon le référentiel ISO 14001/2004. La direction générale met à disposition les moyens nécessaires à la réussite de ce projet.

7. Objectifs de l'entreprise :

[4]

Pour aboutir les missions précitées, l'ENIEM se fixe les objectifs suivants :

- Accroître la satisfaction des clients.
- Améliorer les compétences du personnel.
- Réduire les rebuts.
- Augmenter la valeur de la production.
- Améliorer le chiffre d'affaire.
- Se conformer aux exigences légales et réglementaires en vigueur.
- Appliquer et respecter les dispositions et procédures établies.

8. Présentation de la pièce :

La pièce ci-dessous est un support de base compresseur sur lequel repose ce dernier du réfrigérateur ENIEM BC 50. (voir dessin de définition ci-joint).

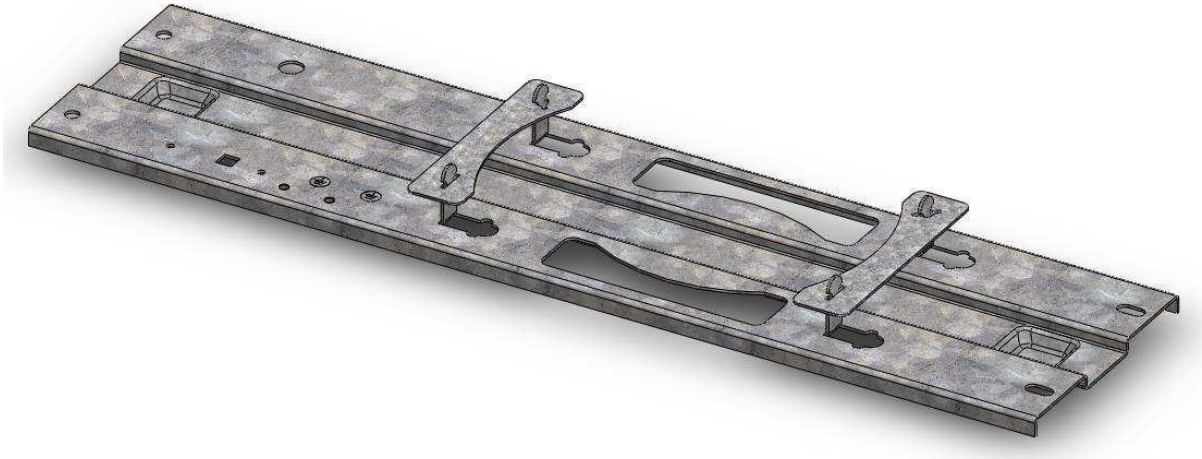


Fig 03 : Support de base compresseur.

Cette pièce a une longueur de 444 mm et une largeur de 130 mm après développement, et une épaisseur de 1 mm, nous estimons son poids à 460 g et son volume à $58,76 \text{ cm}^3$, elle comporte aussi deux chutes récupérables qui vont servir à immobiliser le compresseur dans sa position.



Fig 04 : Chute à récupérée.

La figure ci-dessous nous montre le réfrigérateur ENIEM BC 50 en perspective.

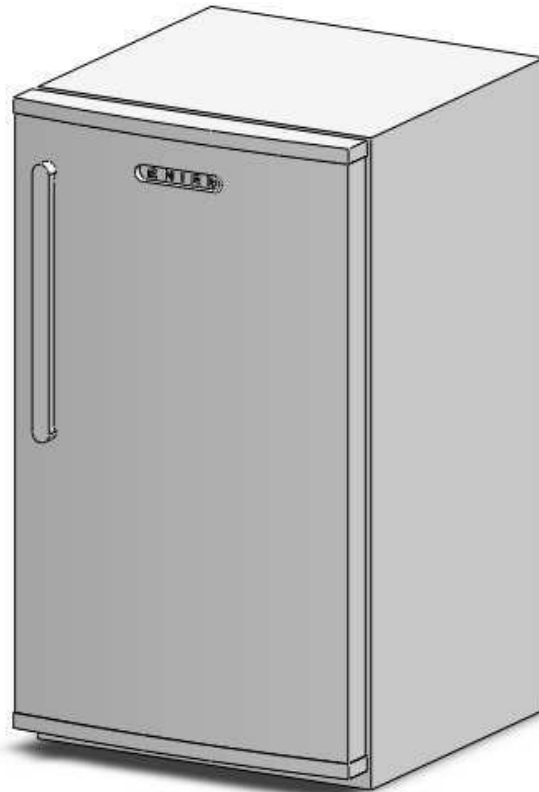


Fig 05 : Réfrigérateur ENIEM BC 50.

9. Fonction de la pièce :

La pièce est destinée à supporter et à immobiliser un compresseur d'environ 5Kg comme nous le montre la figure ci-dessous :

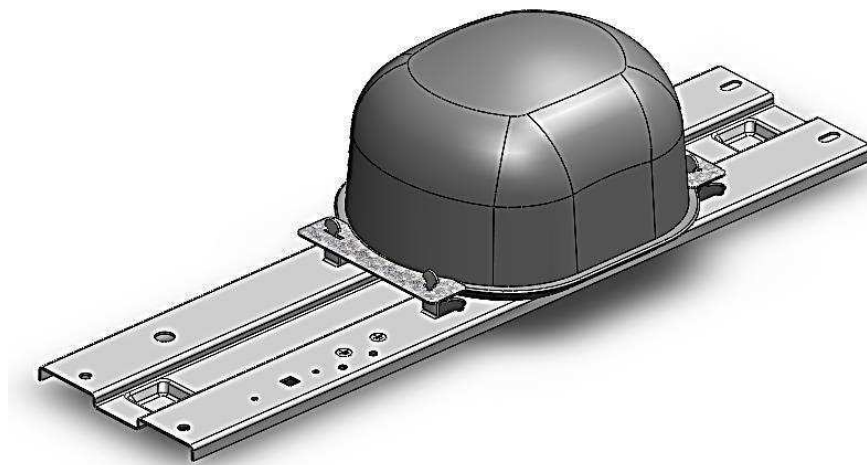


Fig 06 : Fonction de la pièce.

10. Position de la pièce :

La figure ci-dessous nous montre la position de la pièce par rapport au réfrigérateur.

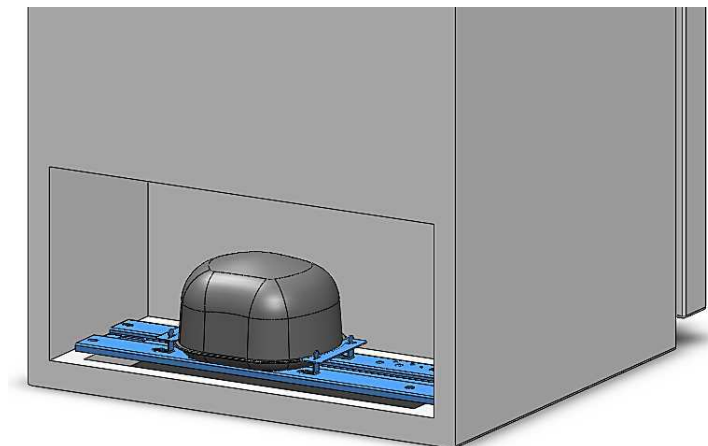


Fig 07 : Position de la pièce.

11. Problématique :

Afin d'augmenter le taux d'intégration des pièces fabriquées localement et de limiter le nombre des pièces importées, l'ENIEM a décidé de produire cette pièce dans ses propres ateliers.

Le support de base compresseur du réfrigérateur E.N.I.E.M BC50 est une pièce fabriquée par une entreprise chinoise nommée : "NIANG KATING", cette dernière est spécialisée dans la fabrication des pièces mécanique légères notamment des plaque d'appui, des supports et des pièces de renfort.

Au cours des réunions techniques, la question qui se posa :

"Pourrions-nous produire cette pièce dans les ateliers de fabrication de l'ENIEM" ?

Si c'est oui ; *"comment la produire ?"*

12. Solution proposée :

Le choix qui est pris avec la collaboration de l'unité de prestation technique est de faire un outil à deux postes de travail sur lequel seront exécutées les opérations suivantes : détournage, poinçonnage, pliage, emboutissage, soyage et matage, la dernière opération de taraudage sera faite manuellement par un opérateur spécialisé.

Ces opérations seront réparties sur les deux postes comme suit :

• Poste 1 :

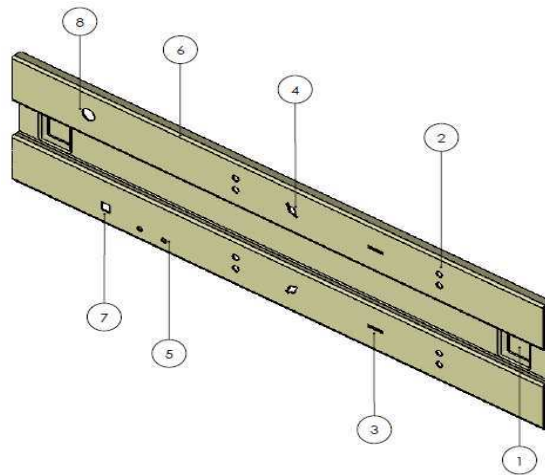


Fig 08 : Répartition des opérations P1.

Détail 1 : emboutissage × 2.

Détail 2 : poinçonnage × 4.

Détail 3 : poinçonnage × 2.

Détail 4 : poinçonnage × 2.

Détail 5 : soyage × 2.

Détail 6 : pliage × 6.

Détail 7 : poinçonnage × 1.

Détail 8 : poinçonnage × 1.

• Poste 2 :

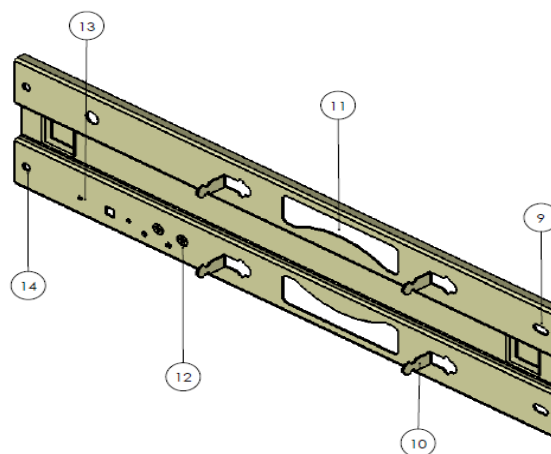


Fig 09 : Répartition des opérations P2.

Détail 9 : ajourage × 2.

Détail 10 : crevage × 4.

Détail 11 : détourage × 2.

Détail 12 : matage × 2.

Détail 13 : poinçonnage × 1.

Détail 14 : poinçonnage × 1.

13. Choix du matériau :**[2]**

Vu les conditions que va subir la pièce en question, elle sera fabriquée avec une tôle en acier galvanisé ayant les caractéristiques suivantes :

Désignation	NF EN 10 142-Dx53D Z100-NB-O
Provenance	Allemagne
Mode d'élaboration	Laminé à froid
Type de revêtement	Z
Epaisseur	1 mm
R_{pc}	380 N/mm ²
R_e	260 N/mm ²
Allongement	33 %

Tab 01 : Caractéristiques du matériau. [2]

Conclusion :

Après la présentation de l'entreprise et une analyse d'une meilleure répartition des opérations, le premier chapitre comprendra une étude théorique sur les presses et leurs différents équipements utilisés dans l'industrie pour la production des pièces mécaniques.

Chapitre 1 :

Généralités sur les presses.

Introduction :

Pour la transformation des tôles, l'industrie a besoin des machines spécifiées dans le cas du poinçonnage, du pliage ou bien de l'emboutissage. Les machines utilisées sont généralement des presses.

1. Définition d'une presse :

[5]

La presse est une machine constituée d'un ensemble d'organes conçus pour fournir une force de compression démultipliée et un déplacement, servant à écraser ou à déformer un objet, souvent utilisée pour la réalisation des pièces à partir des matériaux en feuille.

2. Classification type de presse :

Les presses sont classées suivant plusieurs paramètres, nous préférons de les classer comme suit :

- Selon le mode de transmission d'énergie.
- Selon le nombre de coulisseaux.
- Selon la forme du bâti.

2.1. Selon le mode de transmission d'énergie :

On distingue deux types de presses, les presses mécaniques et les presses hydrauliques.

2.1.1. Les presses mécaniques :

Dans cette catégorie, l'énergie fournie par le moteur est emmagasinée dans un volant d'inertie sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie est ensuite transmise au coulisseau en un mouvement de translation.

Les presses mécaniques sont d'une plus grande rapidité de fonctionnement et généralement d'un prix moindre que celui des presses hydrauliques équivalentes, elles sont plus répandues car elles permettent d'atteindre des cadences élevées.



Fig 10 : Presse mécanique. [6]

2.1.2. Les presses hydrauliques :

Ses structures sont comparables à celles des presses mécaniques, ce qui diffère c'est le mode d'action du coulisseau. Elles sont actionnées par la pression d'un liquide (huile) qui entraîne le coulisseau par l'intermédiaire d'un vérin.

Comme toutes les machines hydrauliques, elles offrent par rapport aux machines mécaniques l'avantage d'une plus grande souplesse qui est due aux possibilités de :

- Modifier la course du coulisseau.
- Avoir de très longues courses.
- Régler la pression exercée sur le coulisseau.
- Contrôler constamment la pression et la vitesse de descente du coulisseau.



Fig 11 : Presse hydraulique. [6]

2.2. Selon la forme du bâti :

2.2.1. Presses à col de cygne :

Ce type est employé pour tous les travaux de découpage, d'ajourage, de pliage et souvent pour des petites pièces et des grandes séries. La forme de col de cygne d'un bâti permet de dégager latéralement le plateau de la presse. Elles sont utilisées généralement lorsque le travail nécessite le passage latéral de la bande et l'inclinaison vers l'arrière jusqu'à 20° du bâti pour faciliter l'évacuation des pièces par gravité.



Fig 12 : Presse à col de cygne. [6]

2.2.2. Presses à arcade :

Ces presses ont un bâti monobloc coulé ou parfois soudé, ce qui leur permet de supporter des efforts importants tout en assurant une grande précision dans le guidage des outils. Elles peuvent être à simple ou à double effets.



Fig 13 : Presse à arcade. [6]

2.2.3. Presses à montants droits :

Ce type est presque le même que le type précédent. Le bâti est assemblé, c'est-à-dire que la table, les montants et le chapiteau sont reliés par quatre forts tirants en acier serrés à chaud.

La distance entre le chapiteau et la table et celles entre les montants sont choisies en fonction du travail à exécuter.

Ces presses sont très robustes et peuvent atteindre de très grandes dimensions.



Fig 14 : Presse à montant droit. [6]

2.2.4. Presses à colonnes :

Ces presses sont employées pour le forgeage et le matriçage. Elles sont équipées de quatre colonnes cylindriques liant la partie supérieure et la partie inférieure (table) et d'un coulisseau guidé par les colonnes.



Fig 15 : Presse à colonnes. [6]

2.2.5. Presses à table mobile et bigorne :

Elles sont équipées d'une table mobile et réglable en hauteur, ce qui autorise le montage d'outil très haut. La table peut s'éclipser par simple rotation, ce qui permet l'utilisation de la bigorne. La bigorne permet d'effectuer des poinçonnages latéraux de gros emboutis.



Fig 16 : Presse à table mobile et bigorne. [6]

2.3. Selon le nombre de coulisseau :

2.3.1. Presse à simple effet :

Les presses dans ce type comportent un seul coulisseau actionné par une ou plusieurs vérins.



Fig 17 : Presse a simple effet. [6]

Elles sont spécifiquement destinées aux opérations de reprise équipées d'un coussin inférieur logé sous la table qui est destiné à assurer l'effet du serre-flan.

2.3.2. Presse à double effets :

Dans ce type, la presse comporte deux coulisseaux indépendants l'un de l'autre, l'un central porte le poinçon et l'autre extérieur porte le serre-flan. Le coulisseau qui porte le serre-flan entre en contact en premier avec la tôle pour assurer le serrage avant que le poinçon amorce sa descente. Il doit rester immobile durant tout le travail du poinçonnage.

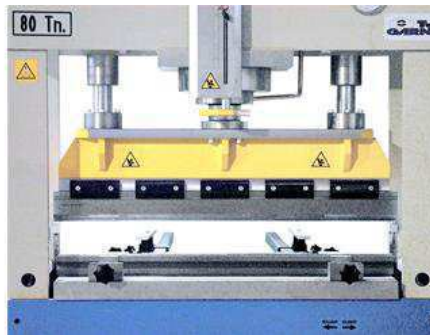


Fig 18 : Presse à double effet. [6]

Les deux coulisseaux sont actionnés par le même arbre moteur à l'aide d'un mécanisme complexe qui procure deux cinématiques différentes.

2.3.3. Presse à triple effets :

Elle est similaire à la précédente. Elle possède en plus un troisième coulisseau inférieur qui a sa propre cinématique.



Fig 19 : Presse à triple effet. [6]

Ce type est souvent utilisé pour la carrosserie qui nécessite des contre-emboutis peu profonds ce qui permet d'éviter une opération de reprise sur une autre presse.

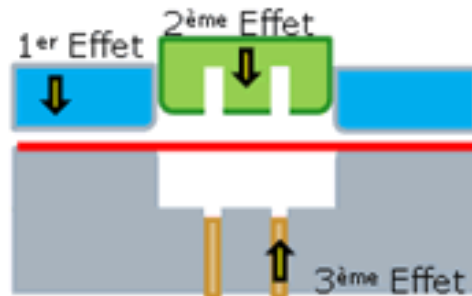


Fig 20 : Effets agissant sur un flan. [5]

3. Exigence de choix d'une presse :

[4]

La sélection d'une presse pour la réalisation d'une opération est en fonction des critères ci- dessous :

- Type de travail à envisager.
- L'effort nécessaire, (nature de transmission du mouvement).
- Dimension de l'outil et de la pièce, (section de coupe).
- Longueur de course des coulisseaux.
- Cadence nominale de fonctionnement, (coups / mn).

4. Parties constituant une presse :

Quel que soit le type, la presse est constitué généralement de :

- Une partie fixe appelée : bâti qui porte la matrice.
- Une partie mobile appelée : coulisseaux qui est un mécanisme de travail qui anime un ou plusieurs coulisseaux de mouvements rectilignes alternatifs perpendiculaires à la table et solidaire au bâti.

Conclusion :

Après avoir cité les différentes presses, nous pouvons dire que les constructeurs des machines-outils ne cessent de développer et de fournir l'industrie des presses de nouvelle génération.

Chapitre 2 :

Généralités sur les outils de presses.

Introduction :

Les travaux de mise en forme des métaux en feuilles nécessitent des outils de presses qui sont composés au minimum de deux éléments : une ou plusieurs matrices et un ou plusieurs poinçons.



Fig 21 : Poinçon et matrice en perspective. [7]

1. Le poinçon :**[8]**

C'est un élément plein dont sa base a la forme de la pièce à découper, il prend son appellation à partir du type de travail à réaliser, il est constitué généralement de :

- 1. Dispositif de retenue : servant à le maintenir en sa position.
- 2. Corps : usiné avec la tolérance "m6".
- 3. Tête : elle contient soit un arrondi ou un chanfrein.
- 4. Partie active : section constante d'une hauteur de 08 à 10 mm afin d'éviter son flambement.

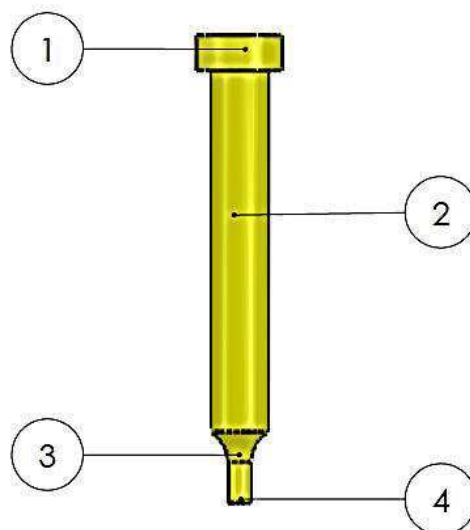


Fig 22 : Constitution d'un poinçon.

On peut les classer suivant les opérations auxquelles sont destinés : découpage ; poinçonnage ; emboutissage ; pliage ; etc.

Les pionçons sont fabriqués en acier fortement allié (X 6 Cr Mo Ti 17-12), cémentés par la suite afin de minimiser l'usure et augmenter leur dureté et leur durée de vie.

2. La matrice :

Une matrice est une pièce usinée d'une façon à ce que le poinçon s'ajuste dans l'ouverture avec un jeu déterminé, servant à reproduire la forme désirée, elle comporte une dépouille pour éviter le laminage des flans et réduire l'effort fourni par la presse.

Elle est constituée généralement de :

- 1. Partie active : section constante d'une hauteur de 04 à 05 mm permettant son affutage.
- 2. Dépouille : d'environ 3° afin d'éviter le tassement de débouchure.
- 3. Dispositif de maintien : sert à éviter son extraction.

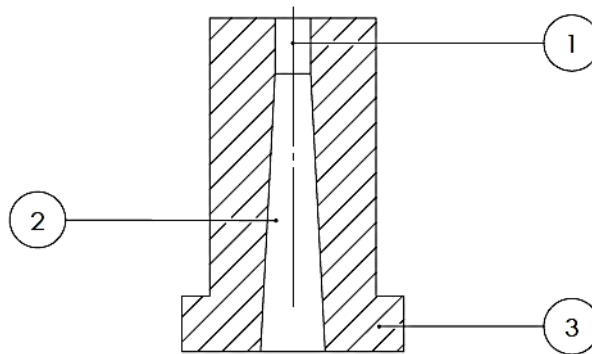


Fig 23 : Constitution d'une matrice.

Les matrices rapportées permettent l'affutage ou le changement immédiat en cas d'usure ou de cassure de la partie active.

Tel que les pionçons, les matrices sont fabriquées avec un acier fortement allié : (X 6 Cr Mo Ti 17-12), cémentées par la suite.

En plus de la matrice et du poinçon, l'outil est équipé d'autres éléments tels que : le porte poinçon ; les semelles ; les serres flans ; les éjecteurs ; etc.....

3. Quelques types d'outils de presse :

[5]

3.1. Outil simple découvert :

Il est constitué d'un poinçon et d'une matrice. Il est utilisé dans la production unitaire du fait du soulèvement de la bande avec le poinçon, la bande est déplacée dans la matrice après chaque coup, ce qui produit des manipulations délicates pour l'opérateur, le centrage du poinçon est insuffisant car il est assuré par un seul coulisseau.

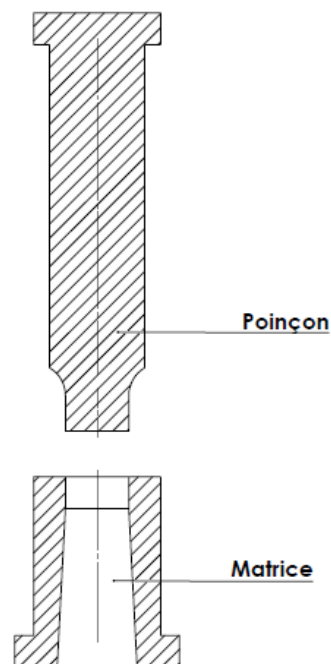


Fig 24 : Outil simple découvert.

3.2. Outil à contre plaque à engrenage :

Il est dit outil couvert parisien, il est équipé de deux semelles servant d'appuis pour la matrice et offre la possibilité d'extraction des déchets dans un plateau de presse non ajouré, le guidage de la bande est assuré par deux éléments appelés : guide , ainsi le poinçon est guidé par une contre plaque pour lui assurer un bon centrage.

L'avancement du flan se fait par l'intermédiaire d'un engrenage, ce dernier tourne et entraîne avec lui le flan. En dépit de son manque de précision pour contrôler l'avance, on prévoit une butée de départ qui met la bande en position lors du premier coup de presse.

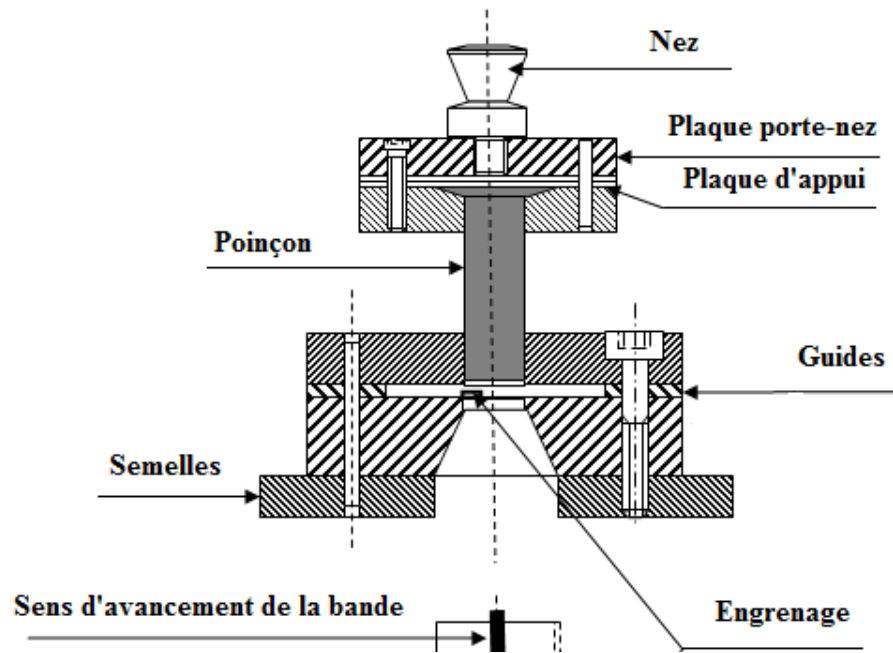


Fig 25 : Outil à contre plaque à engrenage.

3.3. Outil à contre plaque à suivre :

Deux ou plusieurs poinçons sont montés dans ces outils, la presse travaille coup à coup et l'avance de la tôle est guidée par des butées de départ. Dans l'exemple ci dessous, le trou est poinçonné d'abord puis le découpage rectangulaire après l'avance de la pièce d'un pas avec l'autre poinçon.

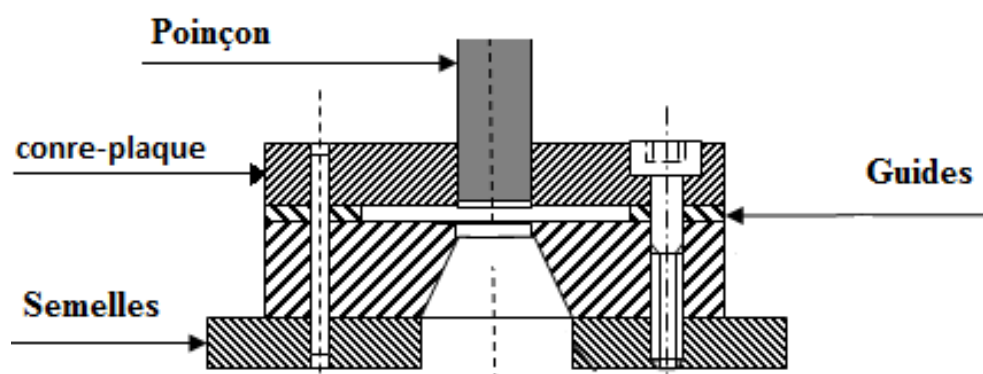


Fig 26 : Outil à contre plaque à suivre.

3.4. Outil à couteau :

De même conception que les outils précédents, il est équipé d'un couteau à la place de l'engrenage pour le contrôle de l'avance de la tôle, le couteau est un poinçon latéral qui coupe sur une largeur de 3mm environ.

Dans le cas de manipulation de bandes larges, deux couteaux de chaque côté assurent une butée.

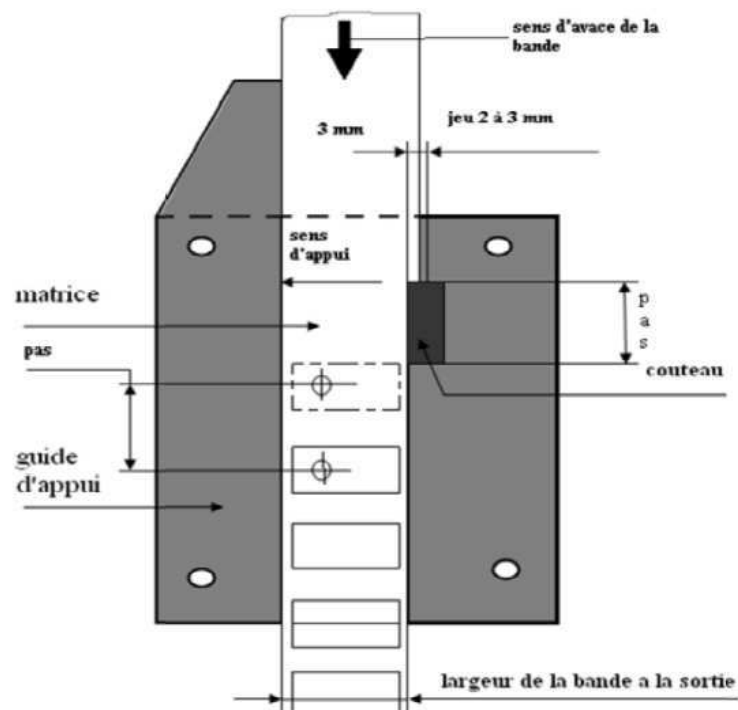


Fig 27 : Outil à couteau.

3.5. Outil à presse bande :

C'est un outil dont lequel la contre plaque des outils précédemment cités est remplacée par une autre analogue, montée sur ressorts appelés : presse-bande, cette dernière est utilisée pour le maintien des tôles minces lors du découpage du poinçon, deux à quatre colonnes assurent le guidage de l'ensemble poinçon matrice.

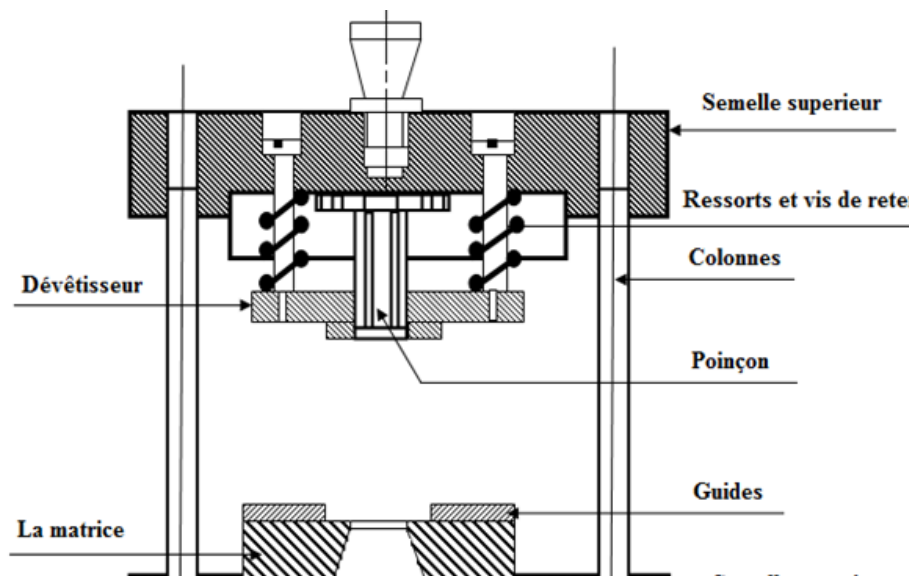


Fig 28 : Outil à presse bande.

3.6. Outil dit Suisse :

Appelé aussi outil bloc, puisqu'il poinçonne et découpe en même temps en coup de matrice, la précision des pièces découpées ne dépend pas du système de guidage (engrenage couteau...etc.), mais de la précision de l'outil, on ne peut donc l'utiliser que pour le découpage des tôles minces.

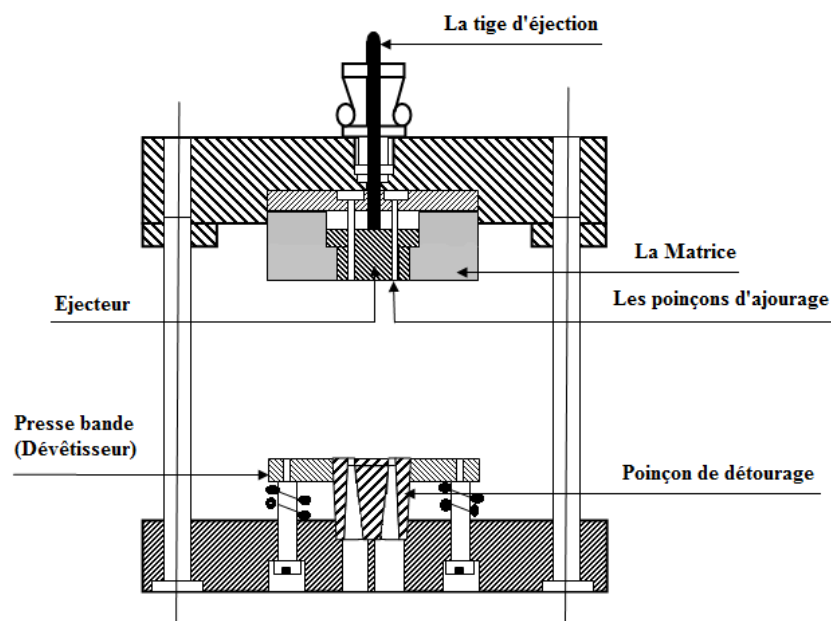


Fig 29 : Outil dit Suisse.

3.7. Outil à pilote :

C'est un outil à presse bande, dépourvu d'engrenage ou de couteau, les pilotes s'introduisent dans des trous préalablement percés hors de la pièce définitive et assurent le bon fonctionnement de la bande avant que le presse bande à fixer, la matrice de l'outil est un assemblage de plusieurs pièces appelées : pavés.

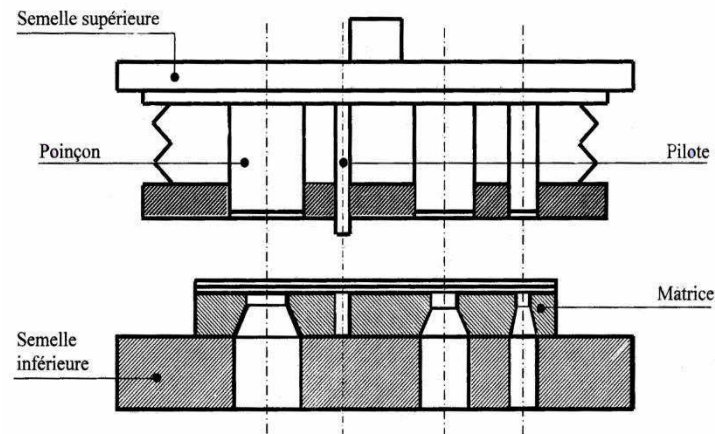


Fig 30 : Outil à pilote.

3.8. Outil de reprise :

On distingue deux types, outil à contre plaque et outil à serre flan. Ils sont utilisés pour le poinçonnage des pièces découpées préalablement, la pièce est munie d'un détrompeur qui assure sa position lors du poinçonnage pour les pièces dissymétriques.

L'évacuation des pièces se fait à l'aide d'un éjecteur ou en usinant des parties de dégagement dans la contre- plaque par exemple.

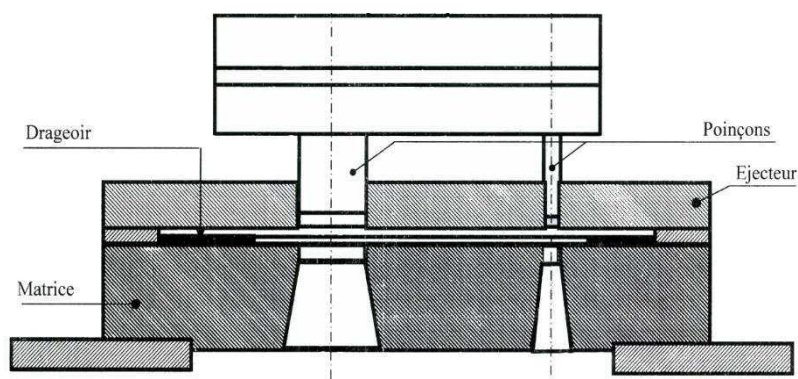


Fig 31 : Outil de reprise.

3.9. Outil de détourage :

Utilisé généralement pour la finition des pièces embouties, enlèvement des bords irréguliers, on distingue les outils de détourage à rase dont lesquels les bords irréguliers sont enlevés à rase de la pièce, et les outils de détourage- poinçonnage en même temps.

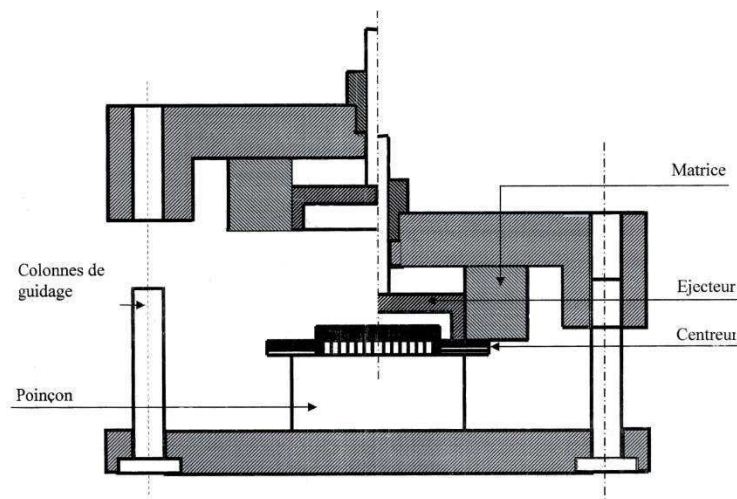


Fig 32 : Outil de détourage.

3.10. Outil à cames :

La came est utilisée pour transformer le mouvement vertical du coulisseau en mouvement horizontal ou oblique, elles sont utilisées dans les outils de découpage pour le poinçonnage latéral, lorsque plusieurs opérations simultanées sont réalisées dans le flan.

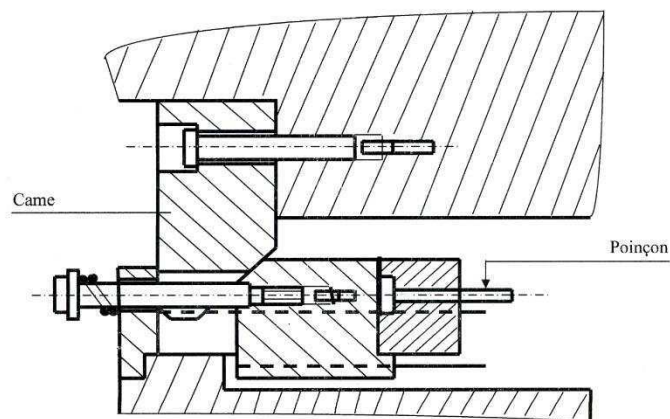


Fig 33 : Outil à cames.

3.11. Outil de cambrage en "V" :

Utilisé pour obtenir des pièces en forme de cornière, elle se compose d'un poinçon et d'une matrice épousant, tous deux, l'angle de la cornière à former, et d'un drageoir fixé sur la matrice qui centre le flan à cambrer.

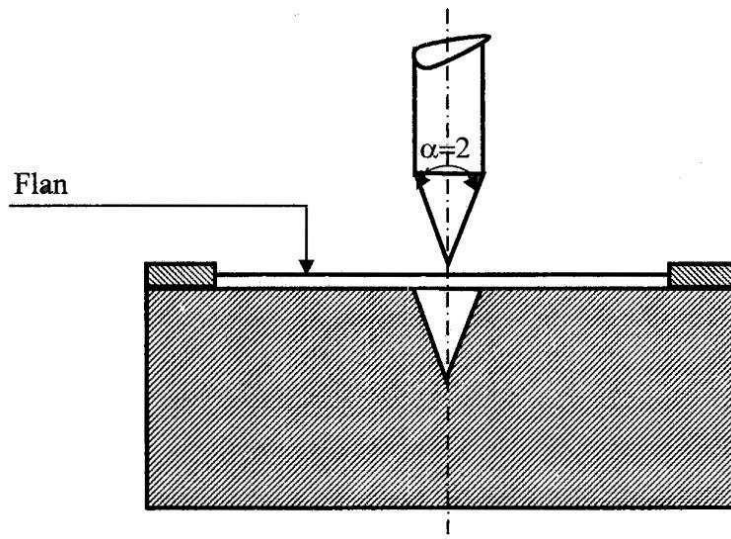


Fig 34 : Outil de cambrage en "V"

3.12. Outil de cambrage en "U" :

C'est le même principe avec l'outil précédent, ce qui change c'est la forme de la matrice et du poinçon. Cet outil relève simultanément les deux ailes de U et il travaille symétriquement.

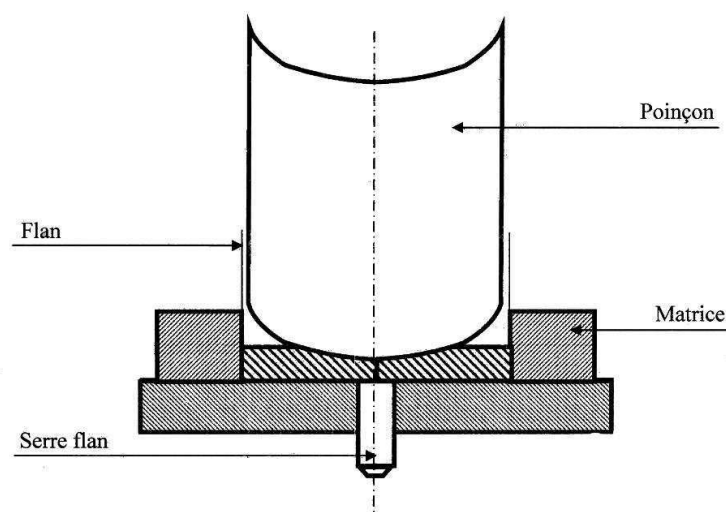


Fig 35 : Outil de cambrage " U ".

3.13. Outil de pliage en équerre :

Utilisé pour le cambrage à 90°, il se compose d'un poinçon, d'une matrice et d'un fond de matrice qui joue le rôle d'un éjecteur.

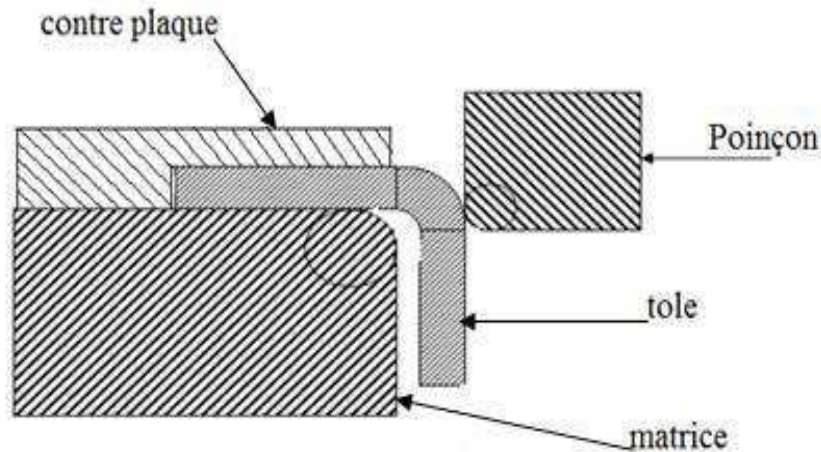


Fig 36 : Outil de pliage en équerre.

3.14. Outil d'emboutissage :

Le plus simple se compose d'un poinçon et d'une matrice, il est également appelé outil d'emboutissage par passe à travers.

Le poinçon entraîne la pièce formée à travers la matrice, au cours de l'opération l'épaisseur des parois de l'embouti diminuent légèrement, à la remontée du coulisseau de la presse, la pièce est décrochée du poinçon par la face inférieure de la matrice.

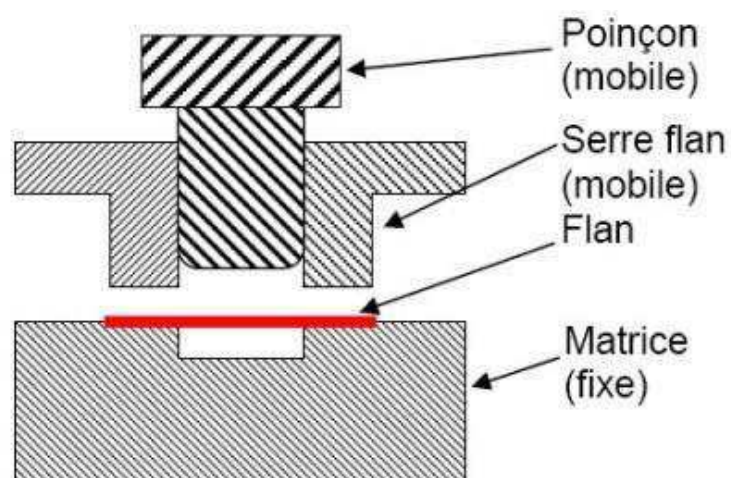


Fig 37 : Outil d'emboutissage. [9]

3.15. Outil de découpage à longueur :

Ce sont des outils employés pour le découpage de feuille à faible longueur ou de barres laminées, il existe des outils à cisailer sans perte, et des outils de coupe en longueur avec perte pour des pièces à extrémités arrondies, ils sont équipés de butée réglable, pour les pièces de longueur variable, ainsi que de contre bande pour le bon positionnement de poinçon, il sont de même conception que les outils précédemment cités.

4. Usure des poinçons est des matrices :

[4]

D'après l'étude faite dans le chapitre suivant, on a vu que pendant la phase de la pénétration, le relâchement brutal de l'effort dans la pièce à travailler engendre des vibrations dans cette dernière comme dans les flans, et cause un resserrement de la matrice sur la surface libre du poinçon.

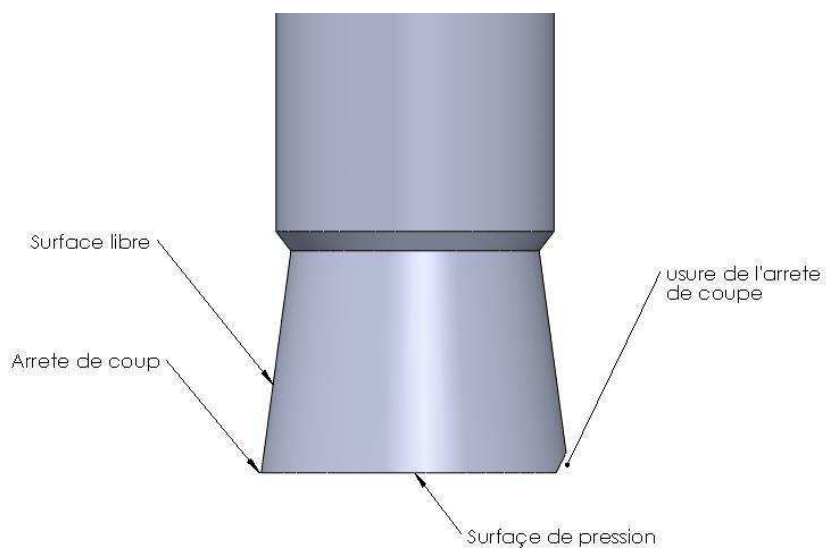


Fig 38 : Usure des poinçons.

Pendant le retrait du poinçon le resserrement cause environ 2 / 3 de l'usure de celui-ci ; il y-a aussi l'action du choc pendant l'impact, et le mouvement relatif de l'outil et de la pièce à travailler, qui occasionnent une usure inévitable de l'outil de coupe.

Ce qu'il faut retenir concernant l'usure des poinçons et des matrices pour un bon rendement des outils de coupe :

- L'usure se manifeste sur la surface de pression et aussi sur la surface libre et provoque par la suite un arrondi sur les arrêtes de coupe.
- Un contrôle doit être fait régulièrement afin de déterminer l'usure des poinçons et matrices, c'est-à-dire, des surfaces qui travaillent pendant le cisaillement.
- Dans le cas où il y aura usure, on procède à un affûtage par rectification plane ou bien d'un changement du poinçon ou de la matrice.
- L'utilisation des parties rapportées permet le changement immédiat.

5. Affûtage de la matrice :

Après découpage d'un certain nombre de pièces, les arrêtes coupantes des parties actives s'émousent et s'arrondissent, après démontage de l'outil, le poinçon et la matrice sont affûtés par rectification plane.

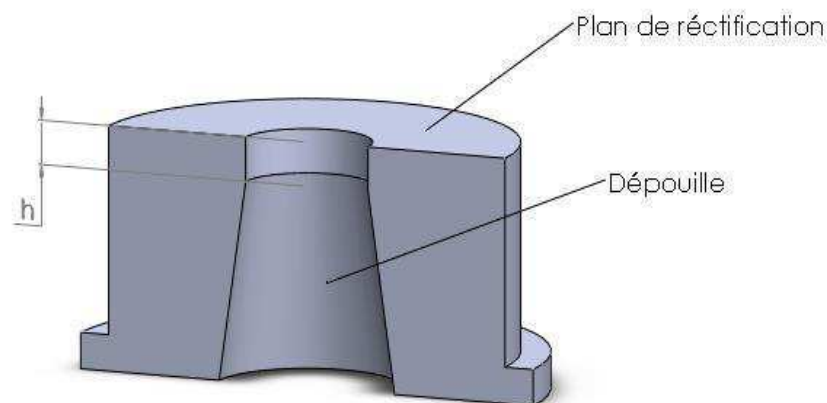


Fig 39 : Affûtage de la matrice.

- La partie nommée : "h" étant une entrée constante, de hauteur de l'affûtage de 4 à 5 mm.
- La dépouille réduit le nombre de débouchure coincées et empilées et limite aussi l'effort du poinçon.
- L'affûtage diminue "h" de 0,2 mm à 0,5 mm, ce qui réduit systématiquement la hauteur totale de la matrice, cette valeur est à prendre en considération lors de la conception des matrices.

6. Les matériaux utilisés pour les outils de presse :**[7]**

L'outil de découpage doit être conçu à partir d'un matériau dont les caractéristiques donnent un rendement optimal, surtout aux parties actives de ce dernier, une résistance à l'usure, une résistance aux contraintes de traction, de compression et aux chocs, ainsi que le matériau mis en œuvre implique une bonne usinabilité et l'aptitude de subir des traitements thermiques.

Pour la conception de l'outil nous choisissons quelques aciers de la famille des aciers à outils qui sont employés pour la fabrication d'outils dont HRC = 60, ont une résistance à l'usure et une forte résistance mécanique.

Le tableau suivant nous donne les désignations normalisées suivant la norme : NF-EN 10027-1, pour les matériaux utilisés dans la fabrication des organes d'outils de presse.

(Voir le tableau pour définir le choix de la matière).

Nuance		Traitement de référence	
Ancienne	Nouvelle	Rr min Mpa	Re min Mpa
38 C 2	30 Cr 2	800	650
34 C 4	34 Cr 4	880	660
55 C 3	55 Cr 3	1100	900
100 C 6	100 Cr 6	HRC = 62	
25 CD 4	25 Cr Mo 4	880	700
42 CD 4	42 Cr Mo 4	1080	850
16 NC 6	16 Ni Cr 6	800	650
17 NCD 6	17 Ni Cr Mo 6	1130	880
51 CV 4	51 Cr V 4	1180	1080
20 MC 5	20 Mn Cr 5	1230	980
36 NCD 16	36 Ni Cr Mo 16	1710	1275
51 S 7	51 Si 7	1000	830
60 SC 7	60 Si Cr 7	1130	930
Z 8 CD 17	X 4 Cr Mo S 18	HRC = 51	
Z 5 CN 18-10	X 5 Cr Ni 18-10	510	195
Z 2 CND 17-12	X 2 Cr Ni Mo 17-12	510	205
Z 6 CNT 18-11	X 6 Cr Ni Ti 18-10	490	195
Z 6 CNDT 17-12	X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12	5450	215

Tab 02 : Désignations normalisées des matériaux.(Source : NF EN 10027-1)

Conclusion :

La connaissance des outils de presse doit permettre de développer une réflexion constructive pour répondre aux problèmes qui pourraient se poser au cours d'un projet afin de permettre d'atteindre les objectifs de production.

Chapitre 3 :

**Les procédés de mise en forme
des métaux en feuilles.**

Introduction

L'objectif de la mise en forme des métaux en feuilles par déformation plastique est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût. Parmi ces procédés, nous citerons : le découpage, le poinçonnage, le pliage et l'emboutissage.

1. Définition d'une tôle : [3]

On trouve dans "le petit Robert" la définition suivante : Tôle : feuille de fer ou feuille d'acier obtenue par laminage.

Les tôles donc sont des feuilles en métal, comme sa forme de feuille n'est pas trouver à l'état naturel, on considère que la tôle est un produit semi-fini obtenue après plusieurs opérations de sidérurgie dont la mise en forme finale est réalisée par laminage.

1.1. Provenance des tôles :

Les tôles ont deux provenances :

Les lingots d'acier.

La coulée en continue (brames).

1.2. Caractéristiques mécaniques d'une tôle :

Ce qu'il faut retenir en général :

E : module de Young en Mpa.

R_e : limite élastique en Mpa.

$A\%$: l'allongement.

r : paramètre d'anisotropie.

n : coefficient d'écrouissage.

La connaissance de ces caractéristiques est importante pour la maîtrise des procédés de mise en forme des métaux en feuilles.

Le découpage constitue le procédé le moins coûteux et plus rapide pour obtenir un profil donné dans un produit plat en grande, moyenne, voir petite séries.

2. Le procédé du découpage : [4]

2.1. Définition :

C'est un procédé d'obtention des pièces par cisaillement sur un contour quelconque dont il peut être ouvert ou fermé.

2.2. Principe :

Une différence est faite sur les termes. Il consiste à détacher un profil donné d'un produit plat : une tôle, l'opération s'effectue sur une presse par l'intermédiaire d'un outil dont les parties travaillantes sont les poinçons et les matrices, l'élément de tôle détaché est appelé le flan.

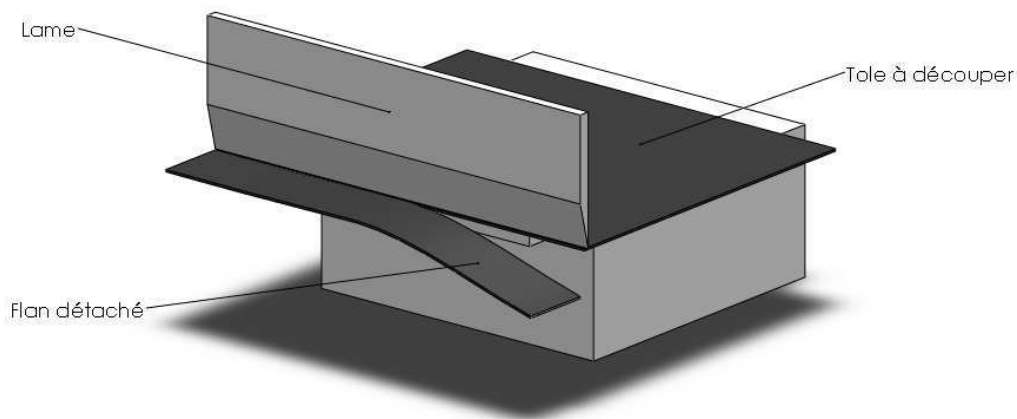


Fig 40 : Principe du découpage.

Le flan s'obtient par séparation suivant une ligne ouverte ou fermée dans une bande ou une feuille.

Après récupération de la pièce découpée, il subsiste un déchet. Le flan est rarement un produit final, il subit d'autres opérations de formage : (emboutissage, pliage, etc...), soit sur le même outil : (outil composé), soit lors de passes ultérieures.

3. Procèdes de mise en forme des métaux en feuilles :

[4]

3.1. Cisailage :

Le cisailage est une technique de découpage sans création de déchet. Il consiste à séparer un flan suivant un contour non fermé qui affecte toute la largeur de la bande.

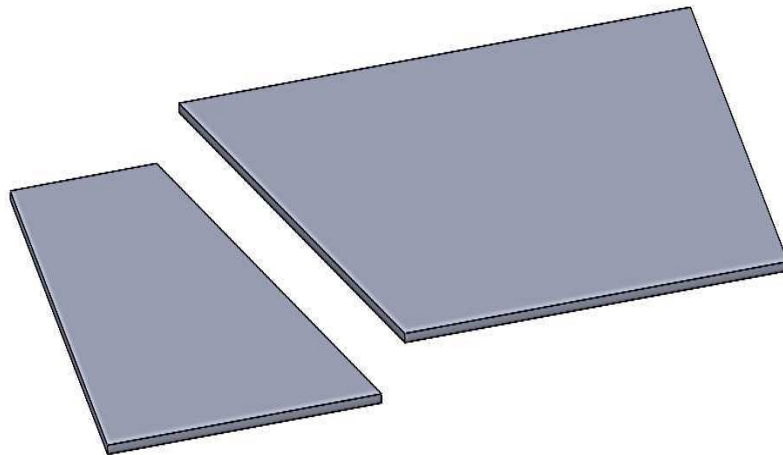


Fig 41 : Cisailage.

3.2. Encochage :

Il consiste à découper une zone partielle débouchante à l'extérieur du métal sur le bord d'un flan ou d'une bande.

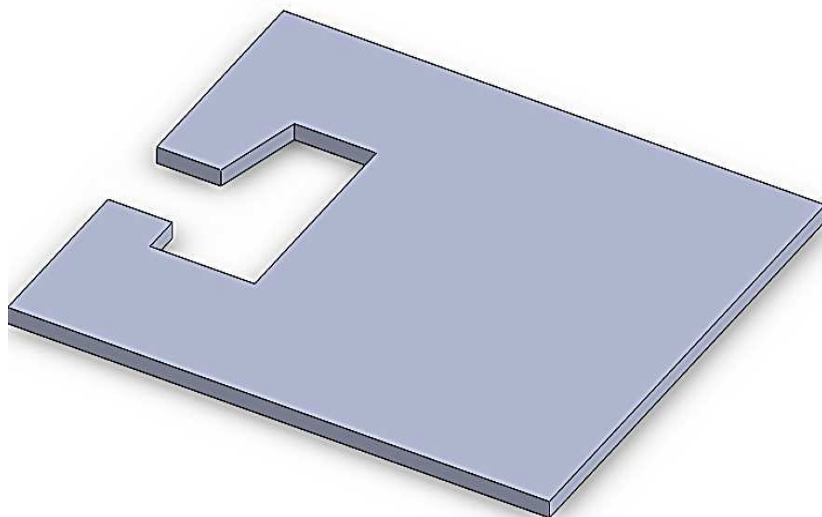


Fig 42 : Encochage.

3.3. Crevage :

C'est un découpage partiel, suivant une ligne non fermée sans enlèvement de matière. Généralement il est fait sur des tôles épaisses.

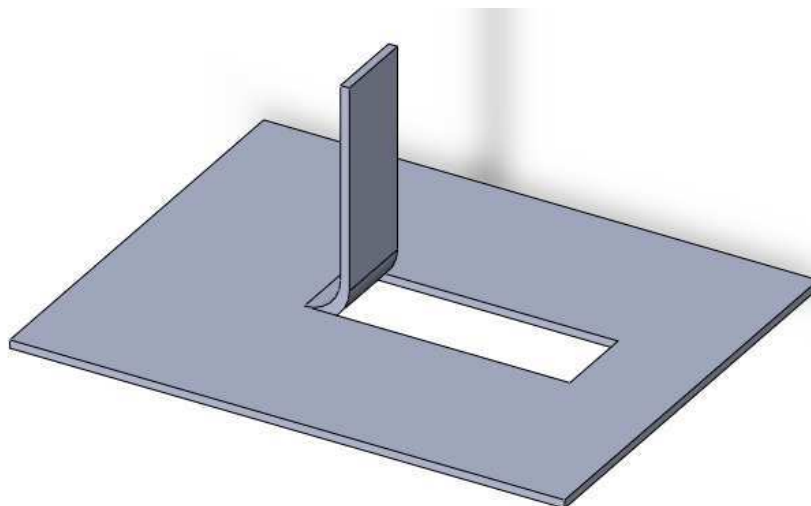


Fig 43 : Crevage.

3.4. Ajourage :

L'ajourage est une technique de découpage qui consiste à réaliser des trous de grand diamètre et des formes dans la bande ou dans un flan avant d'engager d'autres opérations de pliage ou d'emboutissage.

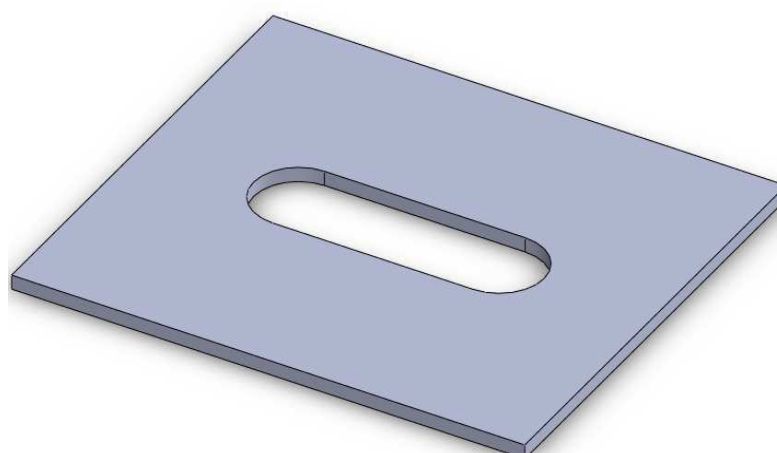


Fig 44 : Ajourage.

3.5. Détourage :

C'est une opération de découpage consistant à supprimer les surfaces excédentaires autour d'une pièce préalablement formée pour obtenir la pièce finale.

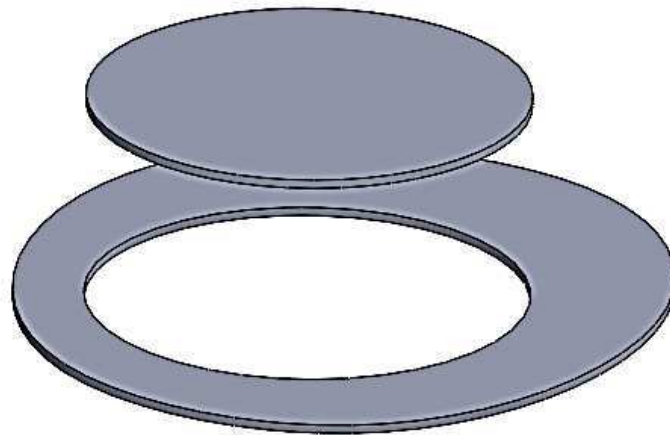


Fig 45 : Détourage.

3.6. Soyage :

Consiste à former un collet : (relevage des bords d'un trou) soit par un perçage de la tôle par un poinçon de forme pointue, soit par un profil déjà formé.

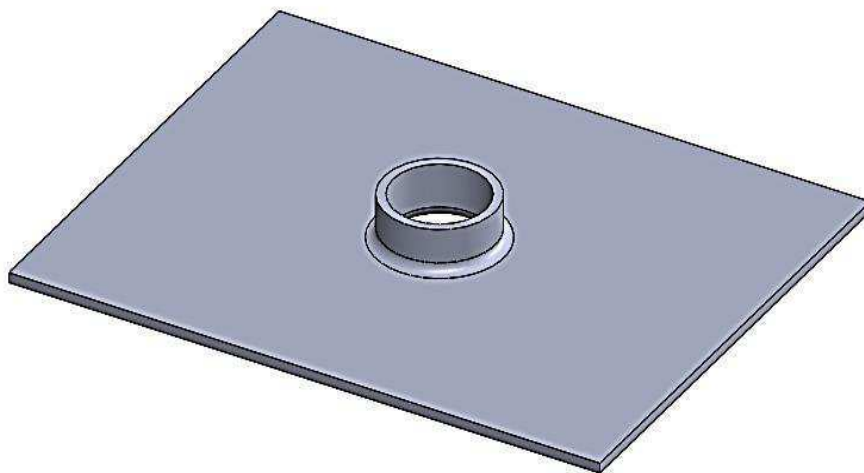


Fig 46 : Soyage.

3.7. Pliage :

C'est une opération de déformation permanente obtenue grâce à une force appliquée sur la longueur de la pièce. Celle-ci sera en appui sur deux lignes d'appuis et s'apparente à la flexion. Il faudra dépasser la limite élastique pour obtenir l'angle voulu.

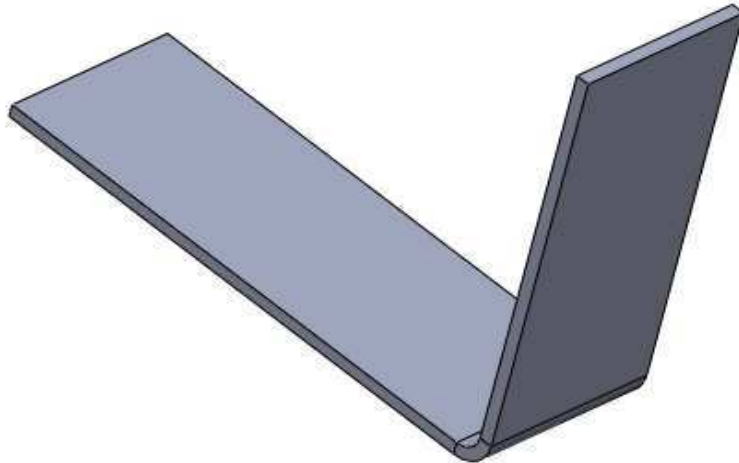


Fig 47 : Pliage.

3.8. Matage :

C'est une opération de déformation qui consiste à imprimer une forme quelconque sur un flan d'où le matériau est malléable sous l'effet d'un choc ou d'une pression élevée.



Fig 48 : Matage.

3.9. Emboutissage :

C'est une opération qui consiste à effectuer des formes avec des profondeurs telles que des creux ronds ou oblongs.

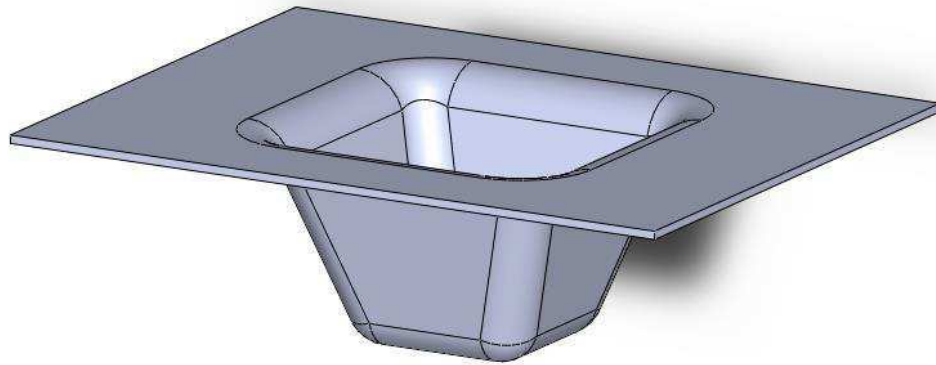


Fig 49 : Emboutissage.

3.10. Poinçonnage :

C'est une opération semblable au découpage, mais l'on conserve la partie extérieure, le déchet étant la débouchure, le terme perforation désigne plus particulièrement des opérations de poinçonnage de petits diamètres sur un flan ou en pleine tôle.

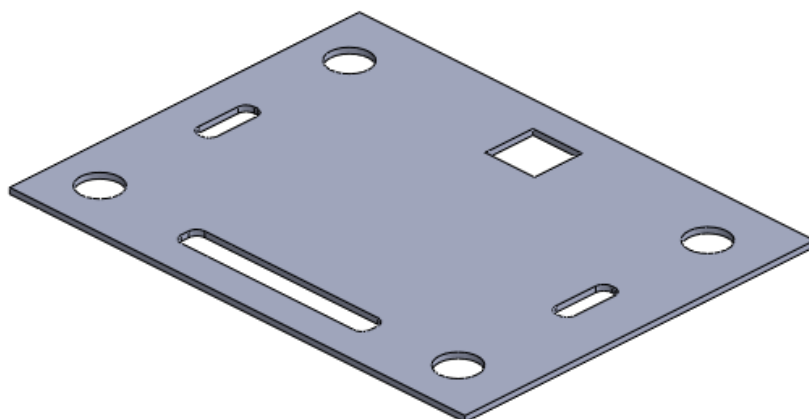


Fig 50 : Poinçonnage.

4. Phases de poinçonnage :

[5]

Comme nous venons de le présenter, le poinçonnage à la presse suit un mécanisme identique au procédé de découpage, ce qui engage un cisaillement de la tôle.

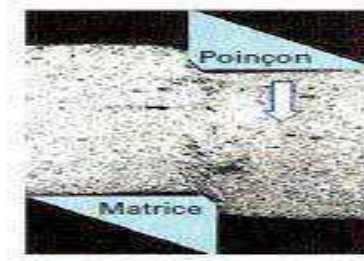


Fig 51 : Mécanisme du poinçonnage.

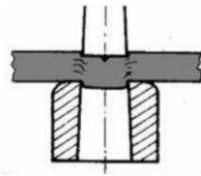
Ce cisaillement est provoqué par l'action de deux lames de découpage dont l'une agit en opposition au mouvement de l'autre.

On distingue habituellement trois phases dans l'opération de poinçonnage :

- Phase 1 : Indentation du poinçon dans la tôle :

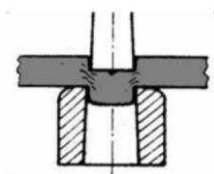
[4]

Le poinçon, qui commence à pénétrer dans la tôle d'une légère compression, crée un bombé à l'entrée du bord découpé.

Fig 52 : 1^{ère} phase.

- Phase 2 : Cisaillement plastique :

Les fibres superficielles sont découpées alors que les fibres intérieures sont en tension. Le poinçon crée une surface sur le bord découpé, parallèle au flanc du poinçon. Cette surface est d'aspect lisse.

Fig 53 : 2^{ème} phase.

- Phase 3 : Rupture :

Avant que le poinçon n'ait traversé complètement l'épaisseur de la tôle, une fissure s'initie au niveau des arêtes de coupe de l'outil, provoquée par le dépassement de la limite élastique de la tôle. Ces fissures se rejoignent rapidement pour créer la rupture.

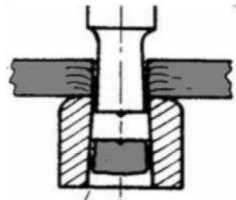


Fig 54 : 3^{ème} phase.

4.1. Effort de poinçonnage :

[1]

L'effort du poinçonnage est calculé par la relation suivante :

$$F_p = R_{pc} \times e \times p$$

Avec :

F_p : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

R_{pc} : résistance pratique à la rupture par cisaillement en daN/mm².

e : épaisseur de la tôle en mm.

p : périmètre du flan à poinçonner en mm.

4.2. Effort d'extraction :

[1]

La pénétration du poinçon dans le flan de la tôle nécessite un effort d'extraction, ce dernier est ajouté à l'effort total de poinçonnage, il est estimé entre 2% à 7% de l'effort total de découpage, il est calculé par la relation suivante :

$$F_{ext} = F_p \times 0,07$$

Avec :

F_{ext} : effort nécessaire à l'extraction des poinçons en daN.

F_p : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

4.3. Le jeu de découpage :

[4]

Le jeu de découpage est parmi les paramètres importants de l'opération, ce jeu occupe une place majeure, bien qu'il soit défini habituellement comme étant l'écart entre les arêtes de coupe du poinçon et de la matrice, mais il influe sur les bords de la pièce obtenue (bavure).

Il dépend très particulièrement des facteurs suivants :

- L'épaisseur de la tôle à travailler.
- La résistance au cisaillement de cette dernière.
- La tolérance de la pièce à obtenir.

Pour un détournage, le jeu est à prendre sur le poinçon, ce qui fait que :

$$d = d' - j$$

Pour le poinçonnage, le jeu est à prendre sur la matrice, ce qui fait que :

$$D = D' + j$$

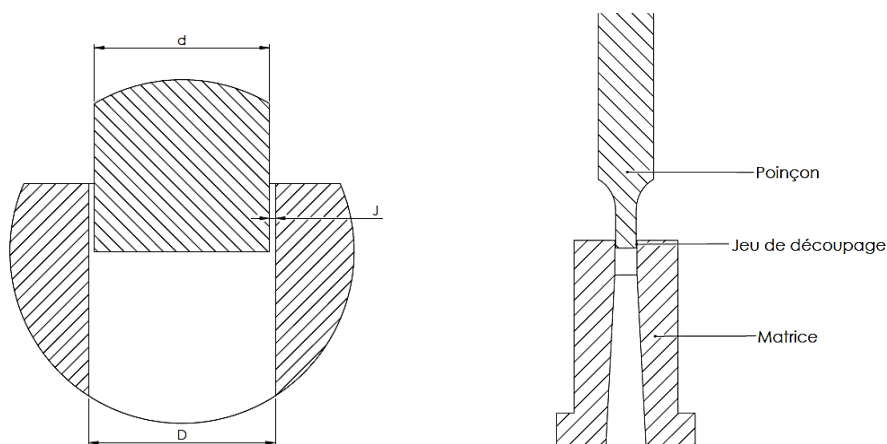


Fig 55 : Jeu de découpage.

Lors du découpage à la presse, le poinçon soumet les fibres du métal à une contrainte de traction qui atteint la résistance à la rupture de la tôle, ce qui provoque les fissures à ce niveau et l'arrachement de la partie découpée.

Le jeu varie selon la nature et l'épaisseur du matériau à découper, à savoir : [5]

- $J = 1/20$ de "e" pour laiton et acier doux.
- $J = 1/15$ de "e" pour l'acier dur.
- $J = 1/10$ de "e" pour l'aluminium.

5. Le pliage : [4]

Le pliage est une opération de mise en forme d'une tôle à froid qui consiste à déformer cette dernière de façon à-y réaliser un ou plusieurs plis permettant d'atteindre le profil voulu.

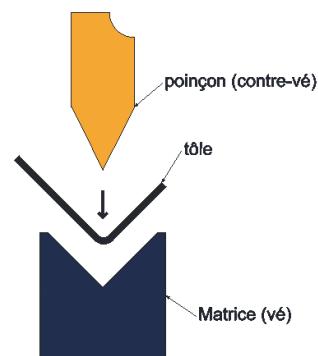


Fig 56 : Principe du pliage. [9]

Cette opération est réalisée suivant deux étapes : la conformation puis le retrait des outils. La conformation est utilisée pour atteindre des déformations irréversibles en vue de donner à la pièce les spécificités attendues.

5.1. Les modes de pliage : [3]

Suivant la géométrie des poinçons et matrices, on distingue :

5.1.1. Le pliage en l'air :

L'effort de pliage cesse quand la tôle arrive en fin de V. L'angle terminal est celui de la forme du vé + le retour élastique de la tôle est à environ (3°).

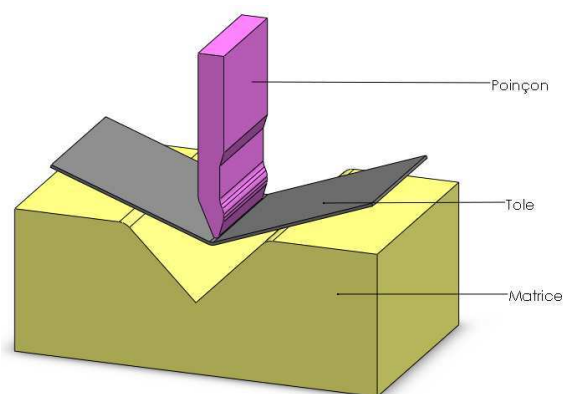


Fig 57 : Pliage en l'air.

Avec le pliage en l'air, suivant la position du poinçon en fin de course, différents angles peuvent être obtenus avec le même outillage. La tôle s'appuyant sur deux génératrices le long des bords du vé, puis est déformée par la pression exercée par le poinçon, un seul jeu d'outils poinçon-matrice permet d'exécuter des plis différents, l'angle recherché s'obtient en laissant revenir la tôle par élasticité, ce type s'applique aux tôles d'épaisseur moyenne : "2 à 10 mm", voire forte : "jusqu'à 15 mm".

5.1.2. Pliage en frappe :

Cette opération de pliage s'effectue en deux temps. Tout d'abord, un pliage en l'air est effectué jusqu'à l'angle désiré. Ensuite, le poinçon descend rapidement, va frapper et marquer la tôle jusqu'à réduire voire éliminer totalement le retour élastique. L'angle du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle à obtenir.

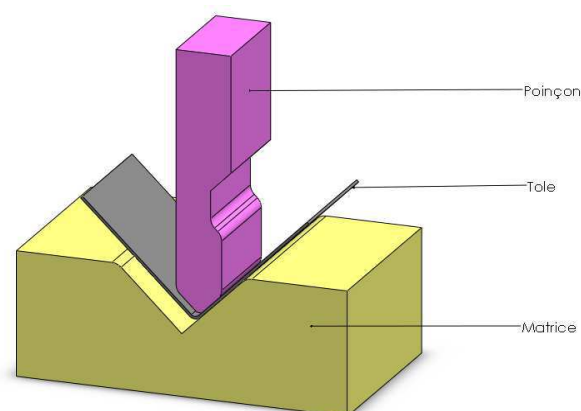


Fig 58 : Pliage en frappe.

Cette méthode est réservée à des tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm.

5.2. Les forme des plis :

[8]

5.2.1. Le pli en "V" :

Dans le cas du pliage en "V", le serre-flan est inutile. La variation de l'angle du Vé du poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle.

Selon la course imposée au poinçon, le pliage est en l'air ou en frappe, l'angle du pli peut être aigu ou obtus.

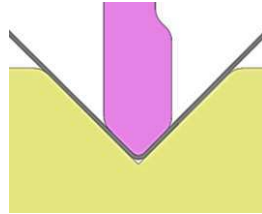


Fig 59 : Pli en "V".

5.2.2. Le pli en "U" :

Le pliage en "U" comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite donc les glissements de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrices.

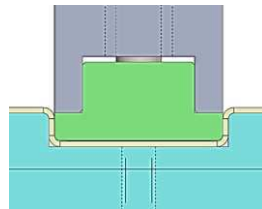


Fig 60 : Pli en "U".

5.2.3. Le pli en L :

Le pliage en L ou en tombé de bord consiste à plier un flan en porte à faux à 90° maintenu entre la matrice et le serre-flan.

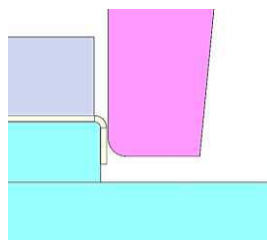


Fig 61 : Pli en "L".

5.3. Les paramètres du pliage :

[7]

5.3.1. Le rayon de pliage :

Sur une pièce cambrée on constate des déformations sur la zone pliée, les fibres intérieures sont comprimées alors que celles extérieures subissent un étirement, ce qui provoque des fissurations sur la partie extérieure du pli.



Fig 62 : Rayon de pliage.

Le rayon de pliage est défini selon la machine employée et les contraintes du dessin de la pièce. La plupart du temps, le dessin n'impose pas de rayon, c'est la machine utilisée qui définira à ce moment sa valeur, plus le rayon est petit, plus les déformations constatées sont grandes, de ce fait le cambrage sur un angle vif est à rejeter, le rayon minimal sera donc choisi assez suffisant afin d'éviter les fissurations et les déformations sur l'extérieur du pli.

L'équation donnant le rayon minimum est :

[3]

$$R_{min} = \frac{e}{\left(\frac{A\% - 4}{100 - Z}\right) \times \left(\frac{A\% - 4}{100 - Z} + 2\right)}$$

Avec :

R_{min} : rayon minimal du pli en mm.

e : épaisseur de la tôle en mm.

$A\%$: l'allongement.

Z : coefficient de striction.

Ce rayon dépend de :

[8]

- la nature du métal : (acier, aluminium, cuivre...).
- l'épaisseur à plier.
- l'état de malléabilité : (recuit, trempe, écroui).
- l'orientation des fibres linaires : (sens de laminage).

Le rayon minimum peut être choisi aussi en fonction du pourcentage d'allongement du matériau à plier tel qu'il est présenté dans le tableau suivant :

A % ≥	33 %	20%	14 %	12 %	08 %	07 %
Ri =	e	2e	3e	4e	5e	6e

Tab 03 : Rayon minimum en fonction de A%.

5.3.2. Position de la fibre neutre :

[5]

Entre les deux zones de déformations, seule la fibre neutre qui ne subit aucune modification de forme, celle-ci sera la base de calcul de la longueur développée.

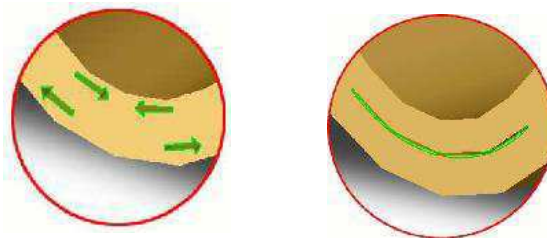


Fig 63 : Zone de déformation du pli.

En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.

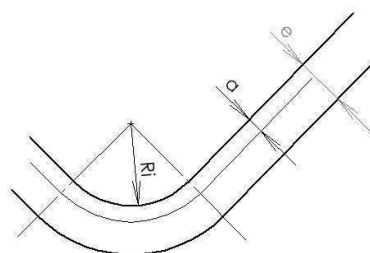


Fig 64 : Position de la fibre neutre.

Elle se situe à la distance " a " du bord intérieur du pli, suivant le rapport : Ri/e ,
" a " vari comme suit :

Ri / e	Environs : 1	Environs : 2	Environs : 3
a	$e/3$	$2e/5$	$e/2$

Tab 04 : La variation de la distance " a " suivant Ri/e .

- Exemple :

Tôle d'une épaisseur : $e = 1\text{mm}$, et un rayon de pliage : $Ri = 2\text{mm}$.

$$Ri/e = 2/1 = 2 \quad \Rightarrow \quad a = 2e/5 = 0,4\text{ mm.}$$

Rayon de la fibre neutre égale à : $Ri + a = 2,4\text{ mm}$.

5.3.3. Le jeu de pliage :

[1]

Le jeu de pliage est un paramètre essentiel pour former un pli en "L", tel qu'il est montré sur la figure suivante, c'est la distance séparant entre le poinçon de pliage et la matrice.

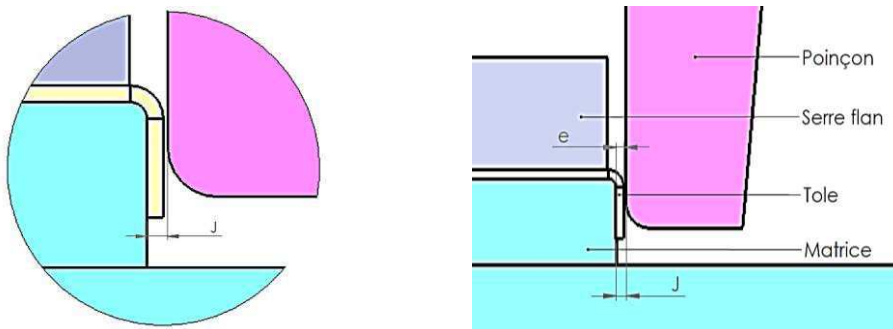


Fig 65 : Le jeu de pliage.

Le jeu de pliage donc est égal à :

$$J = e + IT \text{ max}$$

Avec :

J : jeu de pliage en mm.

e : épaisseur de la tôle en mm.

IT : tolérance maximale de la tôle.

5.3.4. Le retour élastique :

[3]

Lors du pliage d'une pièce à un angle imposé par l'outillage (angle du vé), il y a un retour élastique lors du retrait du poinçon.

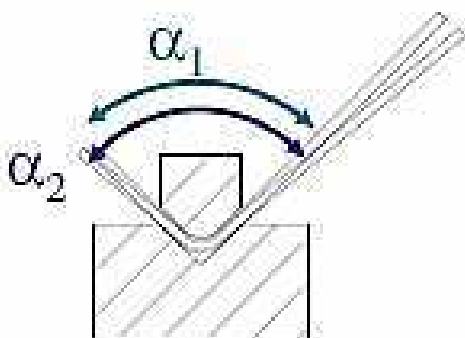


Fig 66 : Phénomène du retour élastique.

L'angle final α_2 obtenu diffère de celui imposé par l'outillage α_1 de la valeur correspondant à ce retour élastique. Plus la limite élastique de l'alliage est grande plus le retour élastique sera grand, on peut vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi du rayon de pliage et de l'épaisseur de la tôle.

NB :

Le phénomène de retour élastique est presque inexistant lors du pliage en frappe, la précision peut atteindre $\pm 0,5^\circ$, car on imprime avec force le poinçon dans la pièce pour dépasser sa limite d'élasticité.

5.3.5. Développement des pièces pliées :

[5]

Pour trouver le flan de départ. La position de la fibre neutre varie en fonction du métal à travailler d'où l'influence de la tolérance sur l'épaisseur. Dans un grand nombre de cas, elle se situe à la face intérieure du pliage.

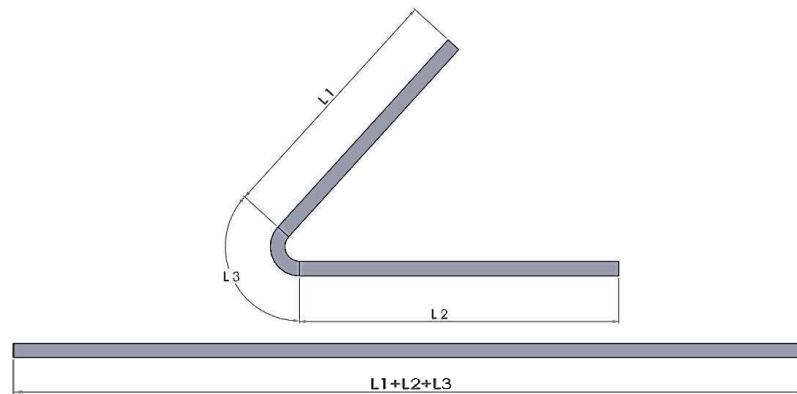


Fig 67 : Pièce développée.

Les pièces pliées sont par définition développables, il suffit donc, théoriquement de développer la fibre neutre.

La longueur développée du flan est égale à :

[5]

$$LD = \Sigma Rx + \Sigma Lx$$

Avec :

LD : longueur du flan développé.

ΣRx : somme des développements des arcs de la fibre neutre.

ΣLx : somme des longueurs non pliés.

5.3.6. Ouverture du Vé :

Il s'agira toujours de la largeur en millimètre du Vé quel que soit sa forme : (Vé à 88°, Vé à 30°), ou même une matrice rectangulaire.

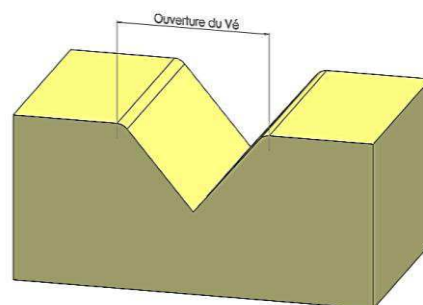


Fig 68 : Ouverture du Vé.

Le choix de l'ouverture du V é est déterminée, en général on utilisant les relations suivante :

$$Vé = 6 \text{ à } 8 \times e \quad \text{si : } e \leq 4 \text{ mm.}$$

$$Vé = 10 \text{ à } 12 \times e \quad \text{si : } e > 4 \text{ mm.}$$

5.4. Effort de pliage : [1]

En pratique, on admet que l'effort nécessaire pour former un pli est égal au dixième de l'effort nécessaire pour cisailer la section de la tôle à cet endroit, ce qui fait que :

$$F_{pl} = R_{pc} \times e \times l / 10$$

Avec :

F_{pl} : effort nécessaire au pliage en daN.

R_{pc} : résistance pratique à la rupture par cisaillement en daN/mm².

e : épaisseur de la tôle en mm.

l : longueur du pli en mm.

6. L'emboutissage : [8]

C'est une opération qui consiste à déformer une tôle plastiquement à chaud ou à froid afin d'obtenir des pièces de formes complexes non développables.

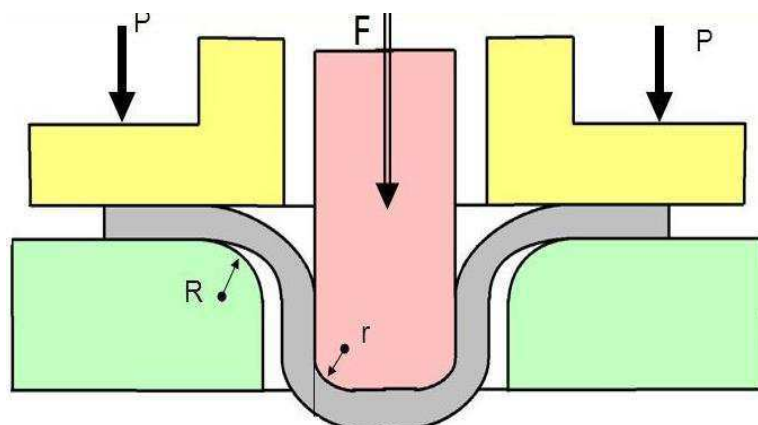


Fig 69 : Principe de l'emboutissage. [9]

L'emboutissage permet de réaliser tous types de pièces : cuves, capots, façades, carters, fonds...etc. Il peut être considéré comme économiquement avantageux, et peut même être envisagé comme alternative à d'autres technologies de production.

6.1. Phase d'emboutissage :

[9]

- **Phase 1** : poinçon et serre-flan sont relevés. La tôle, préalablement graissée, est posée sur la matrice.

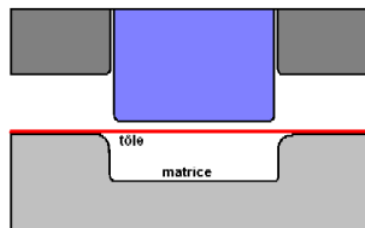


Fig 70 : 1^{ère} Phase.

- **Phase 2** : le serre-flan est descendu et vient appliquer une pression bien déterminée, afin de maintenir la tôle tout en lui permettant de glisser.

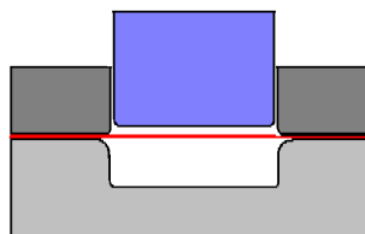


Fig 71 : 2^{ème} Phase.

- **Phase 3** : le poinçon descend et déforme la tôle de façon plastique en l'appliquant contre le fond de la matrice.

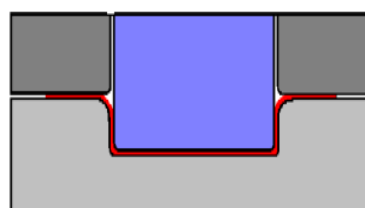
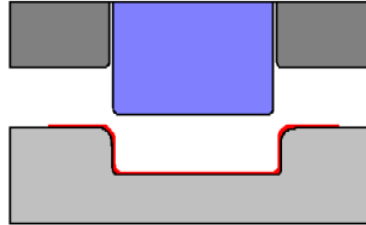


Fig 72 : 3^{ème} Phase.

- **Phase 4** : le poinçon et le serre-flan se relèvent : la pièce conserve la forme acquise (limite d'élasticité dépassée).

Fig 73 : 4^{ème} Phase.

Ensuite on peut procéder au détournage de la pièce, c'est-à-dire à l'élimination des parties devenues inutiles, essentiellement celles saisies par le serre-flan.

6.2. Effort d'emboutissage :

[3]

Trop de facteurs rentrent en jeu pour qu'il soit possible de déterminer avec exactitude l'effort à exercer sur le poinçon pour obtenir un embouti, en effet, pour qu'un embouti se forme, il faut que le fond de ce dernier résiste à la pression du poinçon, donc c'est la résistance à l'arrachement du fond, sa valeur correspond à la valeur de la résistance de la rupture par traction de la section étirée du métal.

L'effort d'emboutissage peut être calculé par la relation suivante :

$$F_{emb} = \pi \times d \times e \times R_{pc} \times k$$

Avec :

F_{emb} : effort nécessaire à l'emboutissage en daN.

d : diamètre du poinçon en mm.

e : épaisseur de la tôle en mm.

R_{pc} : résistance pratique à la rupture par cisaillement en daN/mm².

k : coefficient de réduction en fonction du rapport d/D , à savoir :

$$k = \left(\frac{d}{D} \right) = \left(\frac{P_p}{P_f} \right)$$

Avec :

D : diamètre du flan à emboutir en mm.

d : diamètre du poinçon d'emboutissage en mm.

P_p : périmètre du poinçon en mm.

P_f : périmètre du flan à emboutir en mm.

Des valeurs indicatives du coefficient k sont données par le tableau ci-dessous :

d/D	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8
k	1	0,86	0,72	0,6	0,5	0,4

Tab 05 : valeurs indicatives du coefficient k .

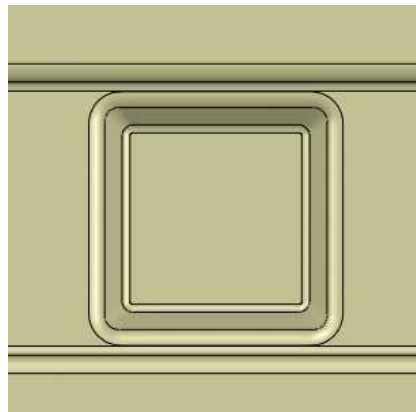


Fig 74 : Forme à emboutir de la pièce.

6.3. Effort sur le serre flan :

[9]

Lorsque l'emboutissage est fait avec un serre flan, l'effort sur ce dernier est ajouté à l'effort total de l'emboutissage, à savoir :

$$F_s = (D^2 - d^2) \times P$$

Avec :

F_s : effort sur le serre flan en daN.

d : diamètre du poinçon en mm.

D : diamètre du flan à emboutir en mm.

P : pression spécifique sur le serre flan en Mpa.

Le tableau ci-dessous nous donne les valeurs de cette pression en fonction du matériau à emboutir :

Matériau à emboutir	Pression spécifique en Mpa.
Acier doux	2,5
Acier inoxydable	2
Aluminium	1,2
Duralumin	1,6
Laiton	2

Tab 06 : Valeurs de la pression spécifique sur le serre flan. [9]

7. Le matage :

[8]

Le terme "matage" en mécanique désigne une déformation permanente localisée dans la matière sous l'effet de chocs répétés ou d'une pression élevée dépassant la limite d'élasticité de la matière.

Dans notre cas, le matage consiste à imprimer une forme sur le flan d'une tôle servant à indiquer la position de fixation des fils de masse.



Fig 75 : Forme à matir.

7.1. Type de matage :

En mécanique, on peut distinguer deux types de matage :

7.1.1. Matage accidentel : cas de matage entre les faces de contact d'une clavette et sa rainure.

7.1.2. Matage provoqué : écrasement d'un matériau malléable avec un autre matériau plus dure afin d'imprimer sa forme sur sa face par repoussage du métal.

7.2. Effort de matage : [8]

Le cas échéant, l'effort de matage peut être calculé par la relation suivante :

$$F_{mat} = R_{pc} \times S \times p$$

Avec :

F_{mat} : effort nécessaire au matage en daN.

R_{pc} : résistance pratique à la rupture par cisaillement en daN/mm².

S : aire de la section à matir en mm².

P : profondeur du matage en mm.

Conclusion :

Les procédés de mise en forme des métaux en feuilles ont pour objectif de donner une forme déterminée à la pièce.

Après avoir effectué une étude théorique générale de ces procédés, nous passons aux calculs des efforts afin d'obtenir la pièce en question, cette dernière qui fera l'objet d'un cas très particulier et qui nécessite plusieurs opérations successives et simultanés.

Chapitre 4 :

**Procédés d'obtention de la pièce
et calcul des efforts.**

Introduction :

Pour obtenir la pièce en question, il faut procéder à l'exécution des opérations suivantes :

- Découpage du flan par la préparation de la pièce aux dimensions du brut.
- Exécution des opérations de poinçonnage sur la pièce.
- Formage des plis.
- Exécution de l'emboutissage et du matage.

Pour pouvoir découper la pièce suivant les dimensions nécessaires au brut, on doit développer le flan de la pièce en question.

1. Développement du flan de la pièce :**1.1. Rayon de la fibre neutre :**

$$e = 1 \text{ mm}, \quad \text{et} \quad R_i = 1 \text{ mm}.$$

$$R_i/e = 1, \quad \rightarrow \quad \text{la fibre neutre est à : } e/3 .$$

(Voir tableau N° : 04, P : 49).

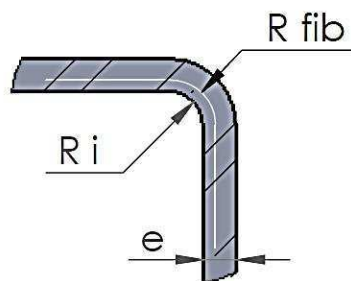


Fig 76 : Rayon de la fibre neutre.

A.N :

$$R \text{ fib} = e/3 + R_i \quad \rightarrow \quad 1/3 + 1 = 1,33 \text{ mm}.$$

1.2. Développement de l'arc de la fibre neutre :

$$R \text{ fib} = 1,33 \text{ mm}. \quad \text{angle de pli} = 90^\circ.$$

A.N:

$$\text{arc fib} = (2\pi \times R \text{ fib})/4 \quad \rightarrow \quad (2\pi \times 1,33)/4 = 2,09 \text{ mm}.$$

1.3. Calcul de la longueur du flan :

Nous avons : $Lx : A, B, C \text{ et } D$, Avec :

$A = 6 \text{ mm}, B = 36 \text{ mm}, C = 3 \text{ mm}, D = 28 \text{ mm}$. (Mesure directe par SW).

Nous avons aussi : $Rx : E = 2,09 \text{ mm}$.

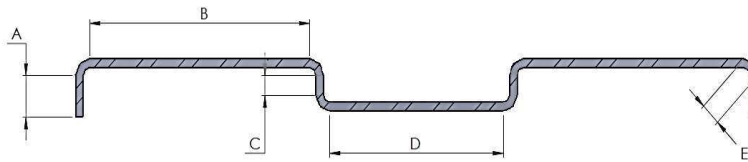


Fig 77 : Flan à développer.

$LD = \Sigma Rx + \Sigma Lx$, selon la géométrie de la pièce en question ;

$$LD = [(A + B + C) \times 2] + (E \times 6) + D$$

A.N:

$$LD = [(6 + 36 + 3) \times 2] + (2,09 \times 6) + 28 = 130,54 \text{ mm}.$$

On prend : 130 mm .

2. Jeu de découpage :

Dans notre cas, la tôle est en acier doux avec une épaisseur : $e = 1 \text{ mm}$.

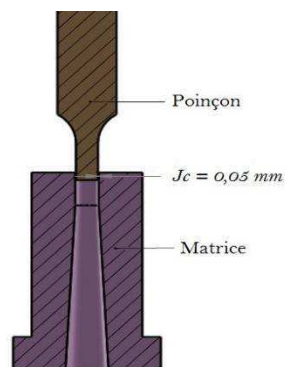


Fig 78 : Jeu de découpage.

Le jeu de découpage, $JC = 1/20$ de l'épaisseur de la tôle.

A.N :

$$JC = 1/20 = 0,05 \text{ mm}.$$

3. Calcul des efforts :

3.1. Effort de poinçonnage :

On donne la somme des périmètres à poinçonner du 1^{er} poste :

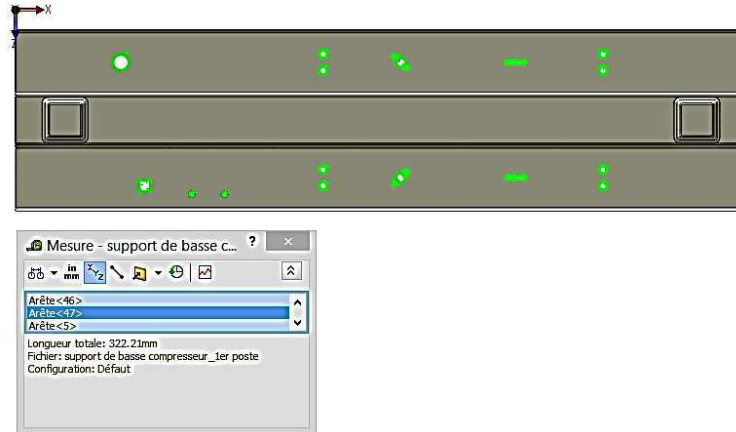


Fig 79 : Somme des périmètres du 1^{er} poste.

A l'aide de la fonction "mesure", nous avons une longueur totale de : 322,21 mm.

On donne aussi la somme des périmètres à poinçonner du 2^{eme} poste :

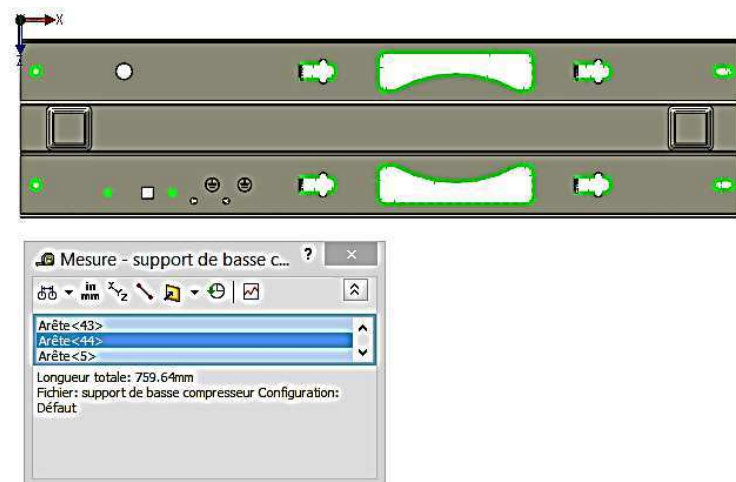


Fig 80 : Somme des périmètres du 2^{eme} poste.

A l'aide de la fonction "mesure", nous avons une longueur totale de : 759,64 mm.

$$F_p = R_{pc} \times e \times p \quad \text{Avec :} \quad R_{pc} = 38 \text{ daN/mm}^2, \quad e = 1 \text{ mm},$$

$$p_{\text{total}} = 1081,85 \text{ mm}.$$

A.N :

$$F_p = 38 \times 1 \times 1081,85 = 41\,110,3 \text{ daN}.$$

3.2. Effort d'extraction des poinçons :

$$F_{ext} = F_p \times 0,07 \text{ Avec : } F_p = 41\,110,3 \text{ daN.}$$

A.N :

$$F_{ext} = 41\,110,3 \times 0,07 = 2\,877,72 \text{ daN.}$$

NB :

L'effort total de découpage comprend seulement les efforts nécessaires à l'exécution des travaux de poinçonnage, de détournage de la chute, du soyage et de crevage.

3.3. Effort de pliage :

On donne la somme des longueurs des plis à exécuter :

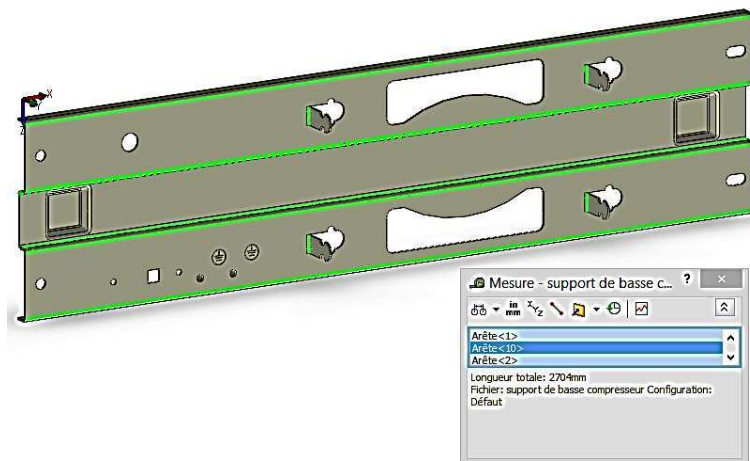


Fig 81 : Somme des longueurs des plis.

A l'aide de la fonction "mesure", nous avons une longueur totale de : 2 704 mm.

$$F_{pl} = (R_{pc} \times e \times l) / 10 \text{ Avec : } R_{pc} = 38 \text{ daN/mm}^2, e = 1 \text{ mm}, l = 2\,704 \text{ mm.}$$

A.N :

$$F_{pl} = (38 \times 1 \times 2\,704) / 10 = 10\,275,2 \text{ daN.}$$

NB :

L'effort de pliage comprend les efforts nécessaires à l'exécution des six plis et des quatre plis des crevages.

3.4. Effort de l'emboutissage :

Notre pièce contient deux emboutis ayant la forme suivante :

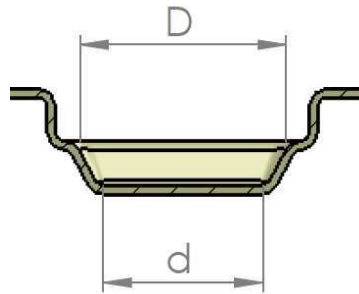


Fig 82 : Forme à emboutir.

A l'aide de la fonction "mesure", nous donnons le périmètre du flan à emboutir et celui du poinçon d'emboutissage.

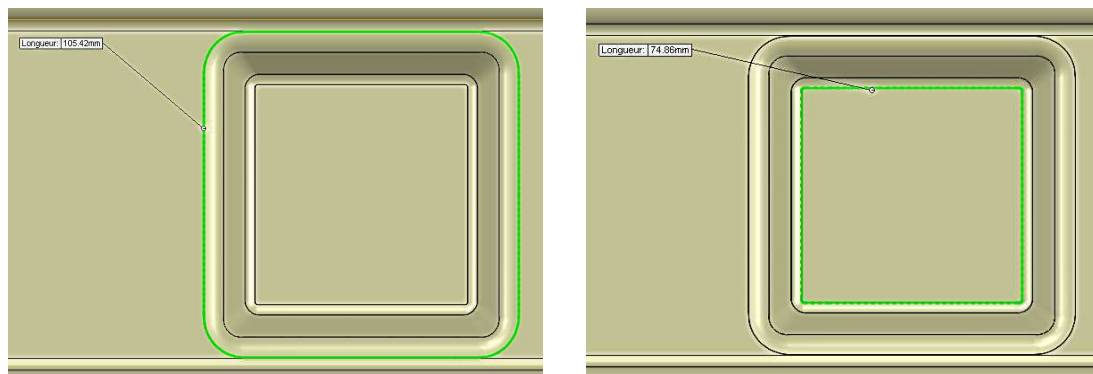


Fig 83 : Périmètre de la forme à emboutir.

$$P_f = 105,42 \text{ mm} \quad \text{et} \quad P_p = 74,86 \text{ mm} ;$$

Ce qui fait que : $k = 0,6$;

(Voir tableau N° : 05, P : 55).

$$F_{emb} = P_p \times e \times R_{pc} \times k \quad \text{Avec :}$$

$$R_{pc} = 38 \text{ daN/mm}^2, \quad e = 1 \text{ mm}, \quad P_p = 80,21 \text{ mm} .$$

A.N :

$$F_{emb} = 2 \times (74,86 \times 1 \times 38 \times 0,6) = 3\,413,61 \text{ daN} .$$

3.5. Effort sur le serre flan :

$$F_s = (P_f^2 - P_p^2) \times P \quad \text{Avec : } P = 2,5 \text{ Mpa.} \quad (\text{Voir tableau N}^\circ : 06, P : 56).$$

A.N :

$$F_s = (105,42^2 - 74,86^2) \times 0,25 = 1\,377,33 \text{ daN}$$

3.6. Effort de matage :

A l'aide de la fonction "mesure", l'aire totale de la section à matir est de : $8,05 \text{ mm}^2$.

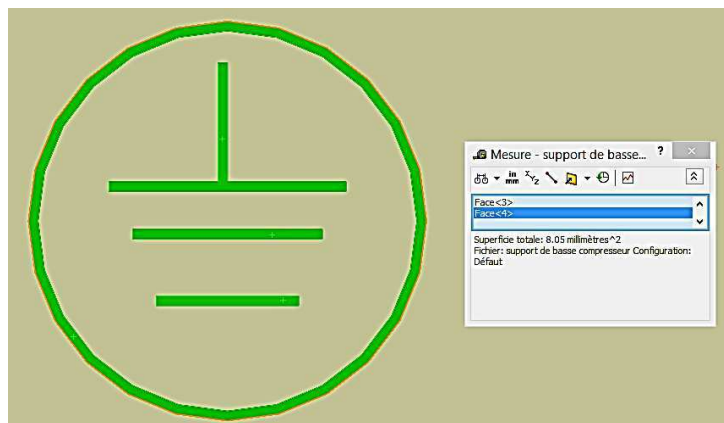


Fig 84 : Forme à matir.

Notre pièce contient deux formes à matir :

$$F_{mat} = R_{pc} \times S \times p \quad \text{Avec : } R_{pc} = 38 \text{ daN/mm}^2, s = 8,05 \text{ mm}^2,$$

$$p = 0,2 \text{ mm}$$

A.N :

$$F_{mat} = 2 \times (38 \times 8,05 \times 0,2) = 122,36 \text{ daN.}$$

4. Effort total nécessaire à l'obtention de la pièce :

L'effort total nécessaire à l'obtention de la pièce, noté par F_t ; égal à la somme de tous les efforts nécessaires à l'exécution des travaux comprenant la pièce en question, tels qu'ils sont notés dans les formules :

$$F_t = F_p + F_{ext} + F_{pl} + F_{emb} + F_s + F_{mat}$$

Avec :

$$F_p = 41\,110,3 \text{ daN}; \quad F_{ext} = 2\,877,72 \text{ daN}; \quad F_{pl} = 10\,275,2 \text{ daN};$$

$$F_{emb} = 3\,413,61 \text{ daN}; \quad F_s = 1\,377,33 \text{ daN}; \quad F_{mat} = 122,36 \text{ daN}.$$

A.N:

$$F_t = 41\,110,3 + 2\,877,72 + 10\,275,2 + 3\,413,61 + 1\,377,33 + 122,36$$

$$= 59\,176,52 \text{ daN}.$$

Notons que : $1 \text{ daN} = 1,02 \times 10^{-3} \text{ Tf}$ Ce qui nous donne : $F_t = 60,36 \text{ Tf}$.

5. Effort à fournir par la presse :

Les dimensions de l'outil et son poids ainsi que l'importance de l'effort total nécessaire à l'obtention de la pièce nous conduisent à choisir une presse qui nous fournira un effort plus important que le nécessaire ; notons : [1]

$$F_{ps} > F_t$$

Avec :

F_{ps} : effort à fournir par la presse.

F_t : efforts total nécessaires à l'obtention de la pièce.

Ceci nous mène à opter pour une presse hydraulique ayant une capacité fournie de 100 Tonnes-Force, avec les caractéristique suivants :

Capacité	100 Tf
Course du coulisseau	250 mm
Dimensions du coulisseau	1800 mm × 1200 mm
Coups par minute	80
Hauteur de l'outil	350 mm
Superficie de la table	1800 mm 1200 mm
Puissance du moteur	15 Kw

Tab 07 : Caractéristiques de la presse. [2]

6. Longueur admissible au flambement des poinçons : [3]

Le flambement est une déformation due à la sollicitation du corps à deux charges extérieures d'intensités égales dans le sens de la fibre moyenne.

On dit aussi que le flambement est une combinaison d'une flexion et d'une compression, il se produit généralement lorsque la longueur est très grande par rapport à la section de base du poinçon, donc le flambement est un phénomène d'instabilité de forme.

La formule de "EULER BERNOULI" nous montre : [4]

$$Fp = \pi^2 \times \frac{E \times I}{L}$$

Ce qui implique :

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{E \times I}{Fp}}$$

Avec :

Fp : effort nécessaire au poinçonnage en daN.

I : moment d'inertie de la section de base du poinçon mm^4 .

L : longueur admissible libre du poinçon en mm.

E : module d'élasticité du matériau en daN/mm^2 .

(20 000 daN/mm^2 pour les aciers et de 8000 à 12000 daN/mm^2 pour les fontes).

A.N :

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{E \times I}{Fp}} ; \quad \text{Notons que : } I = \frac{\pi \times D^4}{64} ; \quad \text{Avec :}$$

$$D = 3 \text{ mm}, \quad E = 20\,000 \text{ daN/mm}^2, \quad Fp = 357,96 \text{ daN}.$$

$$L \leq \pi \times \sqrt{\frac{20\,000 \times 3,97}{357,96}} = 46,76 \text{ mm}.$$

La condition est vérifiée ce qui fait que notre conception est bonne.

7. Calcul des barycentres :

[4]

Le barycentre est une méthode de calcul qui permet de connaître le centre de gravité entre plusieurs points. Cette méthode scientifique est largement utilisée en logistique pour calculer la localisation idéale dans un repère orthonormé d'un entrepôt logistique ou d'un centre de distribution.

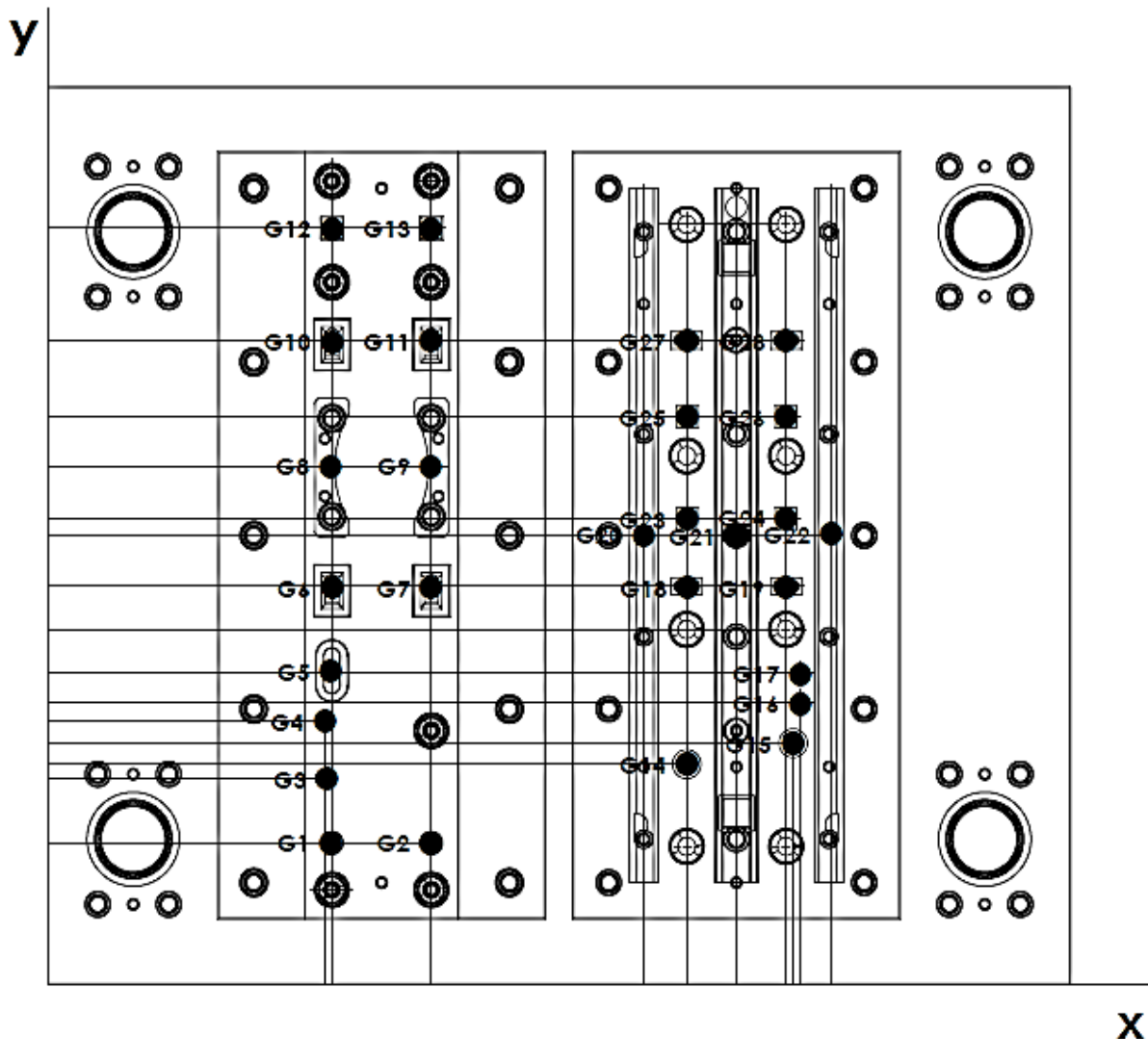


Fig 85 : Positions des centres de gravité.

Dans notre cas, et pour que la presse travaille d'une façon plus favorable, on doit positionner l'outil sur la table de façon à ce que la résultante de tous les efforts sollicités pendant le travail : (centre d'inertie) passe par l'axe vertical du coulisseau de la presse.

Le tableau suivant résume les coordonnées des centres d'inertie des poinçons, respectivement : $G1$; $G2$; $G3$; $G28$, ainsi que les efforts agissants en ligne de coupe.

G_i	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
$x_i(mm)$	200	270	195	195	200	200	270
$y_i(mm)$	97,5	97,5	142	182	215	275	275
$f_i(daN)$	716,3	716,3	381,9	381,9	61,81	1599,92	1599,92
G_i	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
$x_i(mm)$	200	270	200	270	200	270	450
$y_i(mm)$	357	357	445	445	522,5	522,5	152
$f_i(daN)$	8992,9	8992,9	1599,92	1599,92	1172,3	1172,3	1193,96
G_i	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21
$x_i(mm)$	525	530	530	450	520	420	485
$y_i(mm)$	166,5	195	215	275	275	310	310
$f_i(daN)$	1064	357,96	357,96	1193,96	1193,96	1712,53	10263,7
G_i	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28
$x_i(mm)$	552	450	520	450	520	450	520
$y_i(mm)$	310	322	322	392	392	445	445
$f_i(daN)$	1712,53	1183,32	1183,32	1064	1064	1193,96	1193,96
$x = \frac{\sum_i^n x_i \cdot F_i}{\sum_i^n F_i}$				$y = \frac{\sum_i^n y_i \cdot F_i}{\sum_i^n F_i}$			

Tab 08 : Cordonnées des centres d'inertie des poinçons.

A.N:

$$\sum_{i=1}^{28} x_i \cdot F_i = 19\,393\,528,26 \text{ daN.mm.}$$

$$\sum_{i=1}^{28} y_i \cdot F_i = 18\,291\,038,15 \text{ daN.mm}$$

$$\sum_{i=1}^{28} F_i = 54\,921,45 \text{ daN.}$$

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{28} x_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^{28} F_i} = 353,11 \text{ mm.}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^{28} y_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^{28} F_i} = 333,04 \text{ mm.}$$

8. Calcul de nombre de ressort : [5]

Le choix du ressort et de ses caractéristiques est basé le plus souvent sur l'encombrement de l'outil, des dimensions du ressort et de la charge que peut nous fournir, cette dernière doit être supérieure à la somme des efforts de dévêtissement, nous pouvons déduire que :

$$n = \frac{F_{dev}}{F_{ret}}$$

A savoir que :

$$F_{ret} = k \times x$$

Avec :

n : nombre de ressort.

F dev : effort total de dévêtissement en daN.

F ret : charge fournie d'un seul ressort en daN.

k : raideur du ressort en N.mm.

x : course de déplacement en mm.

A.N :

$$F_{dev} = F_{ext} + F_s = 2\,877,72 + 1\,377,33 = 4\,255,05 \text{ daN};$$

$$F_{ret} = 24,4 \times 12 = 292,8 \text{ daN}.$$

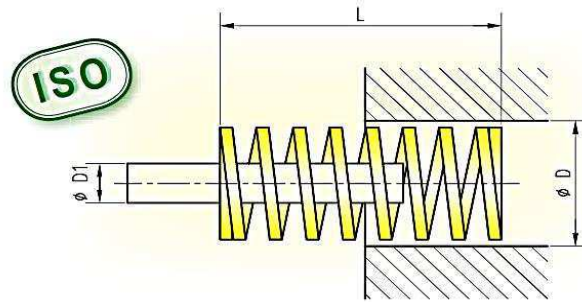
$$n = \frac{4\,255,05}{292,8} = 14,53.$$

Pour bien répartir l'effort sur l'intégralité de la surface du flan, on prend 15 ressorts.

9. Spécifications des éléments standards : [10]

Prenons compte de la géométrie de l'outil et de son encombrement ; nous choisissons les éléments standards suivants :

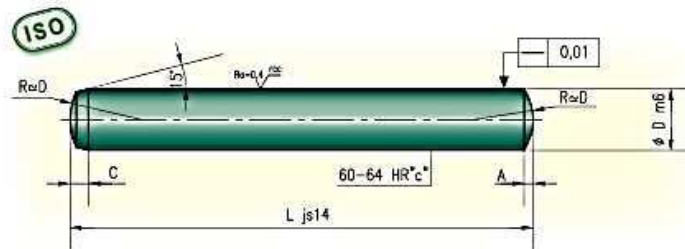
9.1. Ressort à charge extra forte (ISO 10243.Ref: 538) :



K	A 17 %		B 25 %		C Approximatif		D1	D	L
	N/mm	N	mm	N	mm	N			
374	2037	5,4	2995	8	4118	11	12,5	25	32
346	2235	6,5	3287	9,5	4498	13			38
244	1825	7,5	2684	11	3904	16			44
208	1799	8,7	2646	12,8	3735	18			51
161	1752	10,9	2576	16	3703	23			64
131	1690	12,9	2485	19	3401	26			76
111	1672	15,1	2459	22,3	3426	31			89
96,3	1670	17,3	2456	25,5	3467	36			102
85,7	1675	19,6	2464	28,8	3514	41			115
76,3	1647	21,6	2423	31,8	3586	47			127
63,5	1641	25,8	2413	38	3429	54			152
53,9	1631	30,3	2399	44,5	3396	63			178
47	1622	34,5	2385	50,8	3384	72			203
30,9	1602	51,9	2356	76,3	3492	113			305

Tab 09 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles du ressort. [10]

9.2. Goupille cylindrique (ISO.8734-NF EN 28734.Ref 501) :

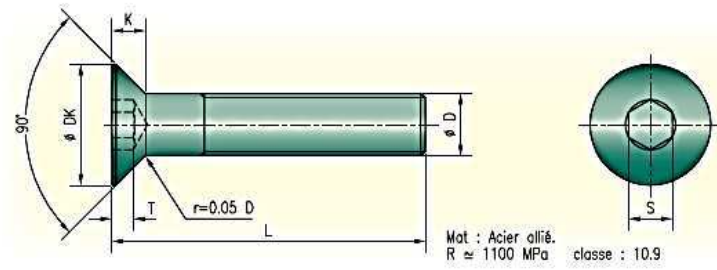


REF. 501 D=8 L=60 mm 501-8-60 Fabrications spéciales sur demande
Special manufacture on request
Spezialherstellung auf Anfrage

A	0,12	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,63	0,8	1	1	1,2	1,2	1,6	2	2	2	2,5		
C	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,7	2,1	2,1	2,6	2,7	3	3,2	3,8	4	4,6	5	6	
D	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	
L	4																		
	5																		
	6																		
	8																		
	10																		
	12																		
	14																		
	16																		
	18																		
	20																		
	24																		
	28																		
	30																		
	32																		
	36																		
	40																		

Tab 10 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la goupille. [10]

9.3. Vis à tête fraisée à six pans creux (ISO.8734-NF EN 28734.Ref 501) :

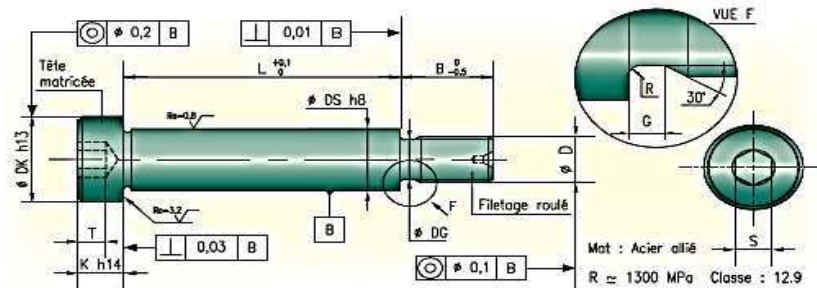


REF. 530 D=M4 L=25 530-4-25 Fabrications spéciales sur demande
Special manufacture on request
Spezialherstellung auf Anfrage

T	1,3	2	2,4	2,8	3,9	4,8	5	5,3	5,8	6,5
K	1,7	2,3	2,8	3,3	4,4	5,5	6,5	7	7,5	8,5
DK	8	8	10	12	18	20	24	27	30	36
S	2	2,5	3	4	5	6	8	10	10	12
Pas iso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
L	8									
	10									
	12									
	16									
	20									
	25									
	30									
	35									

Tab 11 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis FS. [10]

9.4. Vis CHC épaulée à six pans creux (NFE 27191.Ref 1021):

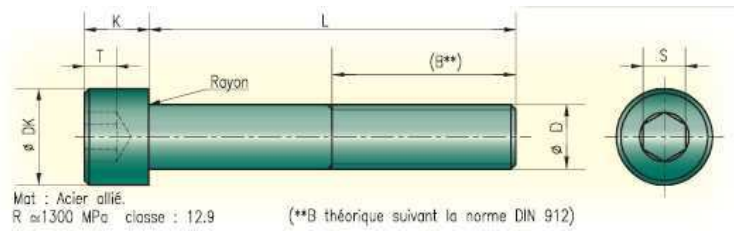


REF. 1021 D=M8 L=63 mm 1021-8-63 Fabrications spéciales sur demande
Special manufacture on request
Spezialherstellung auf Anfrage

Pas ISO	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3
DK	6	7	9	11	14	18	22	28	36	45
DS	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32
K	2,5	3,5	4	5	6	8	10	12	16	20
B	6	7	8	10	12	16	20	25	32	40
S	2	2,5	3	4	5	6	8	10	14	17
T	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	11	12
DG	2,3	3	3,9	4,6	6,3	7,9	9,6	13,2	16,5	19,8
G	0,8	1	1,2	1,5	1,9	2,2	2,6	3	3,7	4,5
R	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1	1,2	1,5
Cs en m.N	1,5	3,4	6,9	12,8	29,9	59,8	108	264,6	507,5	1000
D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
L	6									
	8									
	10									
	12									
	14									
	16									
	20									
	25									
	30									
	32									
	40									
	50									
	60									
	63									
	70									
	80									
	90									
	100									

Tab 12 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis épaulée. [10]

9.5. Vis CHC à six pans creux (NFE 25125-DIN 912.Ref 527):



B**	(18)	(20)	(22)	(24)	(28)	(32)	(36)	(40)	(44)	(48)	(52)	(60)	95	95
T	1,3	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13,5	15,5
K	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	27	30
DK	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	36	40	45
S	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14	17	19	19	22
Pas iso	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3	3,5
D	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27	M30
L	6													
	8													
	10													
	12													
	14													
	16													
	18													
	20													
	22													
	25													
	30													
	35													
	40													
	45													
	50													
	55													
	60													

Tab 13 : Caractéristiques techniques et dimensionnelles de la vis CHC. [10]

10. Description de l'outil conçu :

Notre conception est aboutie aux caractéristiques géométriques et dimensionnelles suivantes, ainsi sera le nombre d'éléments standards et fabriqués :

- Dénomination : Outil à deux postes parallèles.
- Destiné pour : Support de base compresseur du réfrigérateur ENIEM BC50.
- Encombrement : 790 mm x 620 mm x 258 mm.
- Poids estimé à : 122,7 Kg.
- Course du travail : 35 mm + 12 mm.
- Nombre d'éléments standards : 171.
- Nombre d'éléments fabriqués : 80.
- Nombre total d'éléments : 251.

La figure suivante nous montre la partie supérieure de l'outil conçu.

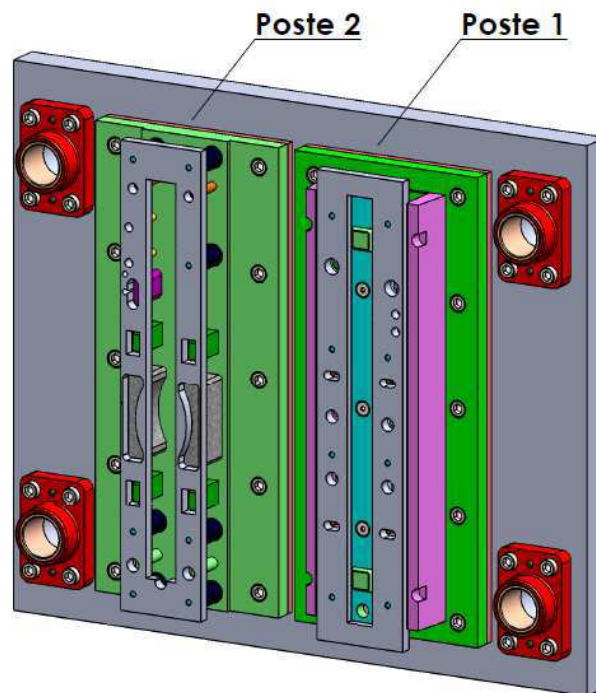


Fig 86 : Partie supérieure de l'outil.

La figure suivante nous montre la partie inférieure de l'outil conçu.

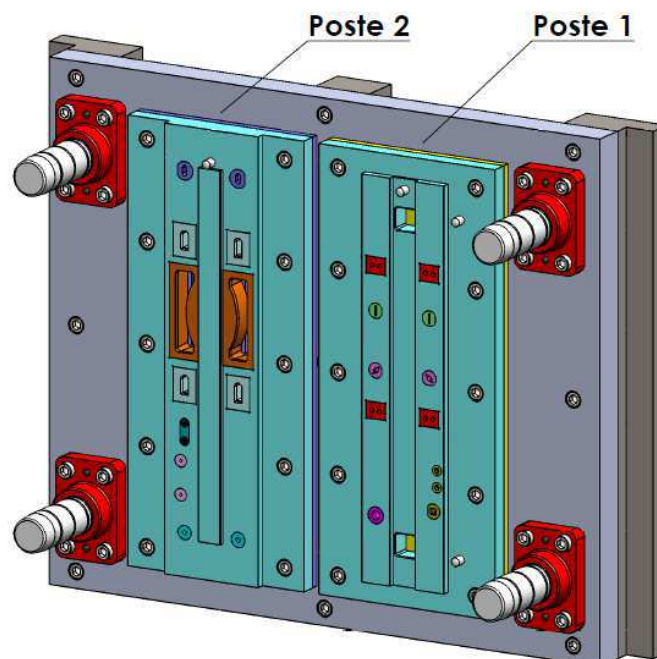


Fig 87 : Partie inférieure de l'outil.

La superposition de ces deux parties nous forme l'outil conçu, représenté par la figure ci-dessous :

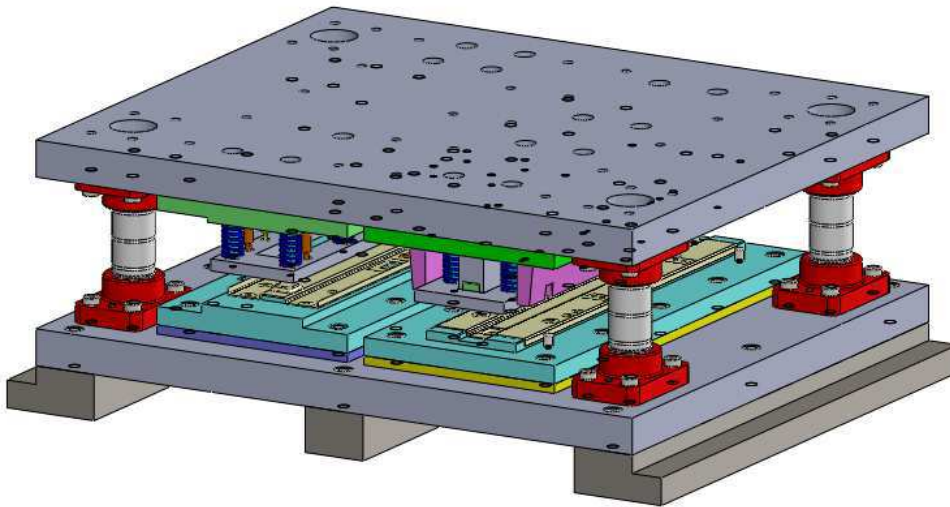


Fig 88 : Outil à deux postes parallèles.

Conclusion :

Après avoir choisi les presses en fonction des efforts pour réaliser les différentes opérations de pliage, poinçonnage, détournage et emboutissage, on a calculé les barycentres des poinçons pour éviter leurs fléchissements.

Suite à l'aboutissement de ce travail, une étude économique doit être réalisée qu'après l'analyse du processus de fabrication de l'outil, ceci dépend du bureau des méthodes, afin d'estimer la valeur du prix de revient de la pièce et de l'outil.

Sachant que parfois le prix de revient de l'outil dépasse de loin le prix de la presse elle-même, ceci est jugé tout à fait acceptable pour être rentable et compétitif et d'amortir les frais de cette pièce importée de la république populaire de Chine auparavant.

Conclusion Générale.

Conclusion générale :

Après une introduction générale et la présentation de l'entreprise et de la pièce à produire, le premier chapitre de ce mémoire a abordé la classification des presses et leurs différents équipements utilisés dans l'industrie des pièces mécanique. Le second chapitre a traité les différents types d'outils de presses selon leurs natures et travaux effectués à leurs aides, ainsi que les divers paramètres qui agissent sur les parties actives du poinçon et de la matrice et qui causent leurs usures. Le troisième chapitre dans lequel sont évoqués les différents procédés de mise en forme des métaux en feuilles et les phénomènes non visible qui se produisent dans le matériau lui-même. L'étude du procédé d'obtention de la pièce et les calculs des efforts ont fait l'objet du quatrième chapitre, le choix de la presse dépend de l'effort total calculé, et on clôture ce chapitre par une vérification de la longueur admissible au flambement des poinçons et un calcul des barycentres de l'outil.

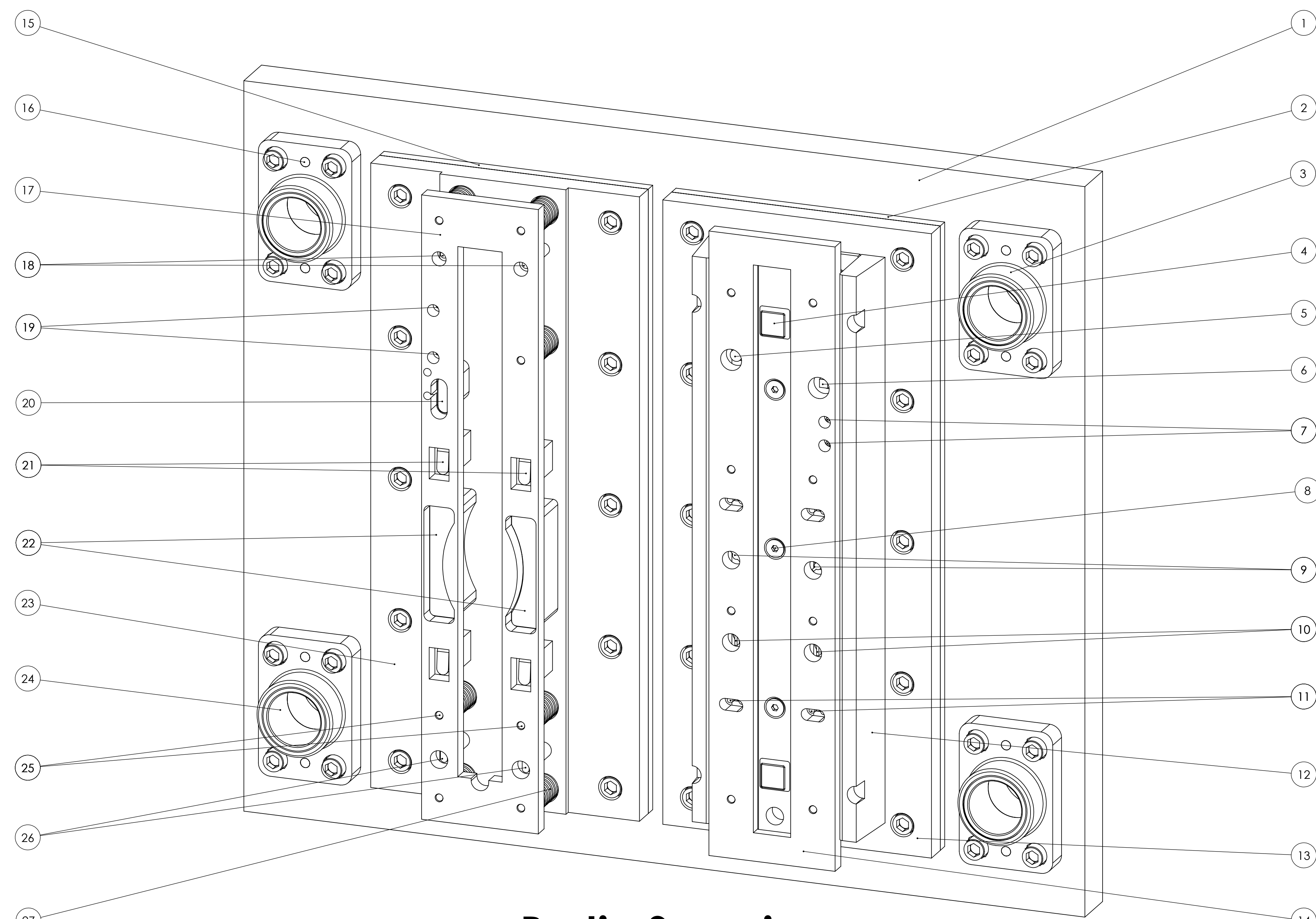
Après cette étude, nous sommes passés à la conception de l'outil qui va servir à la réalisation du support de base compresseur du réfrigérateur E.N.I.E.M BC50, cette dernière est réalisée en utilisant le logiciel de conception assisté par ordinateur "*SolidWorks 2014*" ; qui nous a permis d'aboutir aux caractéristiques dimensionnelles et géométriques des différents composants de cet outil.

Ce travail est le fait d'un choix d'une solution parmi tant d'autres, avec ses avantages et ses inconvénients, il est fait d'une manière à faciliter la réalisation du produit et diminuer son prix de revient. Malgré nos efforts pour mener à bien cette étude, nous ne prétendons jamais que ce travail est parfait ; par conséquent ; il sera ouvert aux critiques et aux propositions allant dans le sens de son éventuelle amélioration. Notons que pour l'élaboration de ce projet, nous avons pris en considération les moyens techniques, technologiques et pédagogiques existants au sein de l'entreprise et à l'université et nous étions très enchantés de l'aide qui nous a été apportée par son personnel.

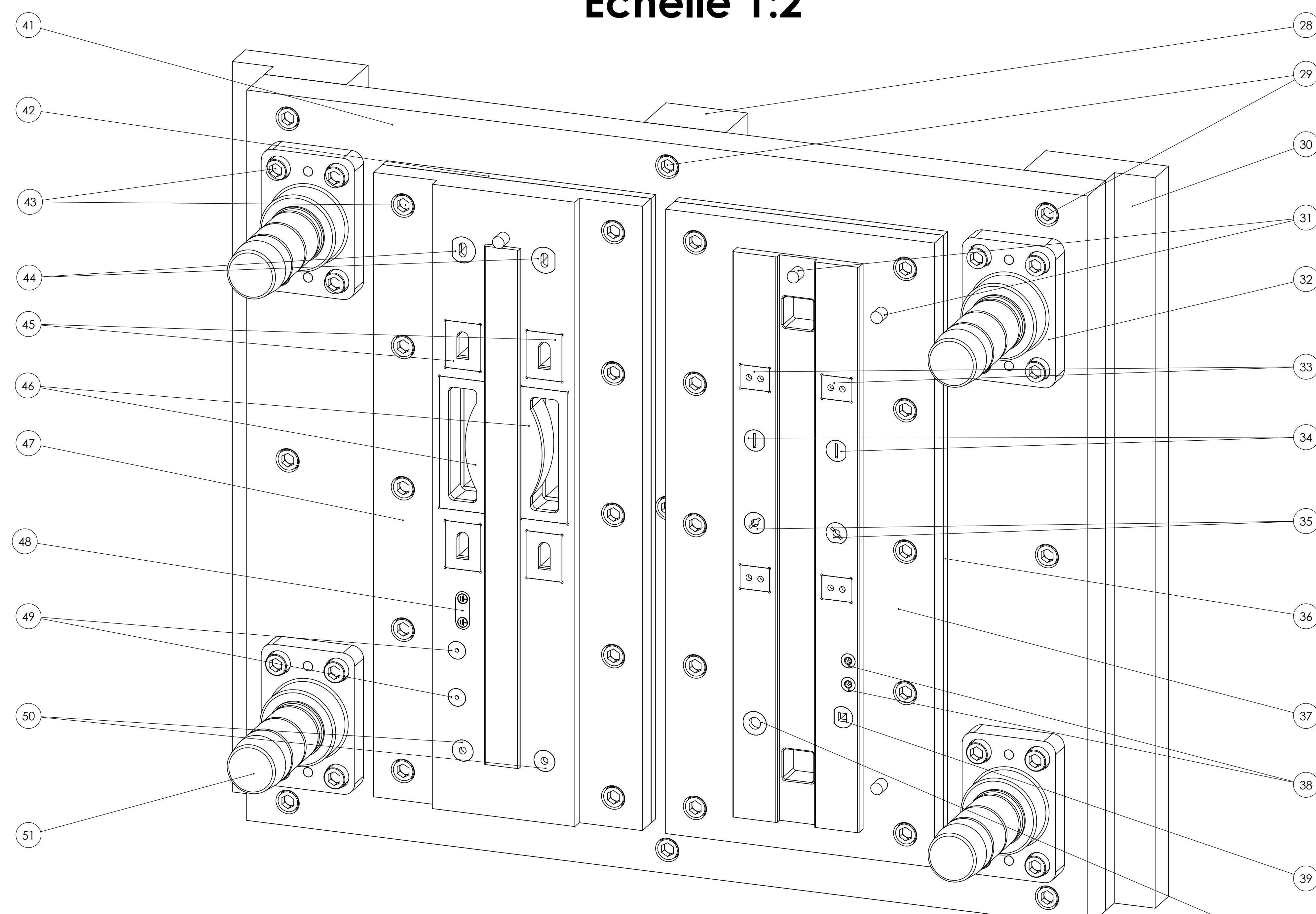
Enfin, et en prenant compte que cet outil est en cours de réalisation, nous pouvons alors dire que grâce à ce travail, les supports de base compresseur des réfrigérateurs E.N.I.E.M BC50 seront désormais fabriqués en Algérie.

Références Bibliographiques :

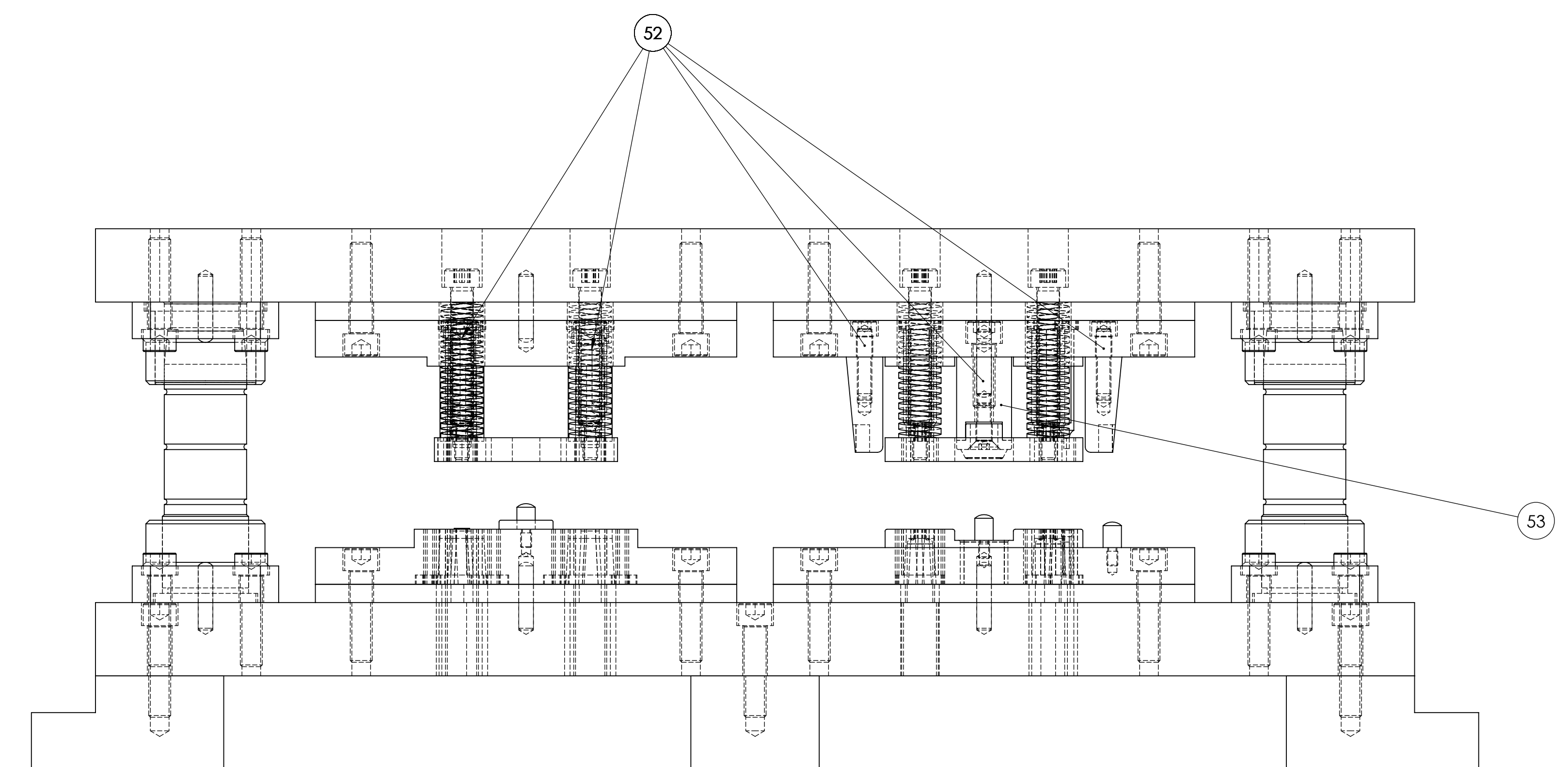
- [1]. M.ABARSİ ; M.MEZIANE ; R.ALLIK, *Mémoire de fin d'études de D.E.U.A ; "Étude et conception d'un outil pour le renfort de la charnière du châssis d'un congélateur horizontal PM350L"* ; Promotion 1998 ; N° cote : 119 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [2]. ENIEM Tizi-Ouzou ; "Base de documentation E.N.I.E.M" ; Z.I ; AISSAT Idir ; Oued Aissi ; Tizi-Ouzou ; Algerie ; Tél : +213.26.41.32.14 ; Fax : +213.26.20.04.24.
- [3]. BELAICHE Arezki ; AKILI Mourad, *Mémoire de fin d'études d'ingénieur ; "Etude et conception d'une porte métallique inférieure d'un réfrigérateur ENIEM 300D"* ; Promotion 2010 ; N°cote : 231 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [4]. M.ZERROUKI ; H.SIKADIR ; *Mémoire de fin d'études de D.E.U.A ; "Etude et conception de deux outils pour la réalisation de la charnière supérieure du réfrigérateur GM"* ; Promotion 2004 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [5]. M.HADDADOU ; M.AICHOUNE ; *Mémoire de fin d'études de MASTER en génie mécanique ; "Etude et conception de deux outils de découpage-poinçonnage et pliage pour clapet air-bruleur "* ; Promotion 2013 ; Bibliothèque de génie mécanique ; UMM TO.
- [6]. <http://www.machine-outil.com/fraiseuses/>
- [7]. D.SPENLÉ ; R.GOURHANT ; *"Guide du calcul en mécanique ; maîtriser la performance des systèmes industriels"* ; édition : 2003-2004 ; Hachette technique ; Paris ; ISBN : 2-01-16-8835-3.
- [8]. Louis LAMONTAGNE ; *Mémoire de maîtrise en génie mécanique "Étude sur l'application de l'hydroformage"* ; Promotion 2010 Bibliothèque de l'institut "ParisTech" des Sciences et Technologies ; Paris ; FRANCE ; ; <https://pastel.archives-ouvertes.fr/>
- [9]. https://www.rocdacier.com/cours_emboutissage/
- [10]. Rabourdin Industrie Groupe ; *"Composants standard pour moules et outillages"* ; Parc Gustave Eiffel ; 04 avenue Gutenberg ; BP50 ; Bussy-Saint-Georges ; 77607 ; Marne-la-vallée ; Cedex 3 ; France ; e-mail : industrie@rabourdin.fr
- [11]. André CHEVALIER ; *"Guide du dessinateur industriel "* ; HACHETTE technique ; édition 2004 ; www.hachette-education.com ; ISBN : 97 8201 01 25942.



**Partie Superieure
Echelle 1:2**



**Partie inferieure
Echelle 1:2**



Dénomination : Outil a deux poste prallèles.

**Déstiné pour : Support de base compresseur
ENIEM BC50.**

Encombrement : 790 x 620 x 258.

Poids estimé à : 122,7 Kg.

Course du travail : 35 + 12.

Nombre d'elements standards : 171.

Nombre d'elements fabriqués : 80.

Nombre total d'elements : 251.

53	1	Corps-poinçon	//	C 38
52	16	Vis CHC M8-35	NF EN 25 125	DIN 912 Réf. 527
51	4	Colonne de guidage	Cémentation	C 60
50	2	Matrice rapportée (12)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
49	2	Matrice rapportée (11)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
48	1	Matrice rapportée (10)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
47	1	Porte matrice (8)	//	42 Cr Mo 4
46	2	Matrice rapportée (9)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
45	4	Matrice rapportée (8)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
44	2	Matrice rapportée (7)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
43	72	Vis CHC M12-50	NF EN 25 125	DIN 912 Réf. 527
42	1	Plaque d'appui (D)	//	C 38
41	1	Semelle inferieure	//	S 235
40	1	Matrice rapportée (6)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
39	1	Matrice rapportée (5)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
38	2	Matrice rapportée (4)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
37	1	Porte matrice (A)	//	42 Cr Mo 4
36	1	Plaque d'appui (C)	//	C 38
35	2	Matrice rapportée (3)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
34	2	Matrice rapportée (2)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
33	4	Matrice rapportée (1)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
32	4	Embase inferieure	Fonderie	FGS 200
31	4	Bulée	//	C 44
30	2	Cale (B)	//	S 235
29	9	Vis CHC M14-50	NF EN 25 125	DIN 912 Réf.527
28	1	Cale (A)	//	S 235
27	15	Ressort de compression	NF-EN Réf : 358	ISO 10243
26	2	Poinçon (14)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
25	15	Vis épaulée M8-94	NF-EN 27 191	ISO 7379 Réf.1021
24	4	Bague	NF-EN 63 054	Réf : 5311
23	1	Porte poinçon (B)	//	S 450
22	2	Poinçon (13)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
21	4	Poinçon (12)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
20	1	Poinçon (11)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
19	2	Poinçon (10)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
18	2	Poinçon (9)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
17	1	Serre flan (B)	//	C 22
16	40	Goupille cylindrique \varnothing 8-36	NF-EN 28734	ISO 8734 Ré f. 501
15	1	Plaque d'appui (B)	//	C 38
14	1	Serre flan (A)	//	C 22
13	1	Porte poinçon (A)	//	S 450
12	2	Poinçon (8)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
11	4	Poinçon (7)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
10	2	Poinçon (6)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
9	2	Poinçon (5)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
8	3	Vis FS M8-25	NF-EN 25 125	DIN 7991 Réf. 530
7	2	Poinçon (4)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
6	1	Poinçon (3)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
5	1	Poinçon (2)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
4	1	Poinçon (1)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
3	4	Embase superieure	Fonderie	FGS 200
2	1	Plaque d'appui (A)	//	C 38
1	1	semelle superieure	//	S 235

1:2

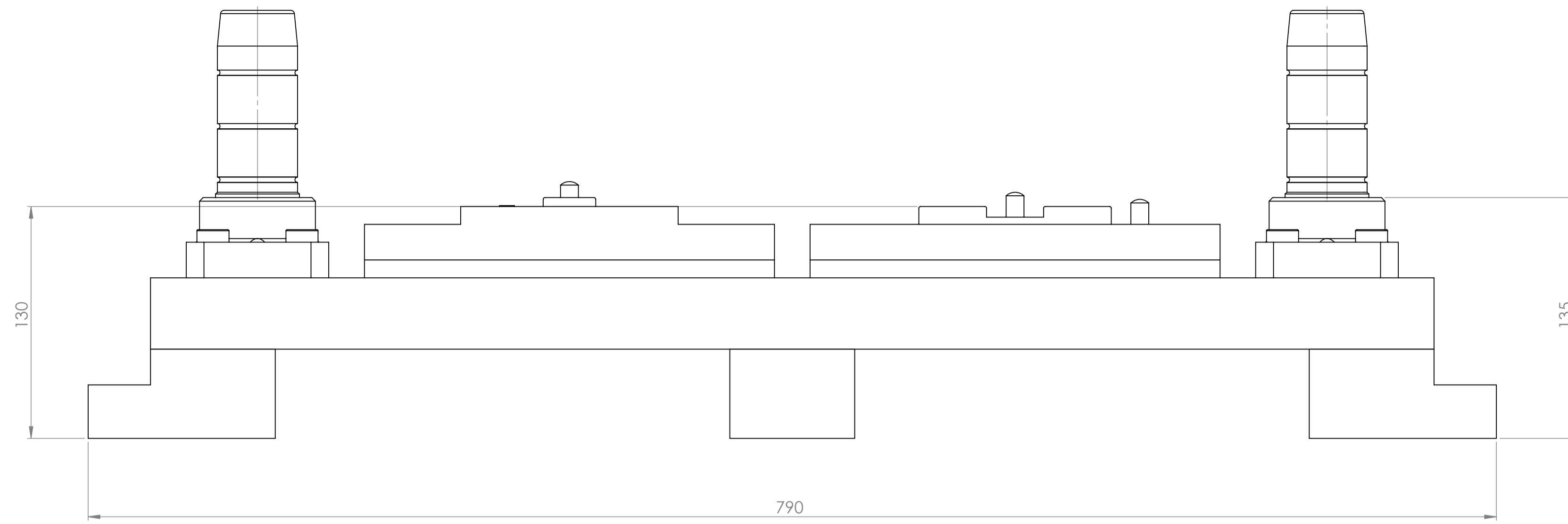
OUTIL A DEUX POSTES PARALLELES



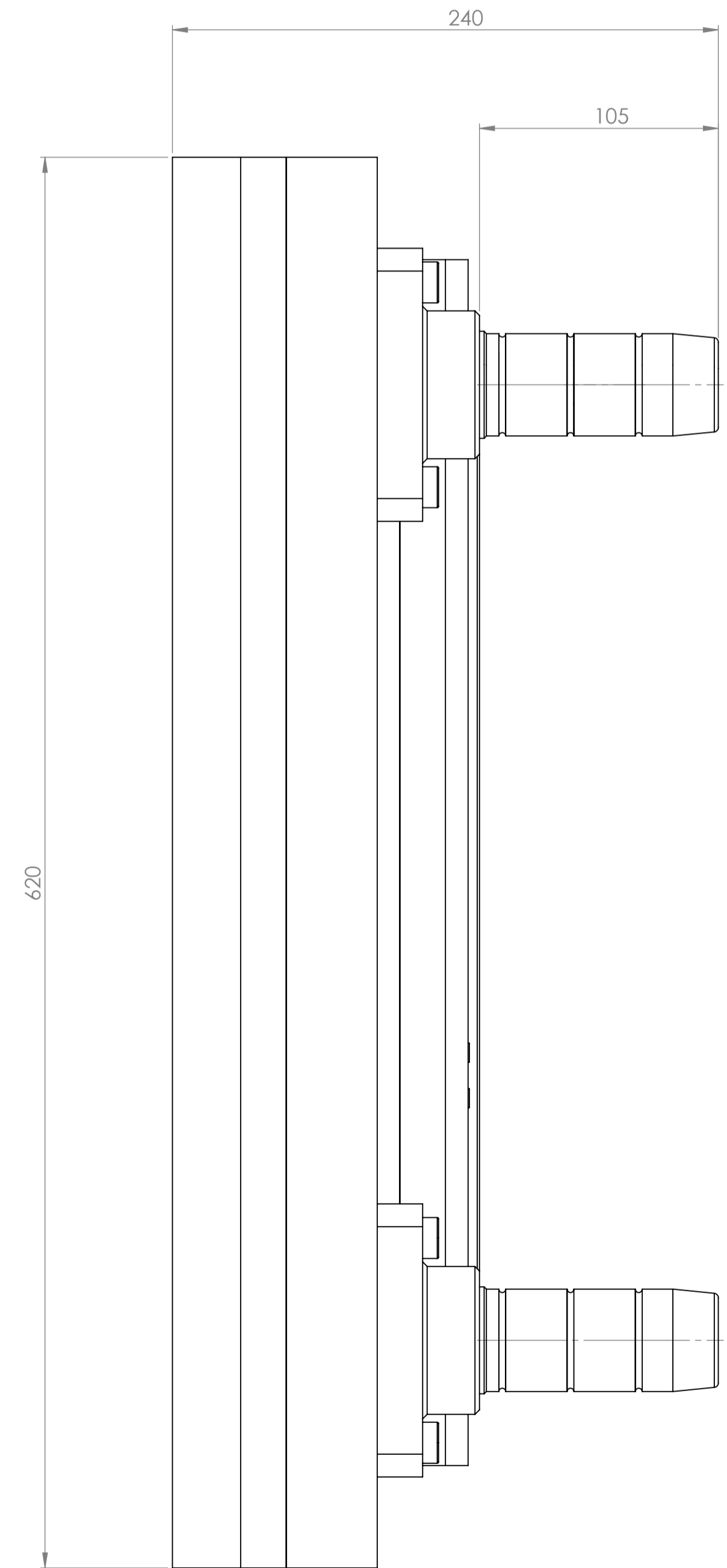
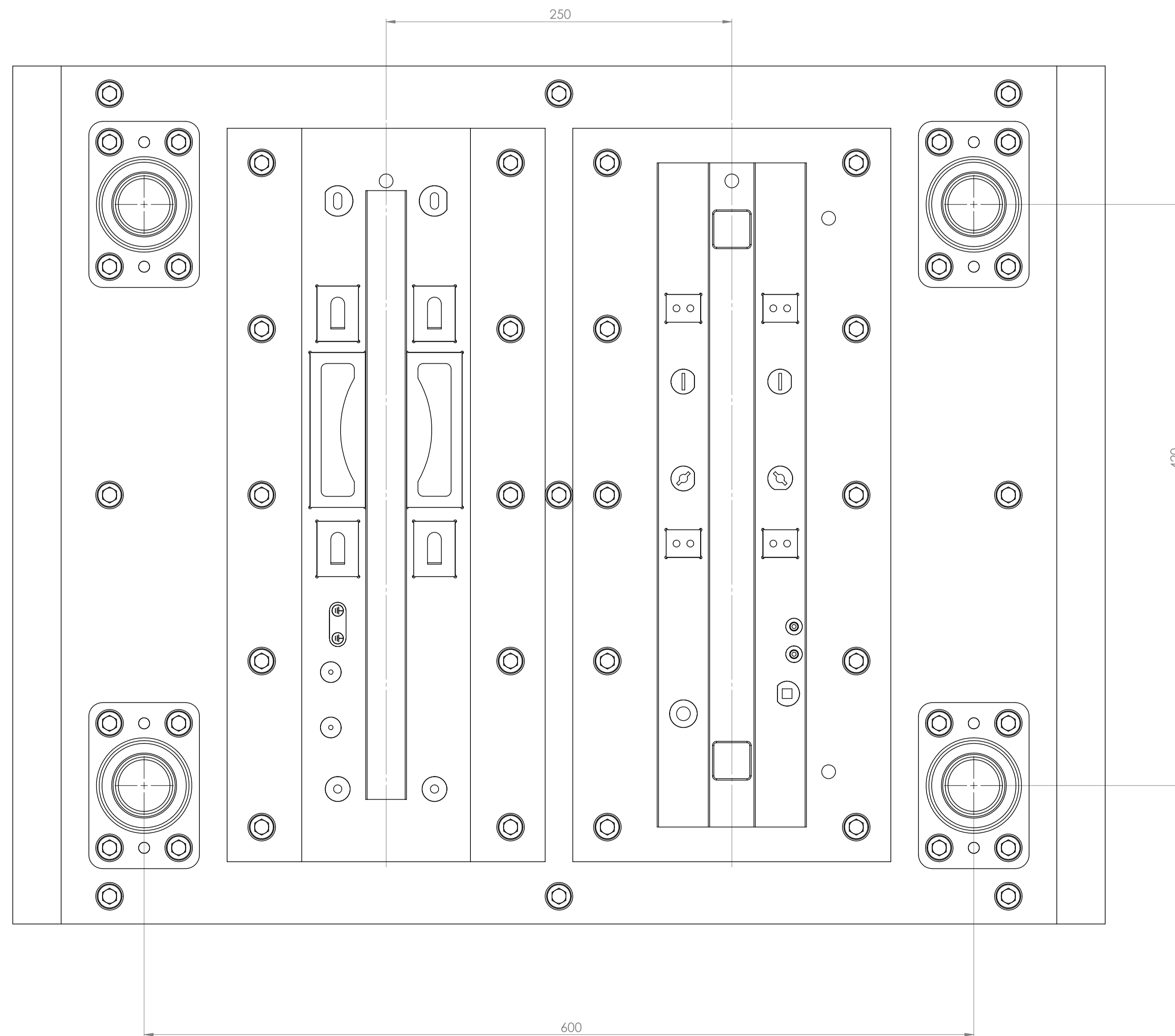
A0

PAR : ISSELNANE KARIM

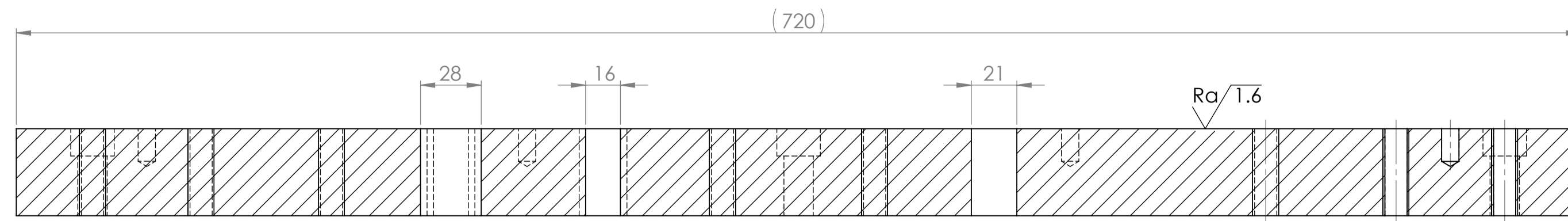
FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



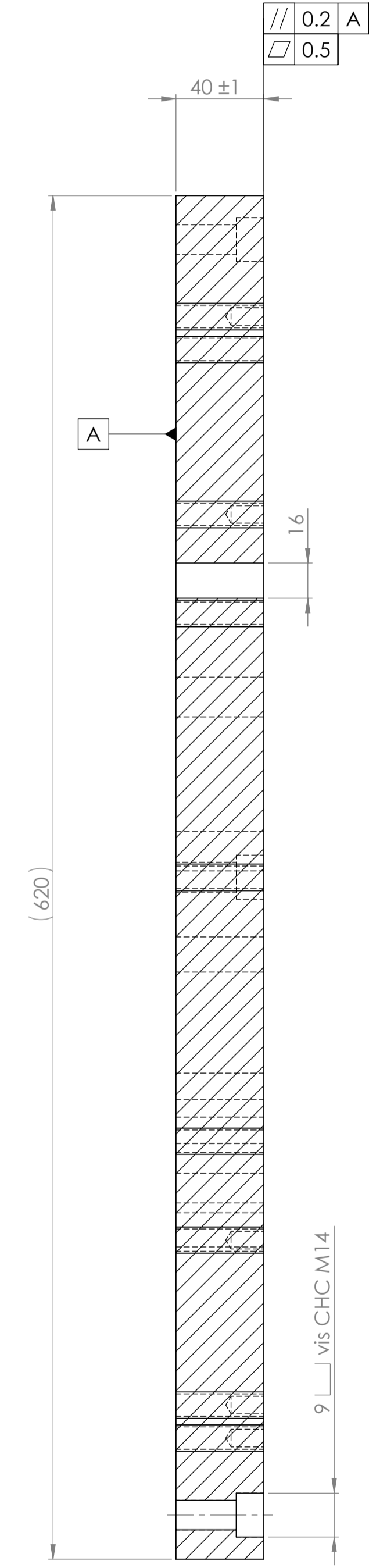
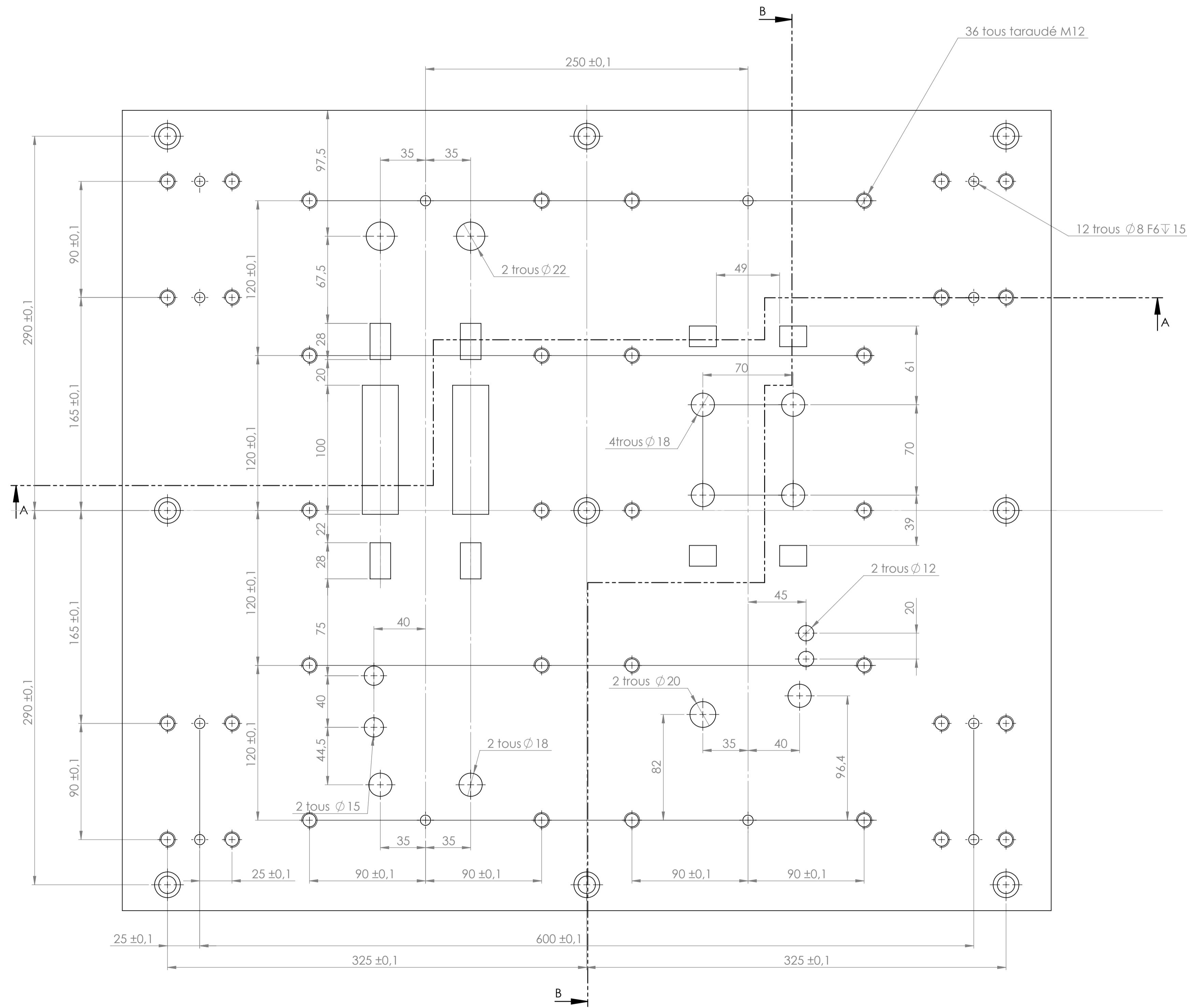
Encombrement : 790 x 620 x 240



Partie inferieure			
2:1	Outil a Deux Poste Parallèle		
A1	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



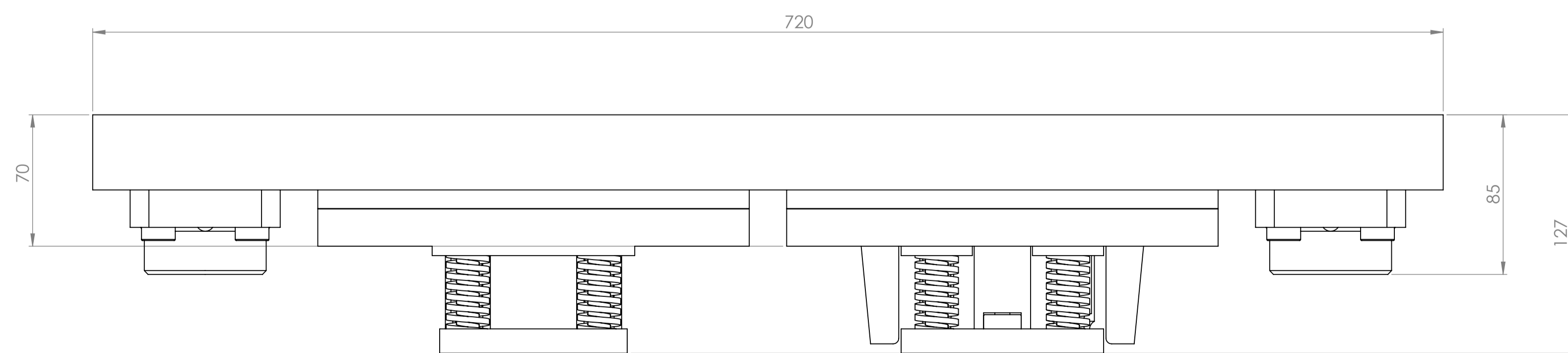
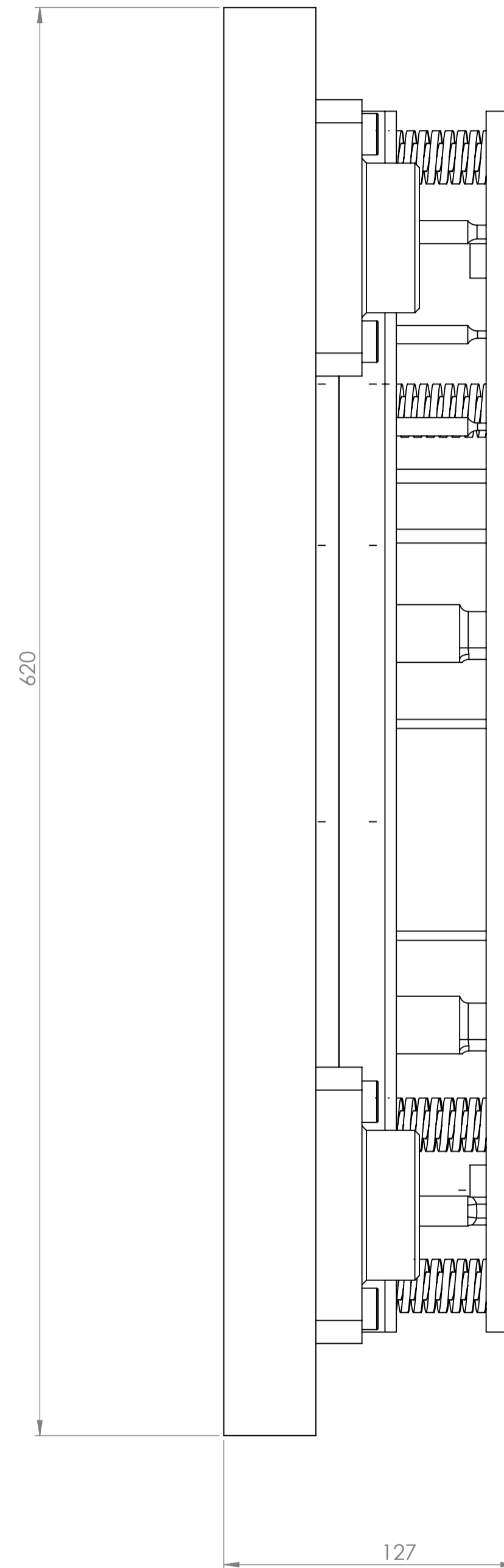
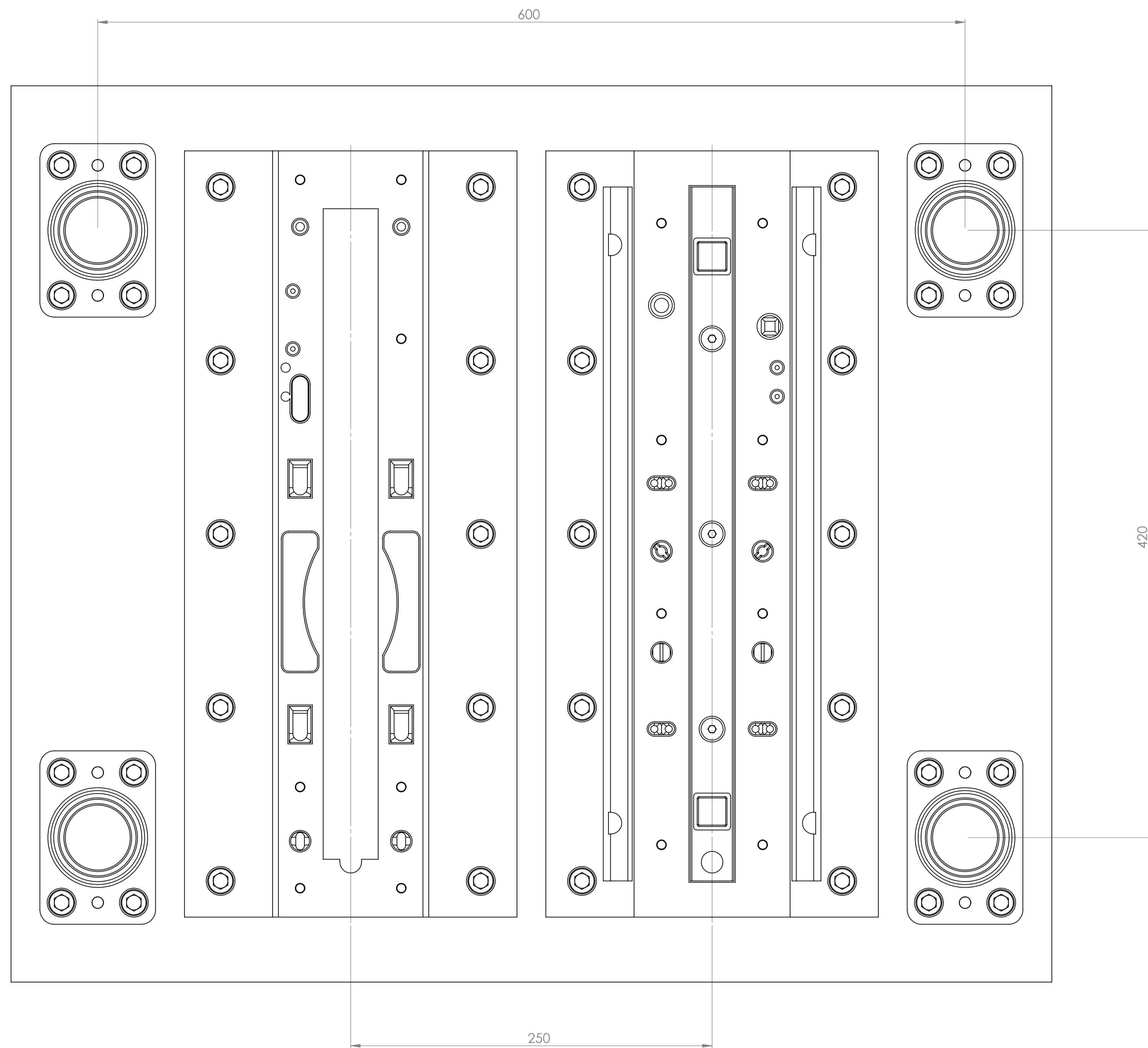
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



COUPE B-B
ECHELLE 1 : 2

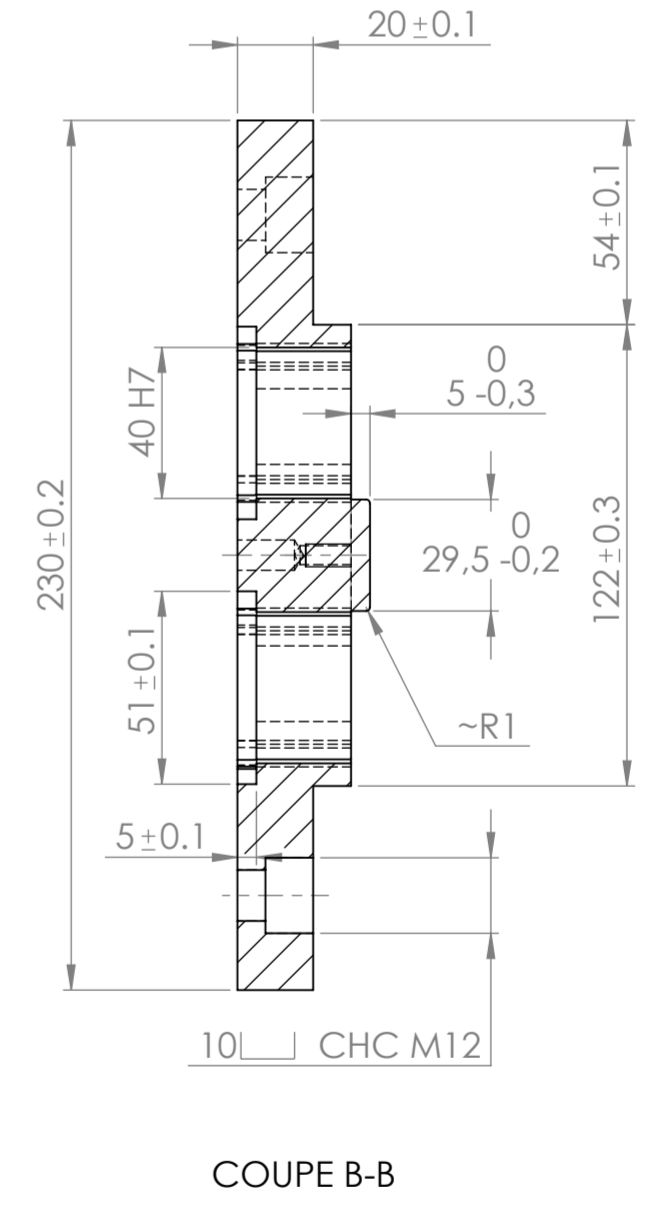
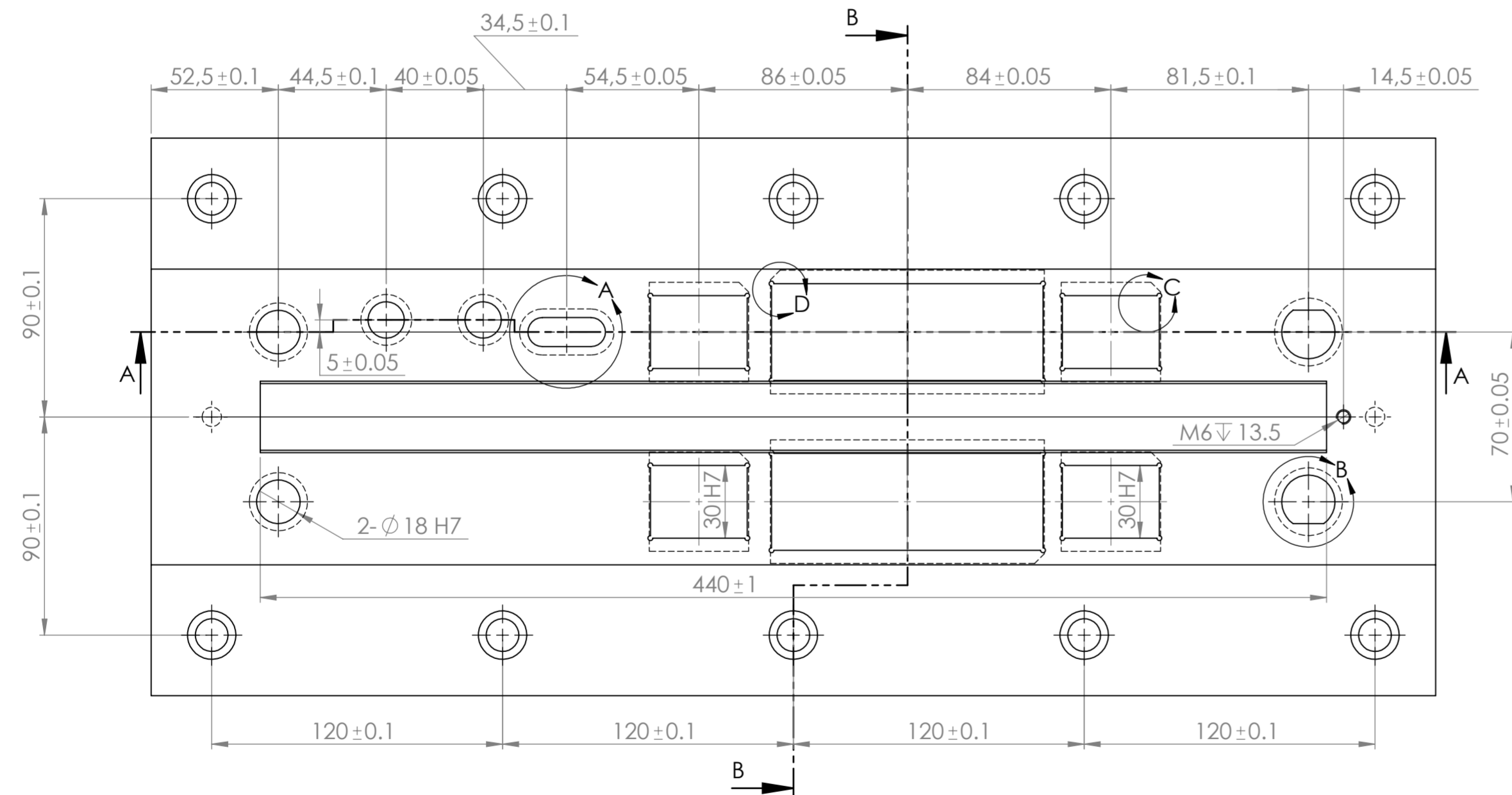
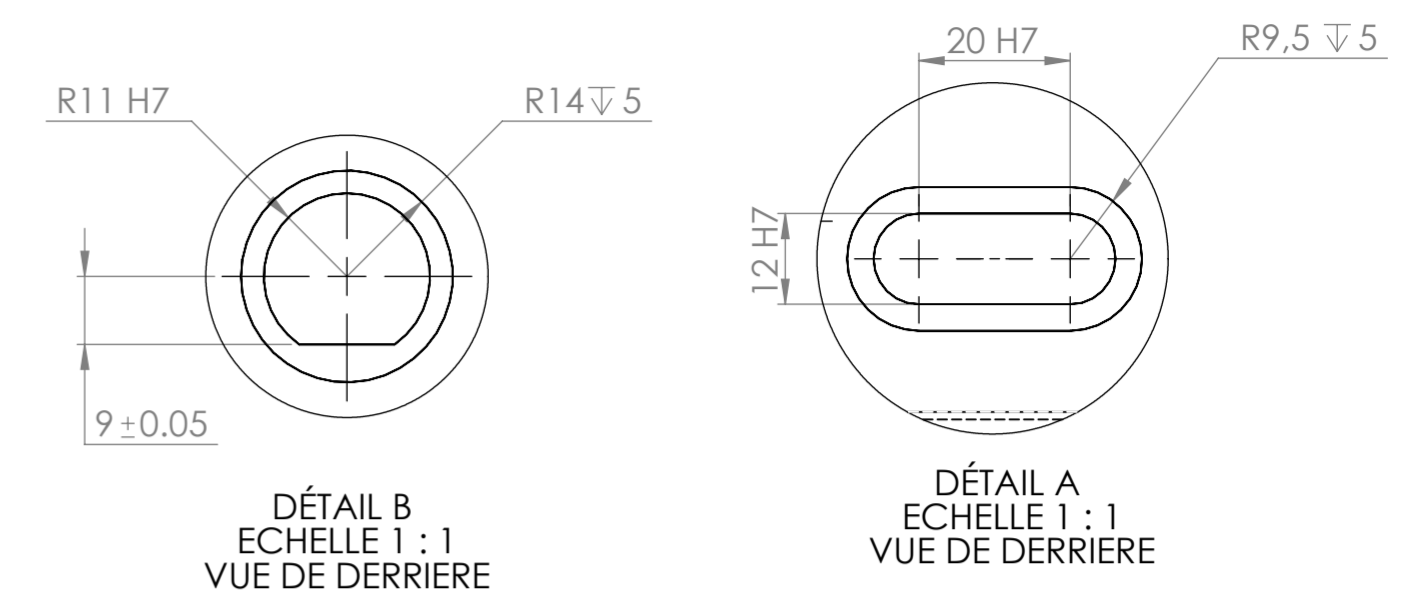
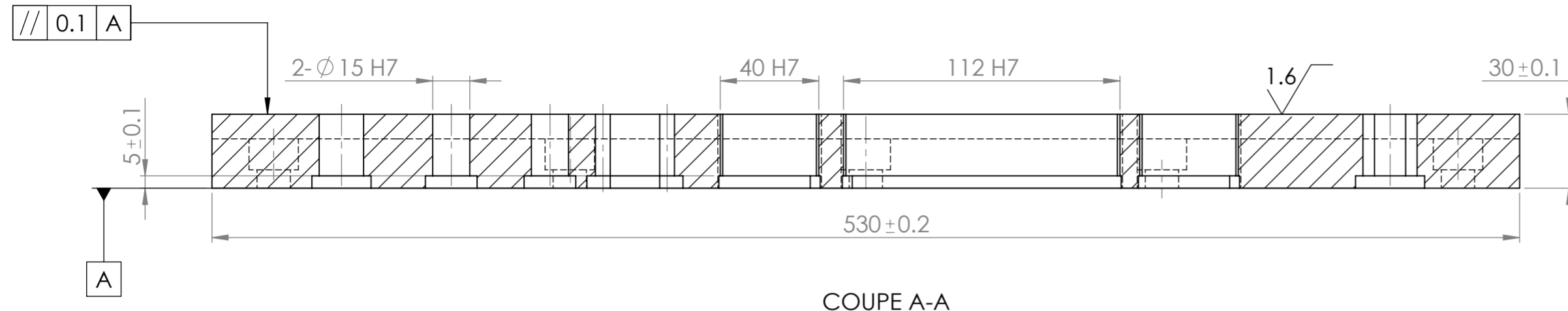
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

41	1	Semelle inferieure	//	S 450
2:1		Outil a Deux Poste Parallèle		
A1		Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



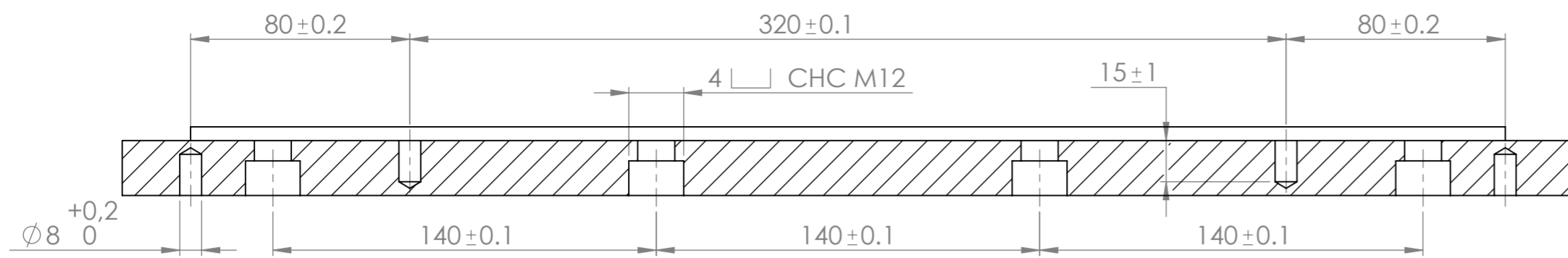
Encombrement : 720 x 620 x 127

Partie superieure			
2:1	Outil a Deux Poste Parallèle		
	A1	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

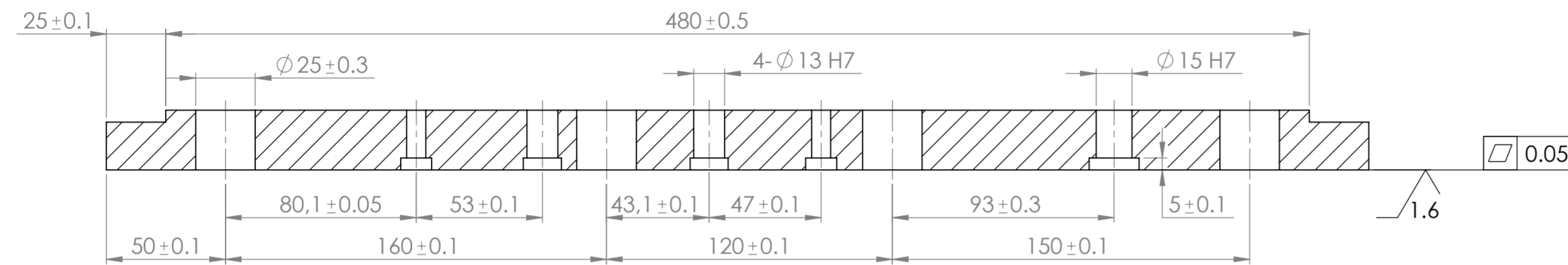


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

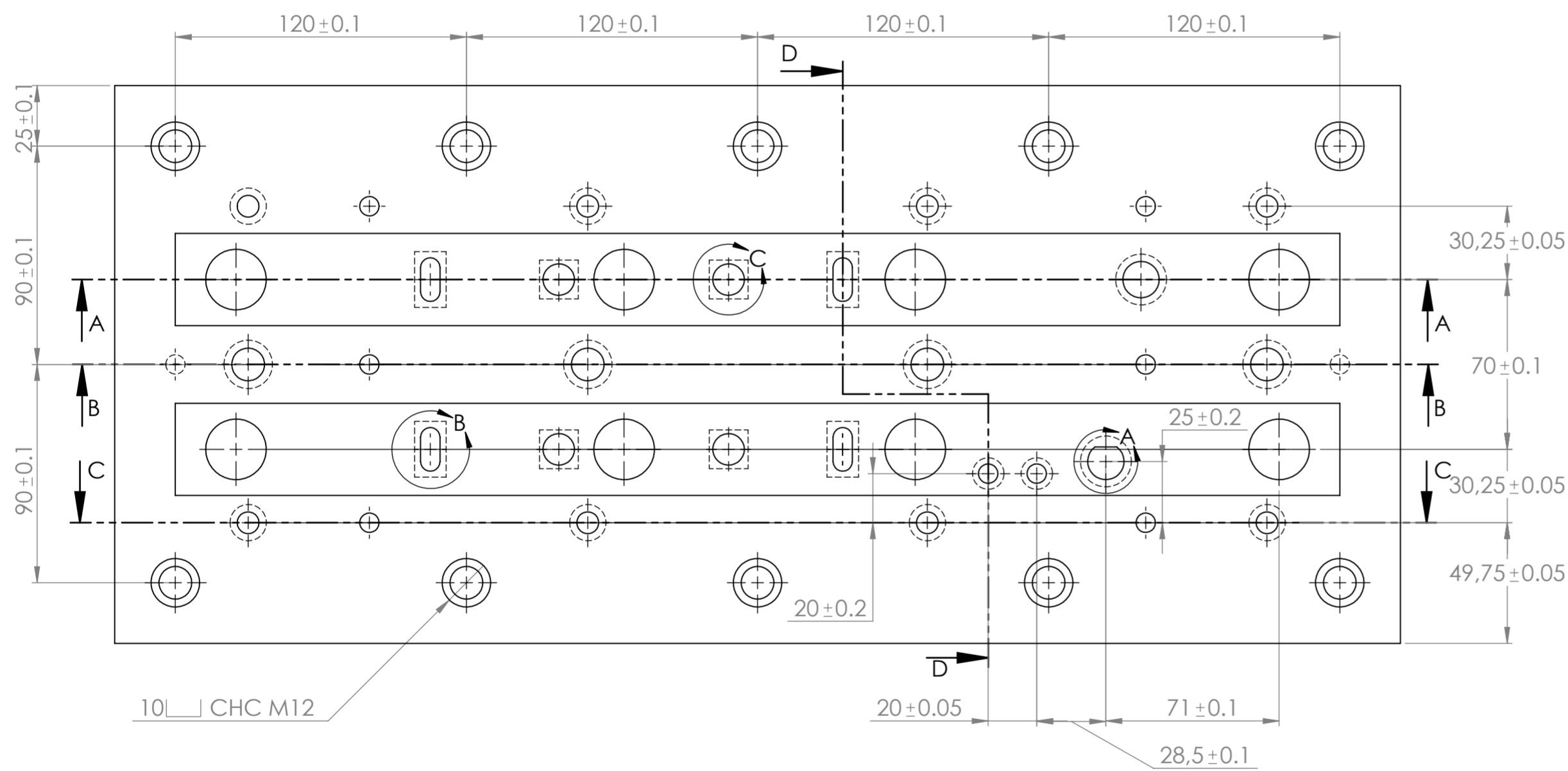
47	1	Porte Matrice (B)	//	S 450
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
A2		Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



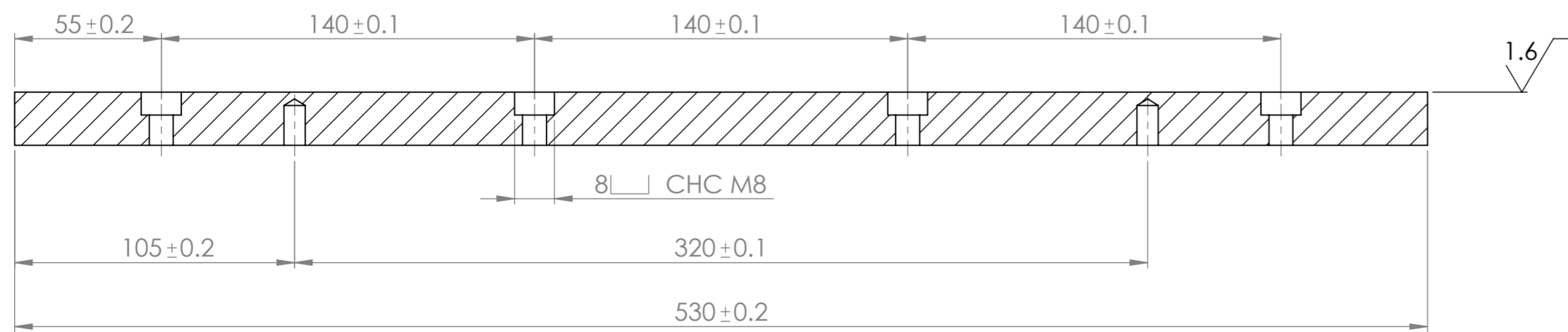
COUPE B-B



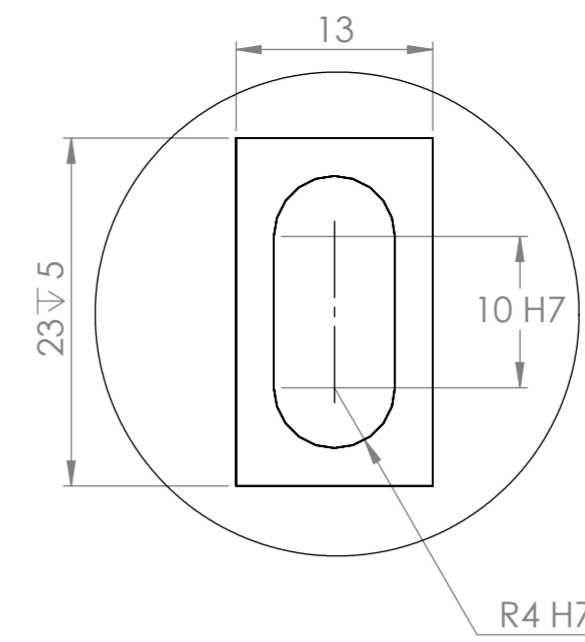
COUPE A-A



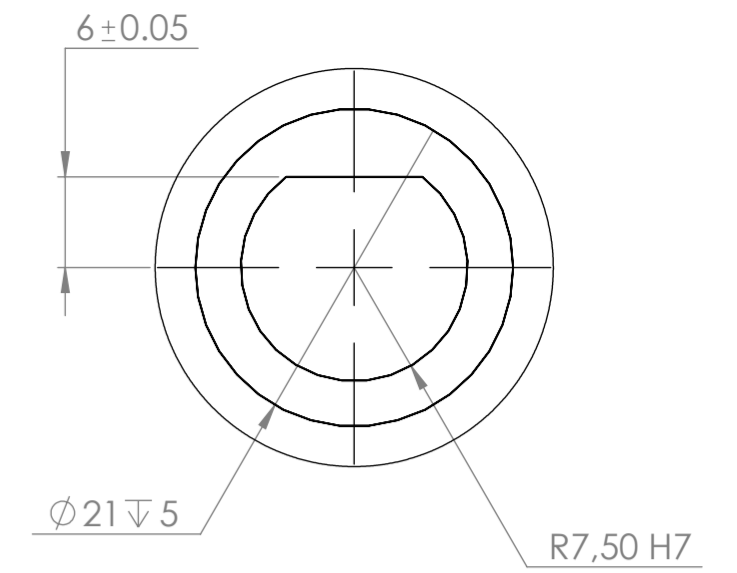
COUPE D-D



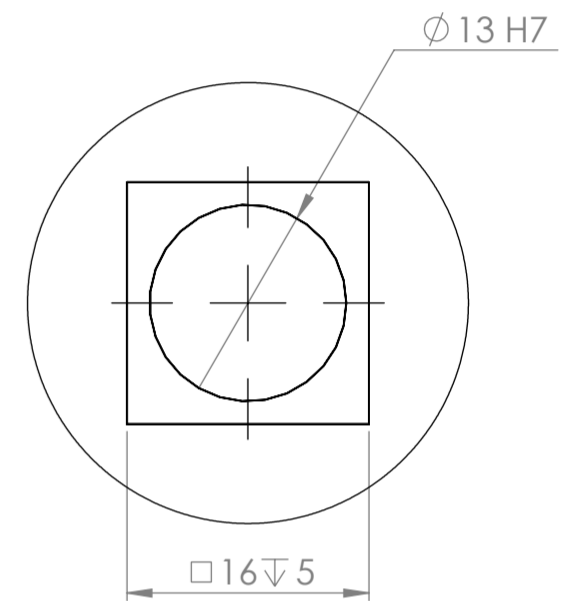
COUPE C-C



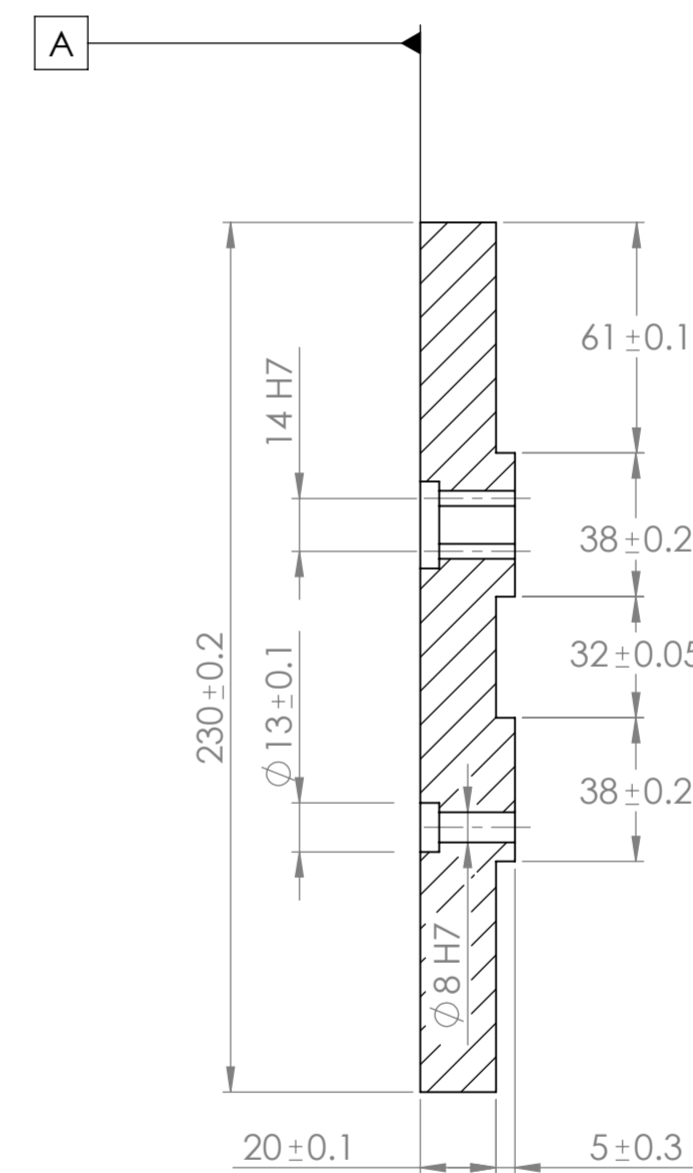
DÉTAIL B
ECHELLE 2 : 1
VUE DE DERRIERE



DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 1
VUE DE DERRIERE

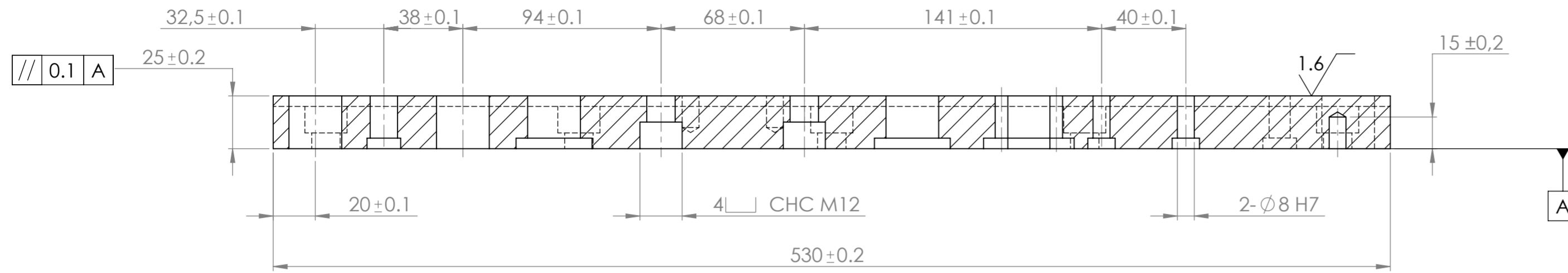


DÉTAIL C
ECHELLE 2 : 1
VUE DE DERRIERE

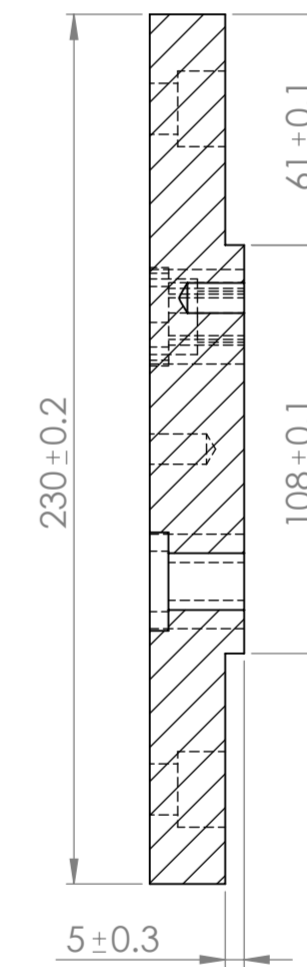
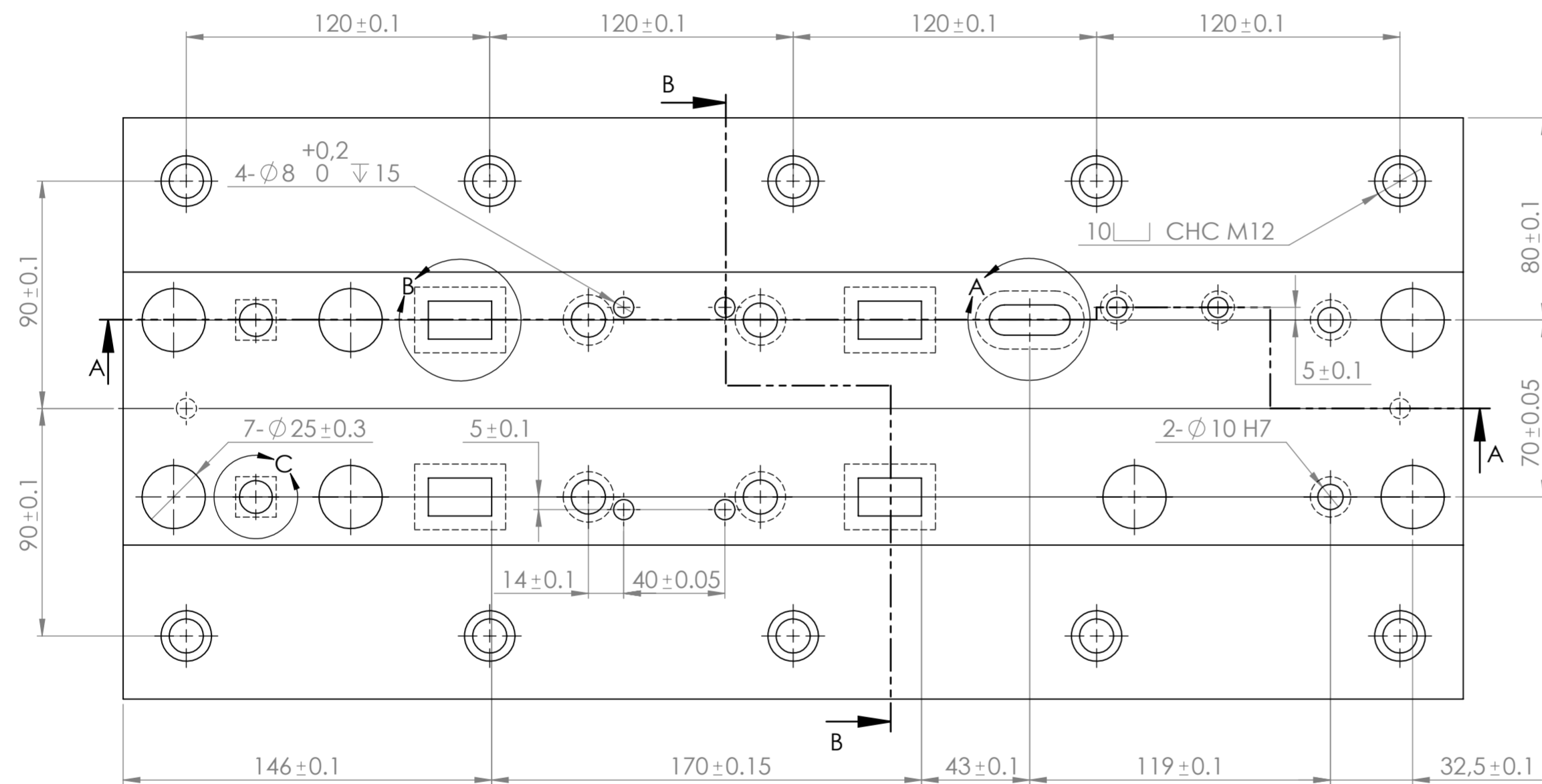


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

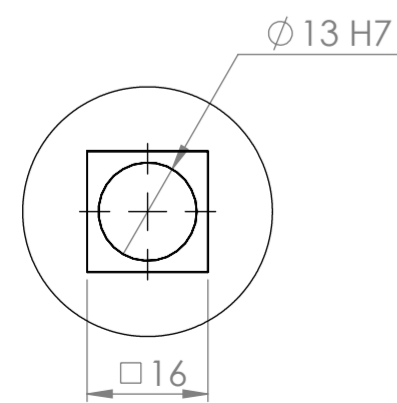
13	1	Porte Poinçon (A)	//	S 450
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
A2		Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



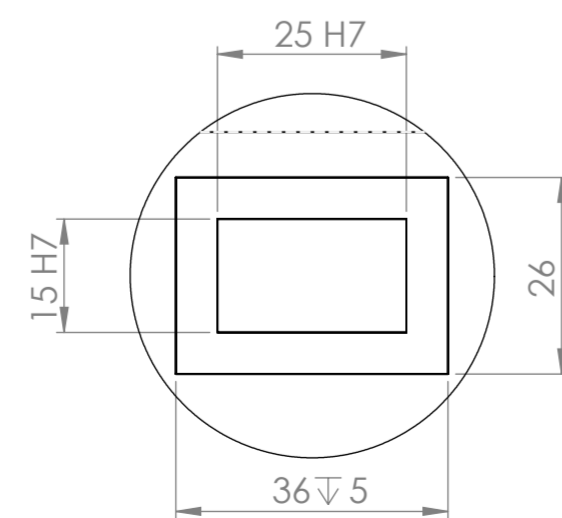
COUPE A-A



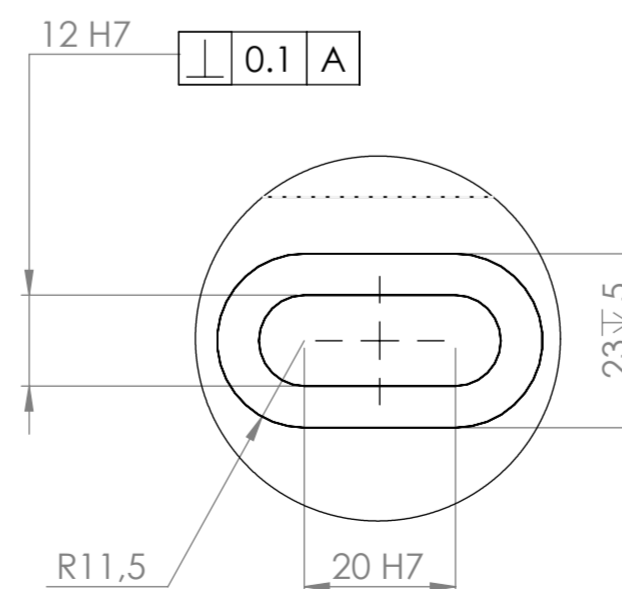
COUPE B-B



DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 1



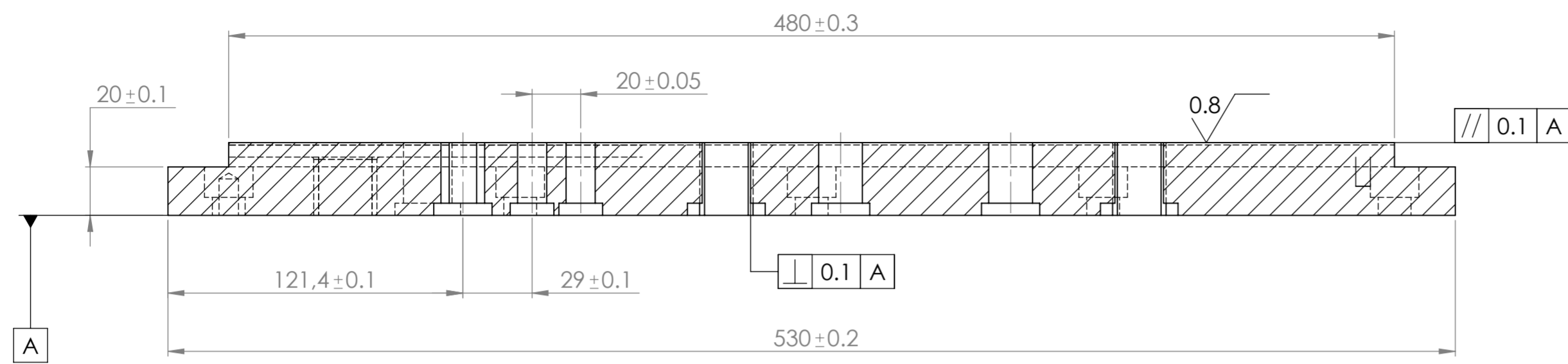
DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 1
VUE DE DERRIERE



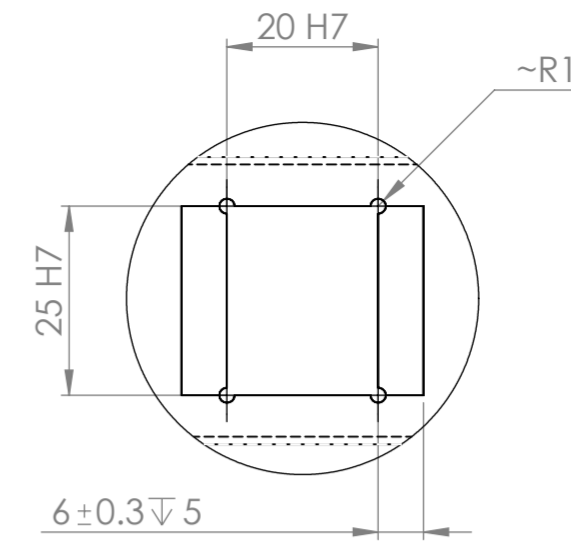
DÉTAIL A
ECHELLE 1 : 1
VUE DE DERRIERE

It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

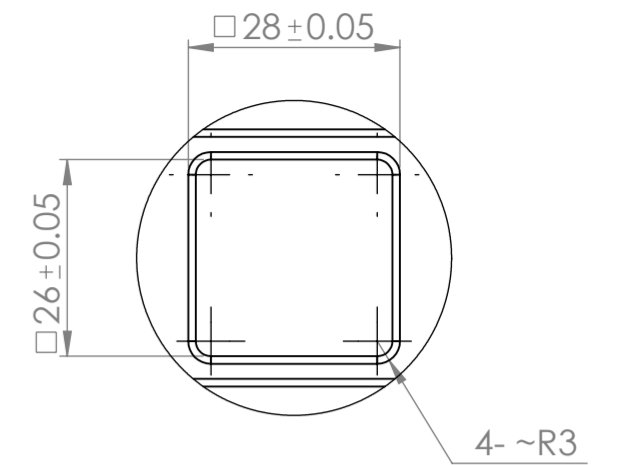
23	1	Porte Poinçon (B)	//	S 450
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
A2		Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



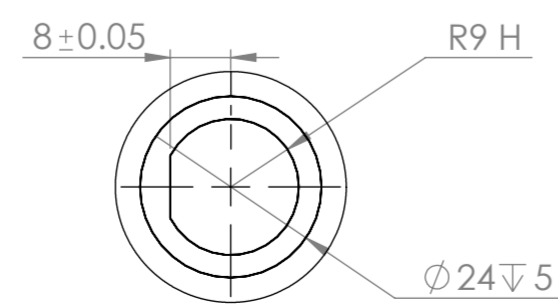
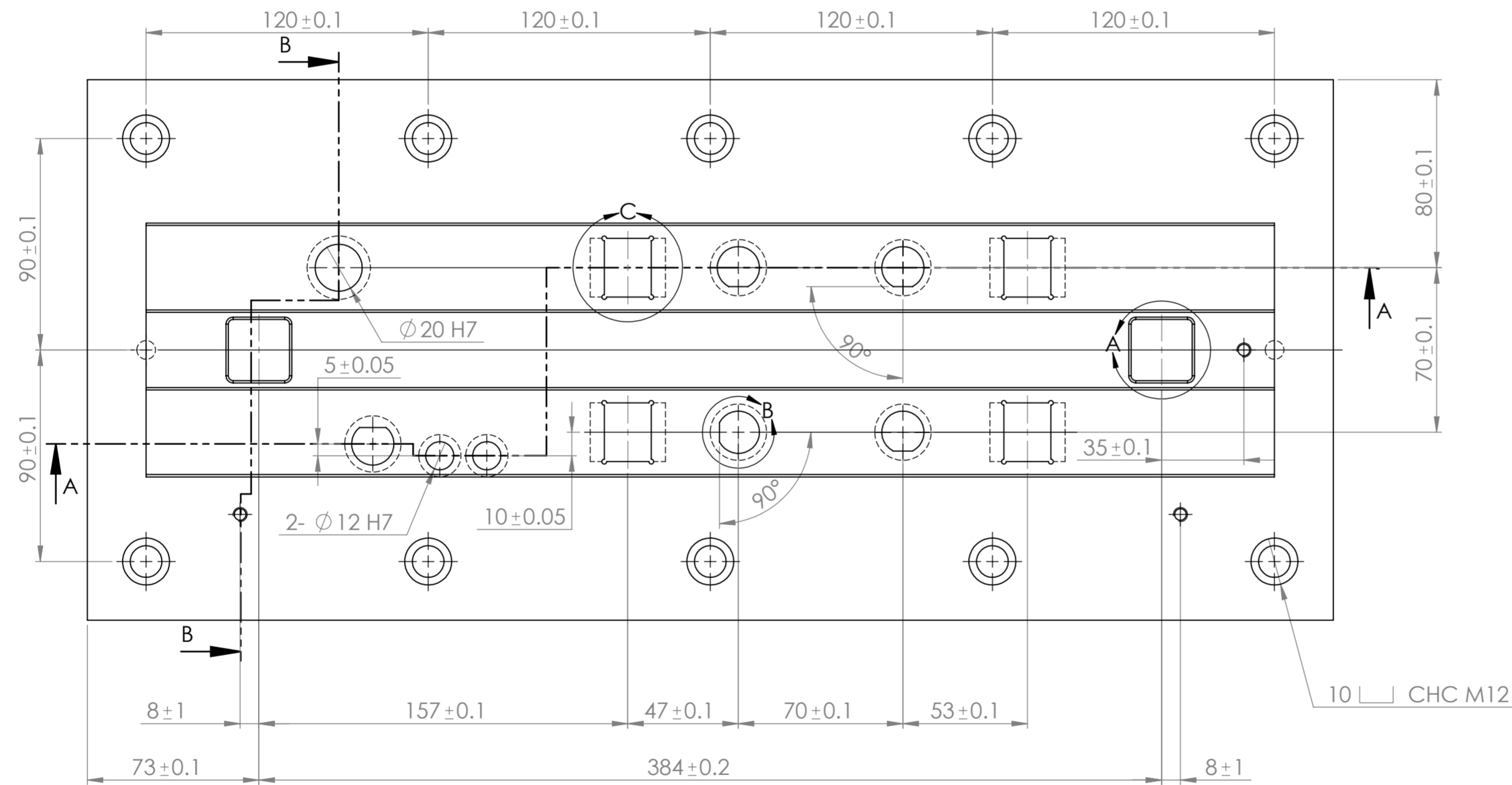
COUPE A-A



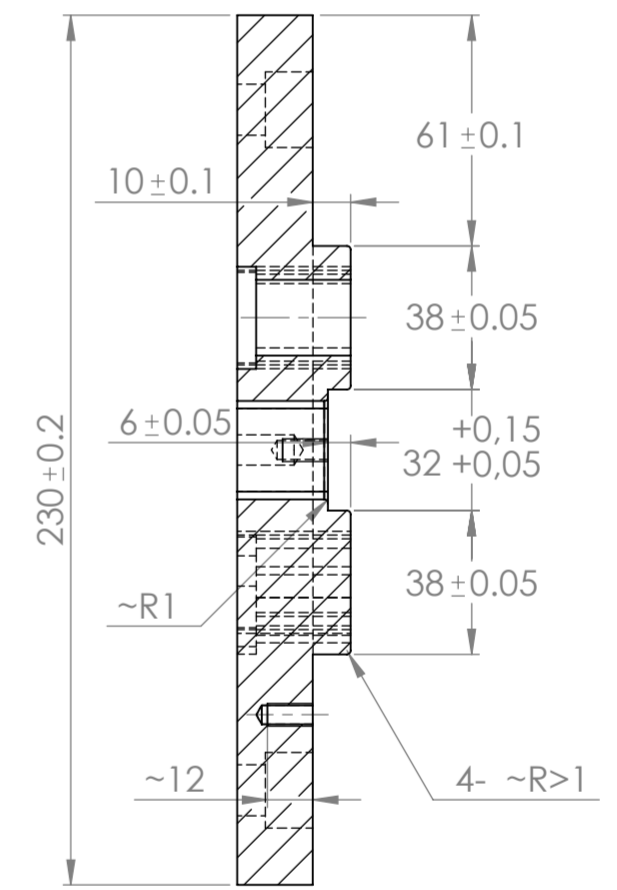
4- DÉTAIL C
ECHELLE 1 : 1
VUE DE DERRIERE



2- DÉTAIL A
ECHELLE 1 : 1



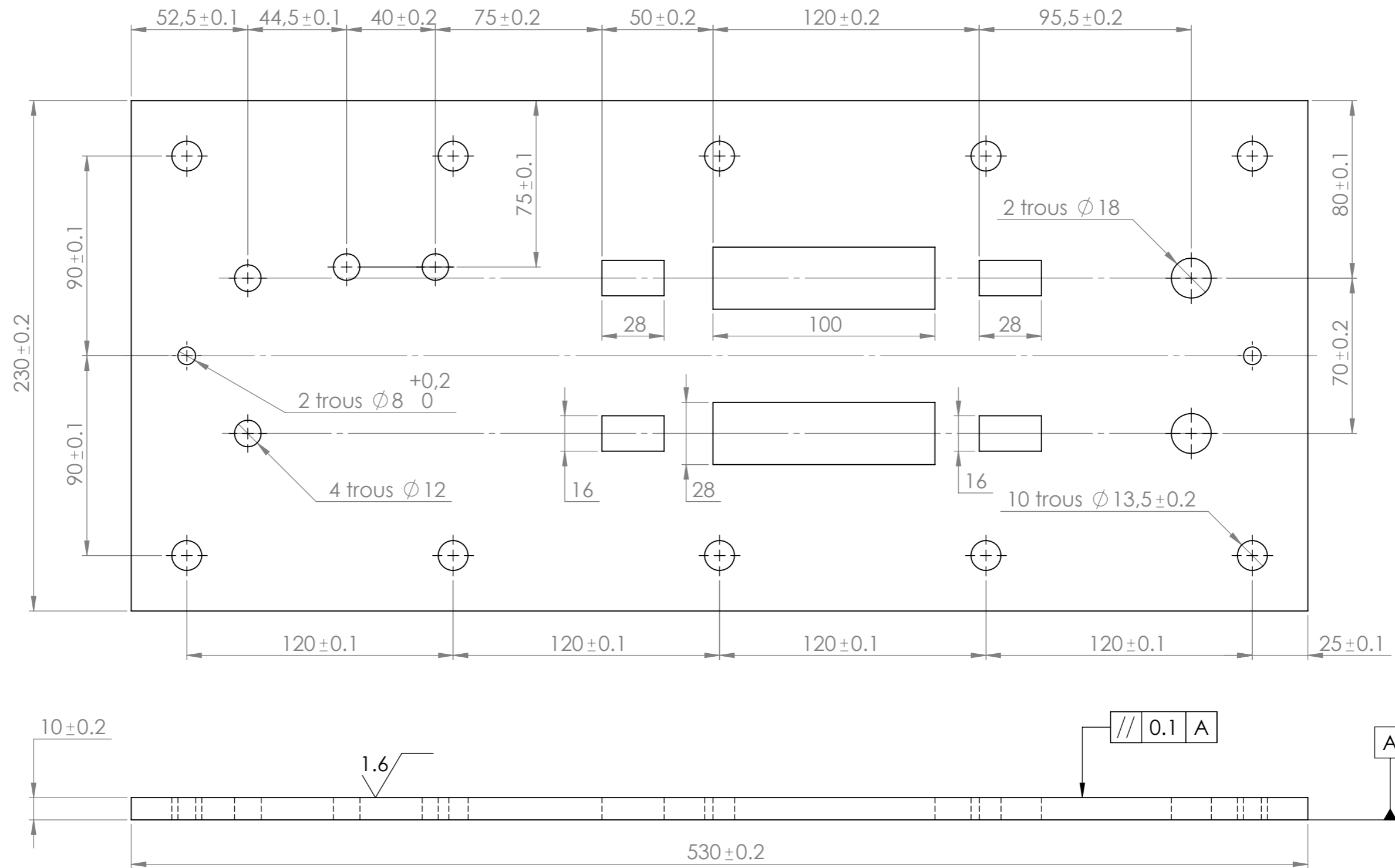
5- DÉTAIL B
ECHELLE 1 : 1
VUE DE DERRIERE



COUPE B-B

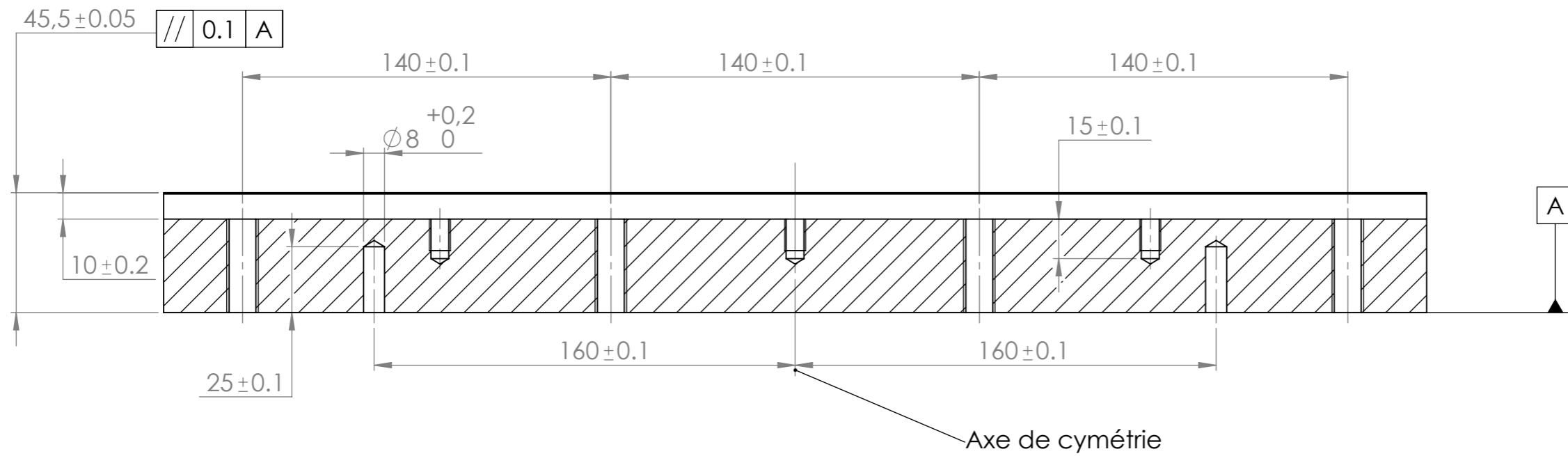
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

37	1	Porte Matrice (A)	//	S 450
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
A2		Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	

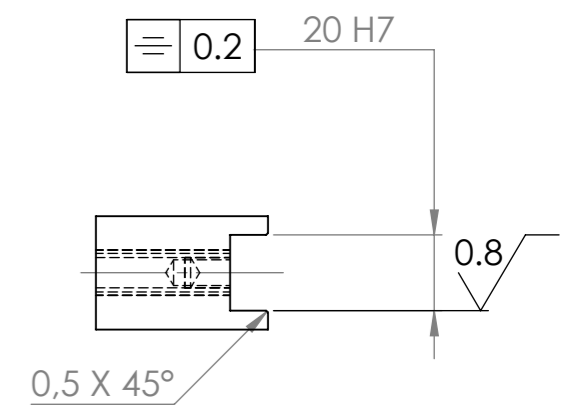
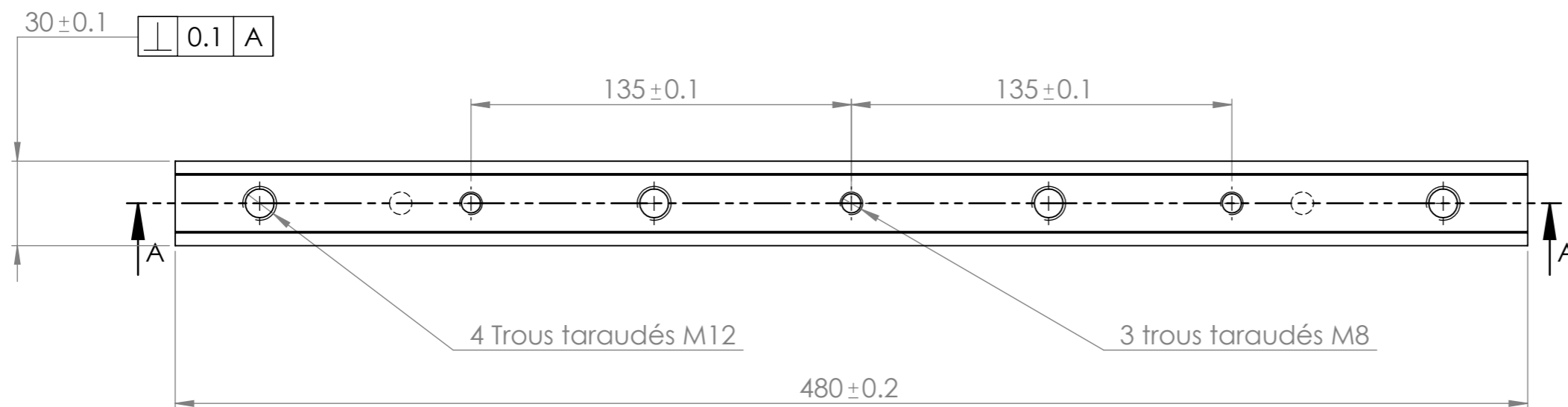


It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

42	1	Plaque d'appui (D)	//	C 38
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

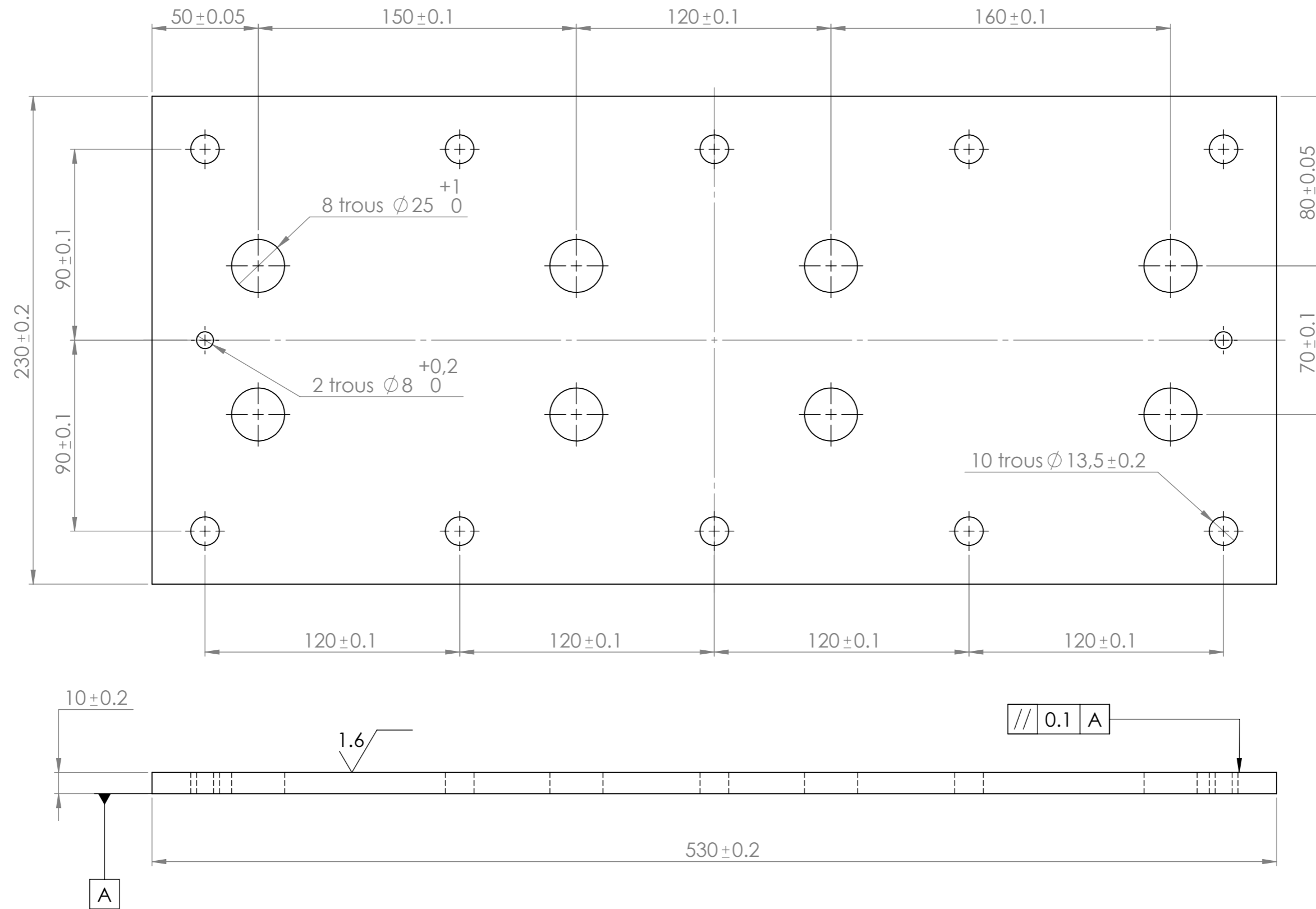


COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2



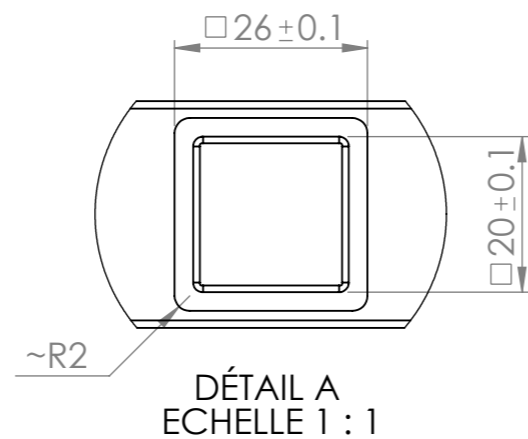
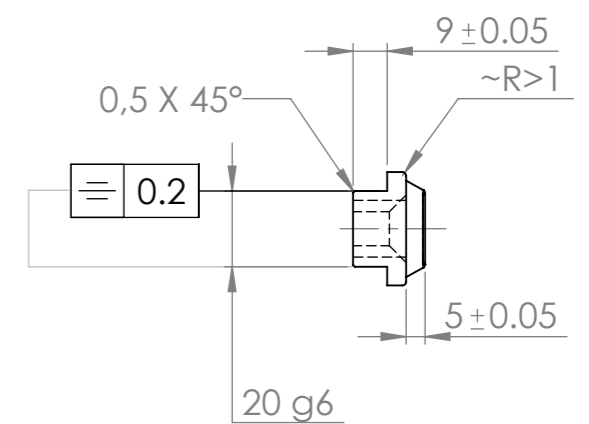
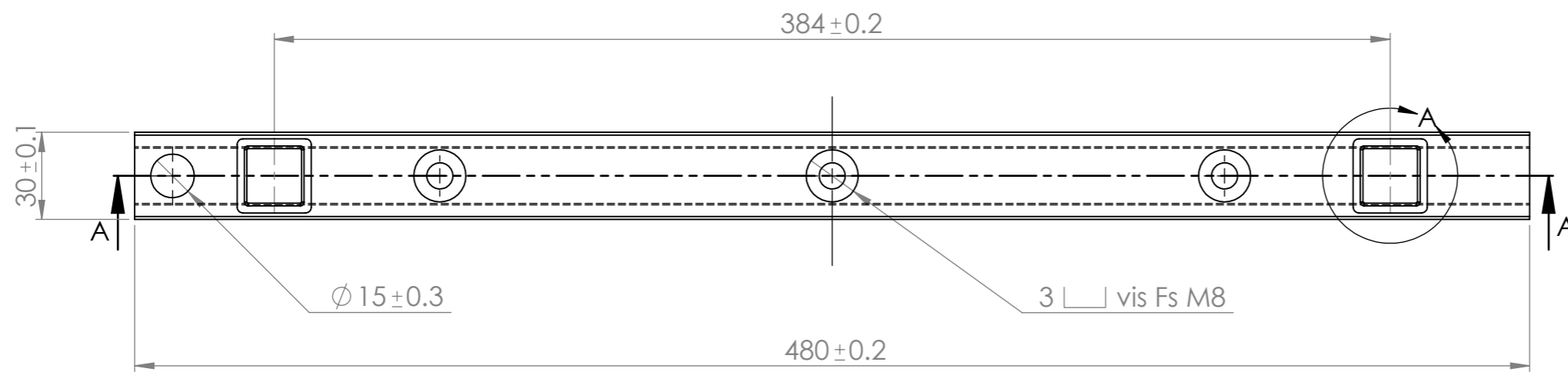
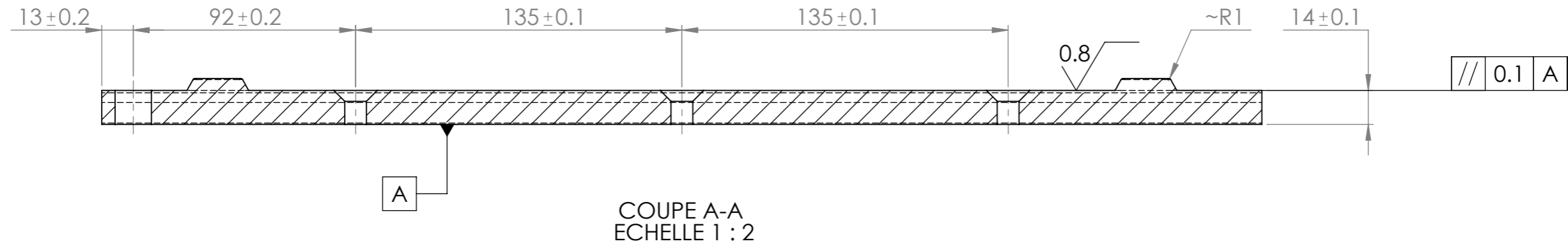
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

53	1	Corps-Poinçon	//	C 38
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



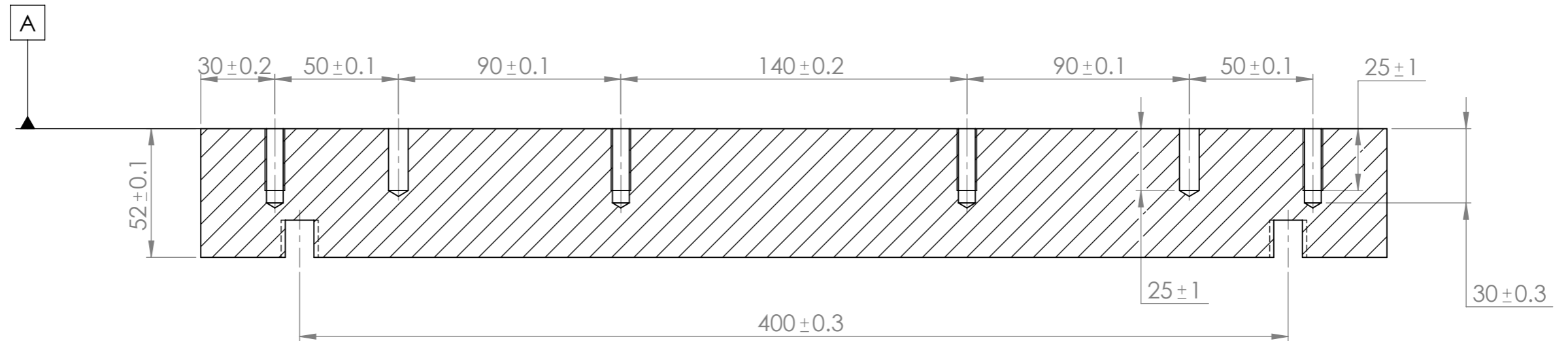
It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

2	1	Plaque d'appui (A)	//	C 38
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

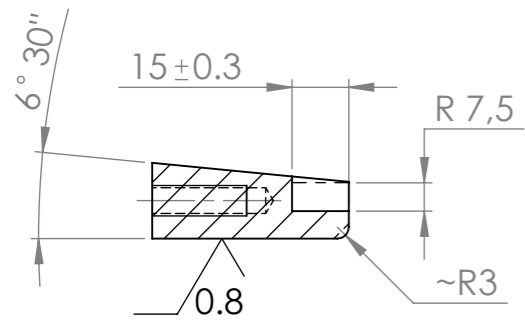


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

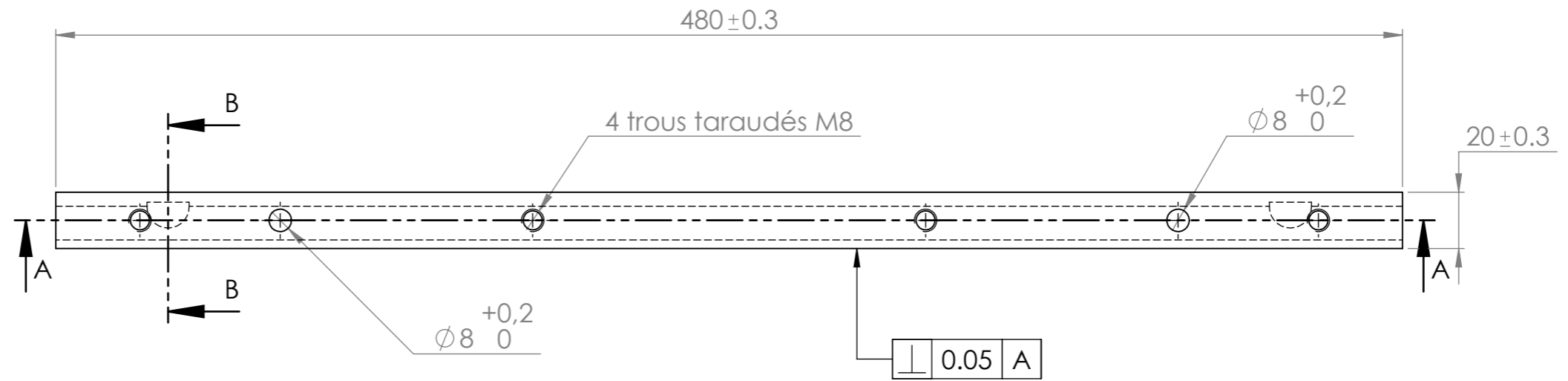
4	1	Poinçon (1)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2

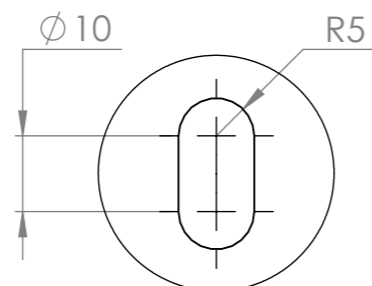
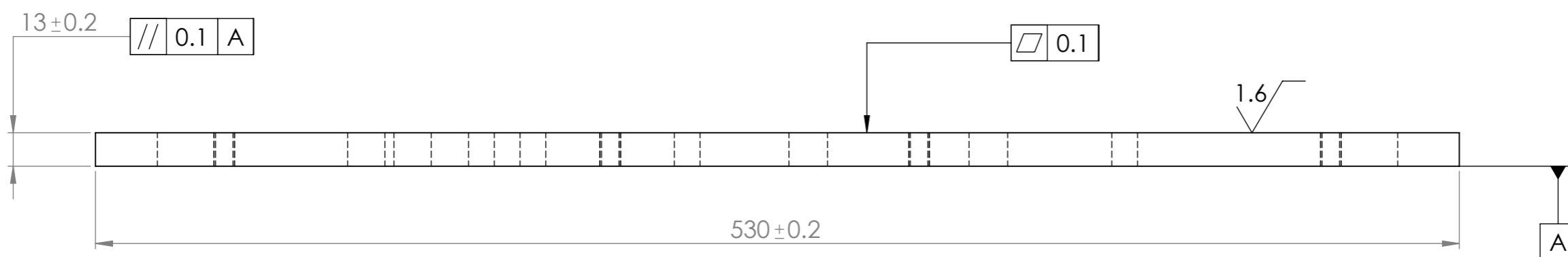
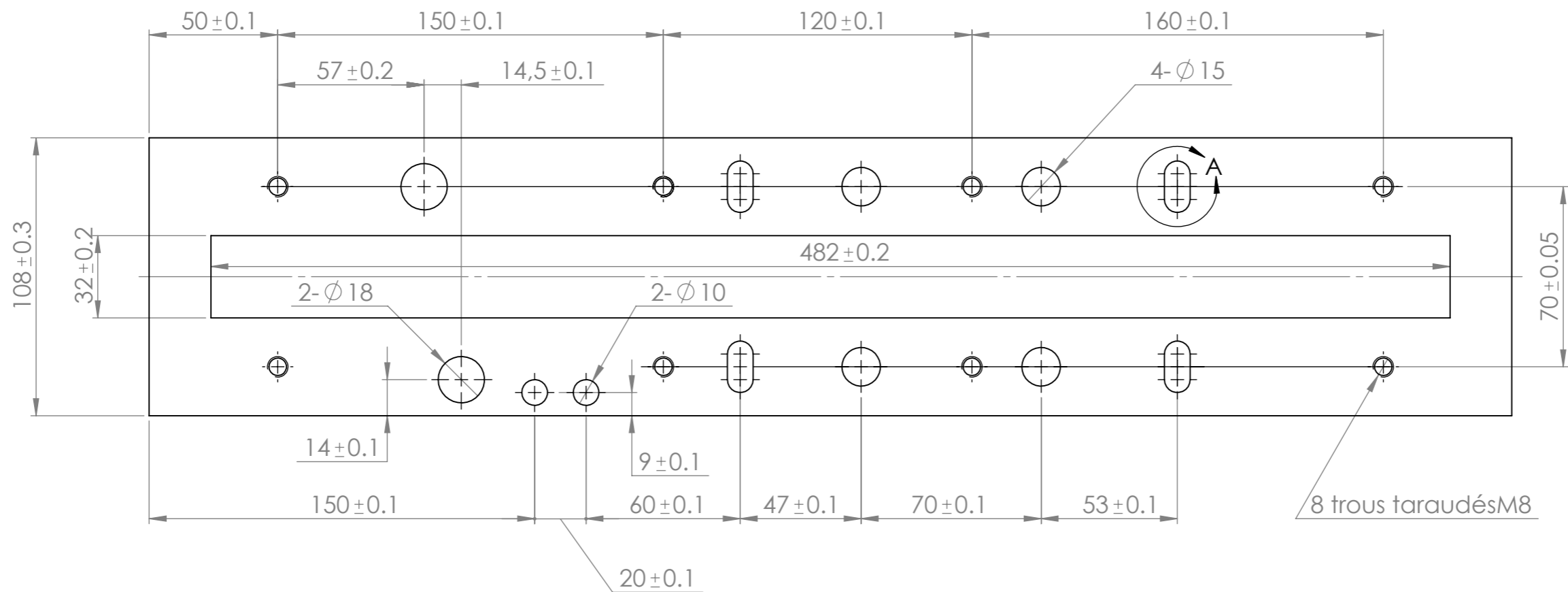


COUPE B-B
ECHELLE 1 : 2



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

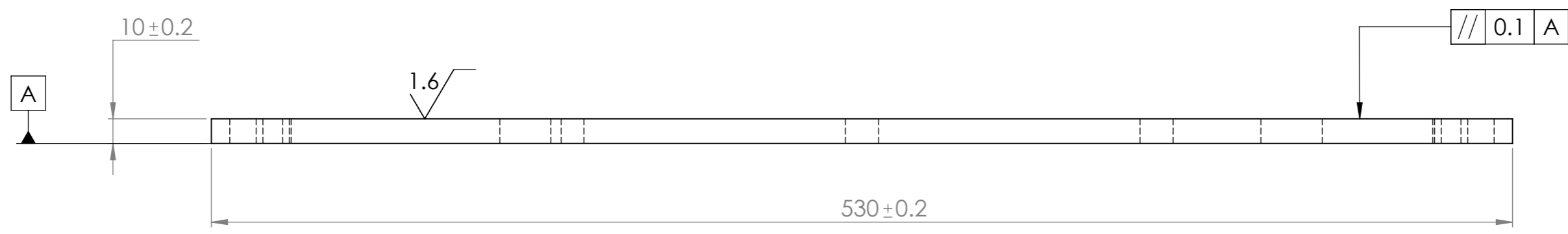
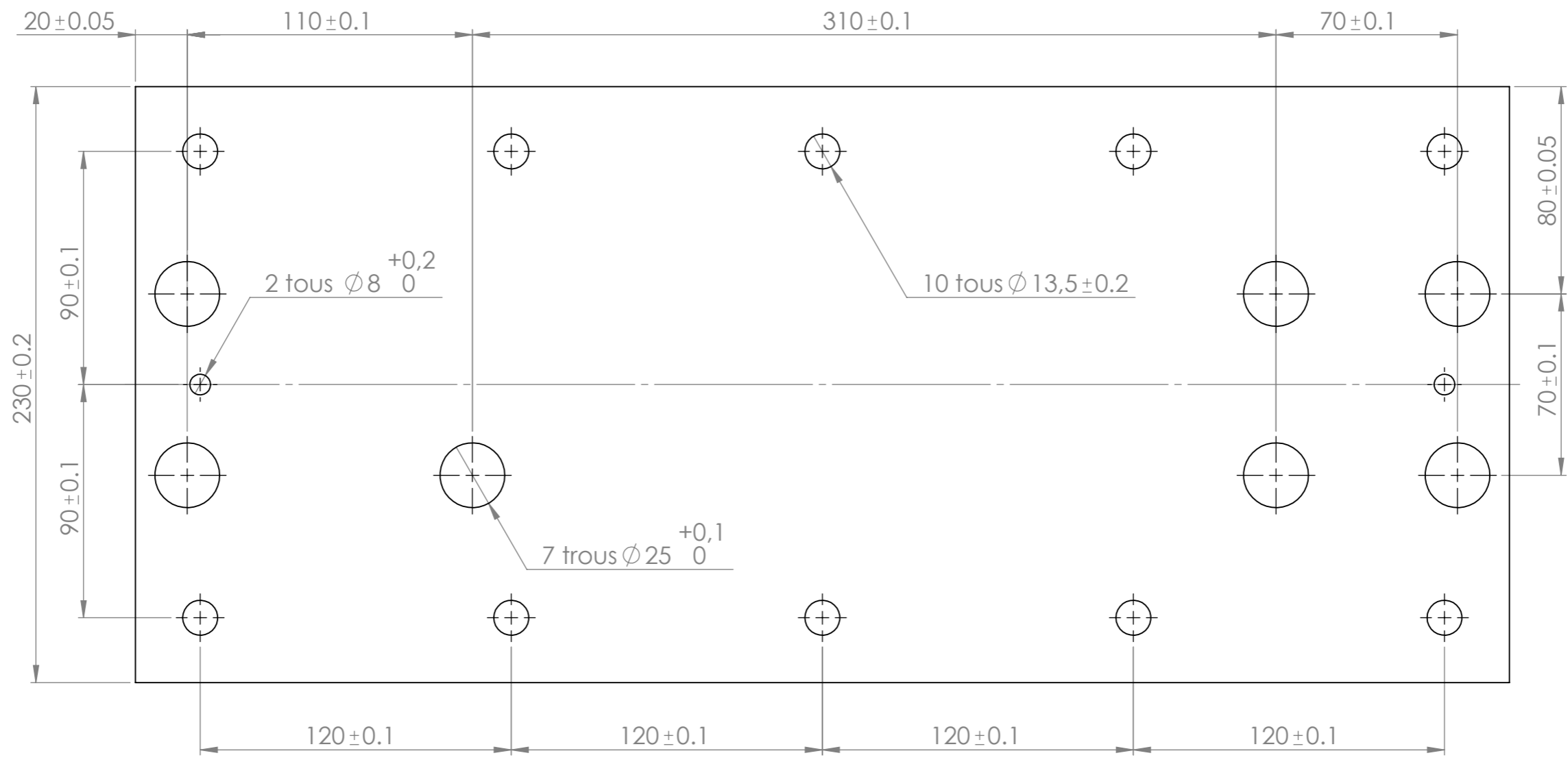
12	2	Poinçon (8)	Cémentation	X 6 Cr Mo Ti 17-12
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



DÉTAIL A
ECHELLE 1 : 1

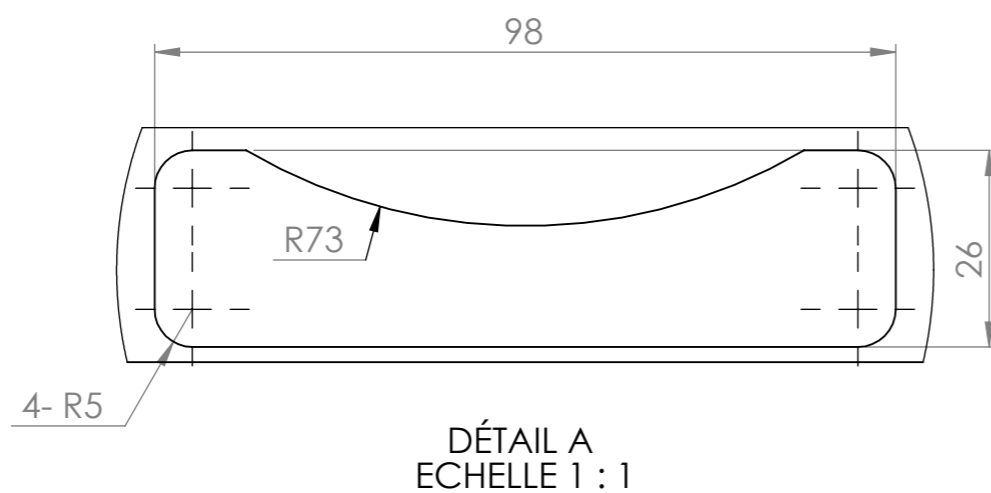
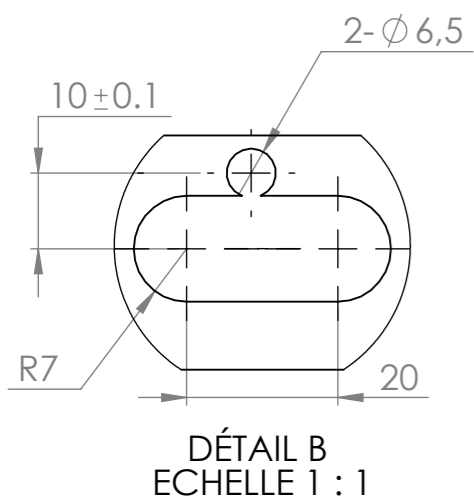
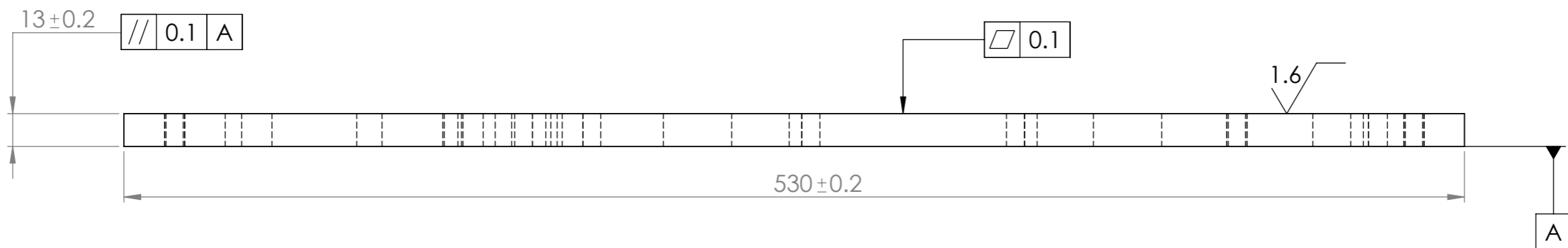
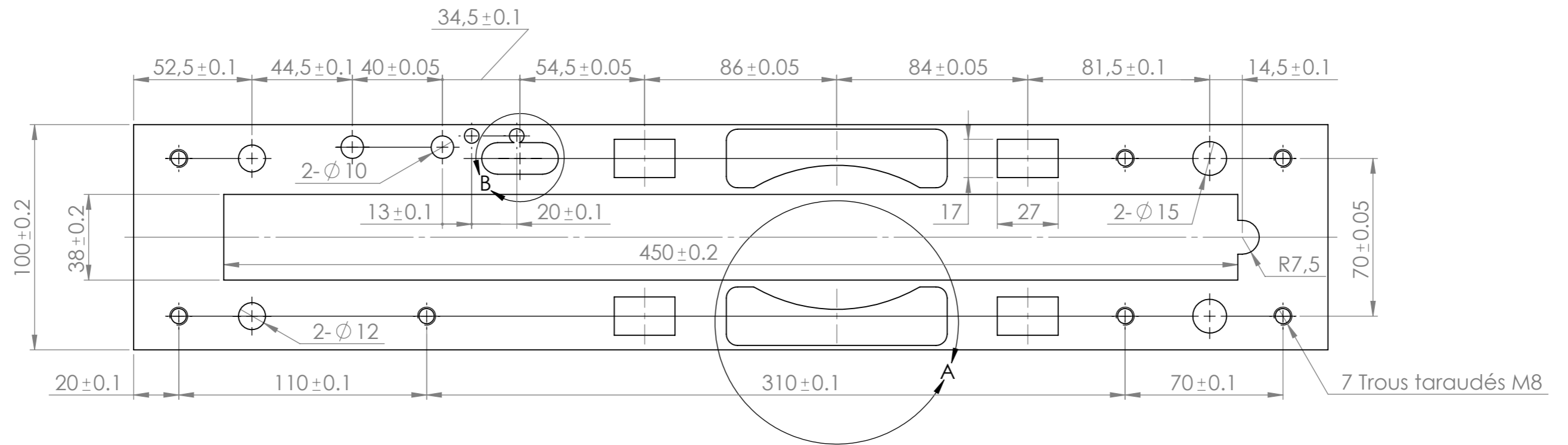
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

14	1	Serre Flan (A)	//	C 22
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



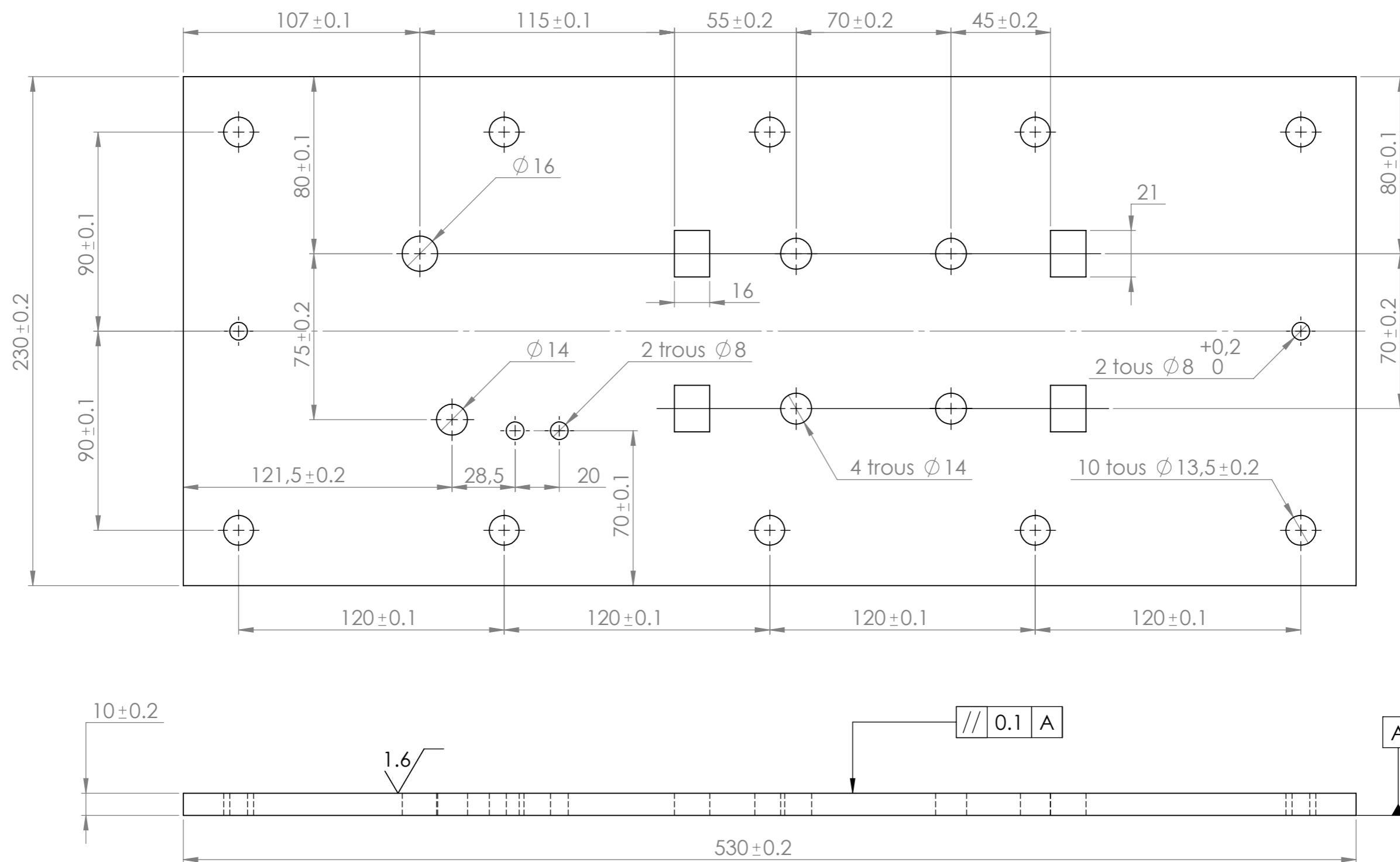
It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

15	1	Plaque d'appui (B)	//	C 38
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



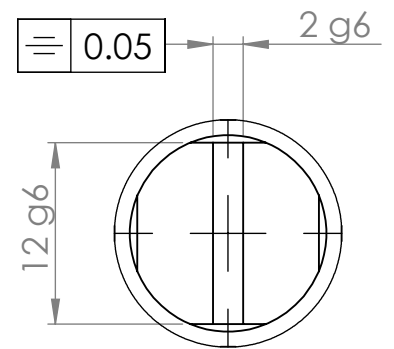
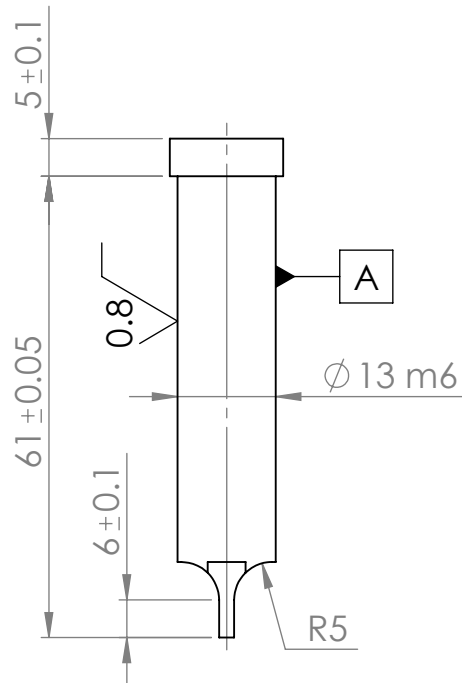
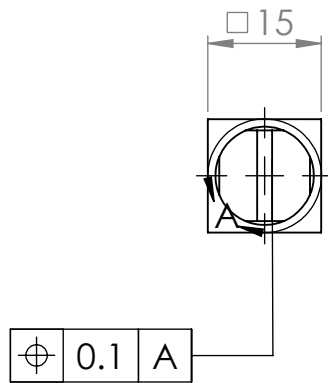
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

17	1	Serre Flan (B)	//	C 22
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

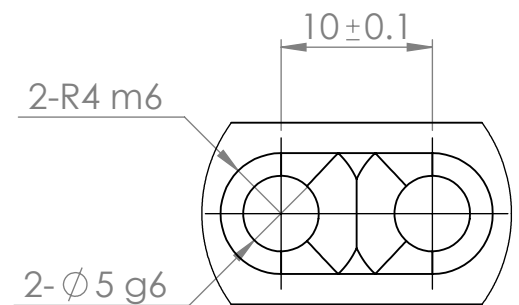
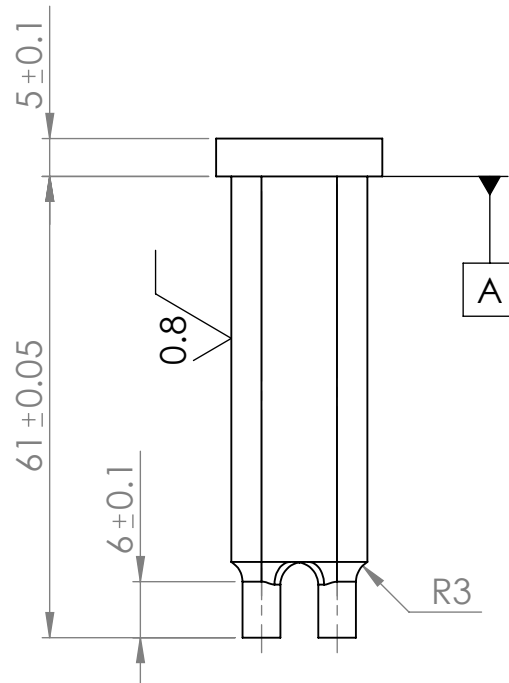
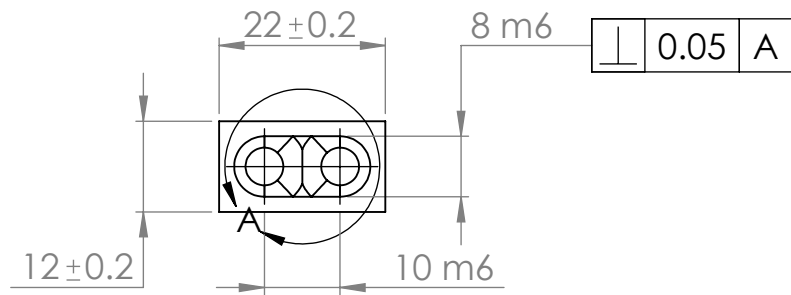
36	1	Plaque d'appui (C)	//	C 38
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A3	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 1

10	2	Poinçon (6)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 1

It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

11 4

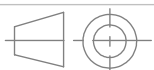
Poinçon (7)

Cémentation

X6 Cr Mo Ti 17-12

1:1

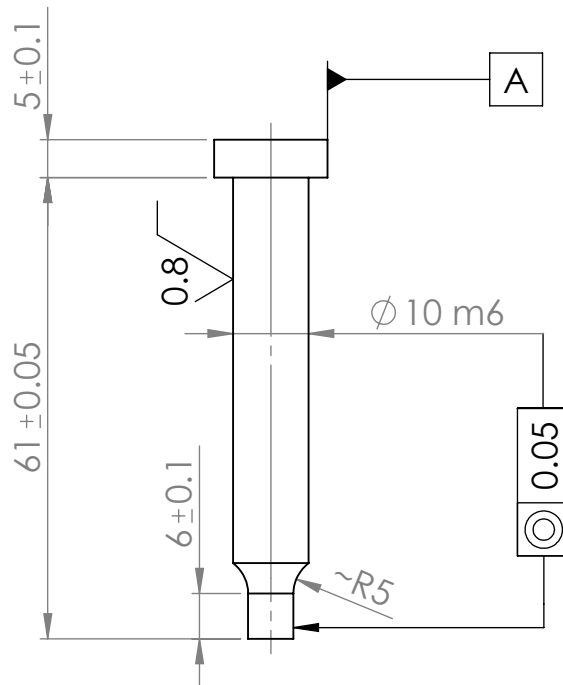
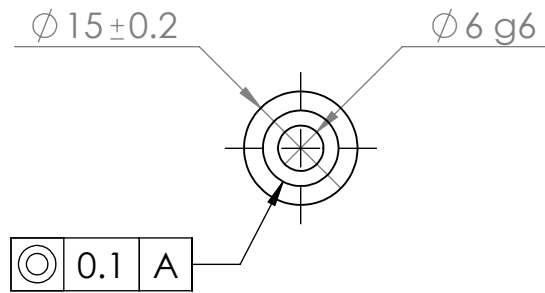
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

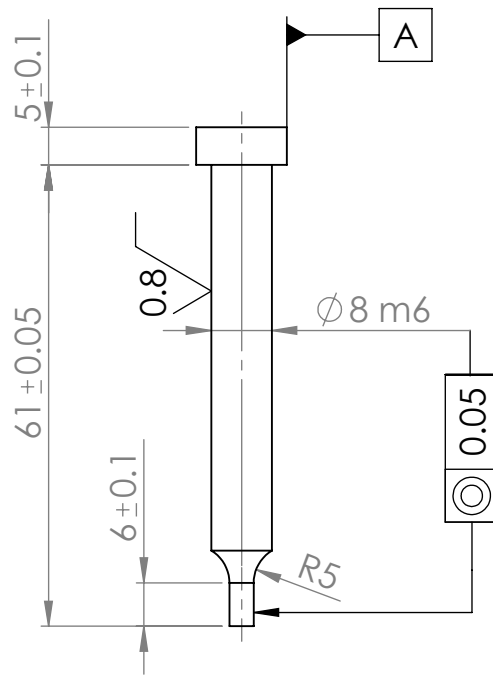
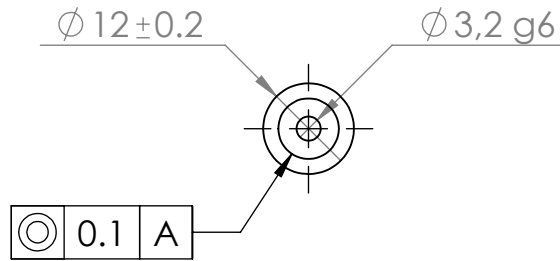
Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



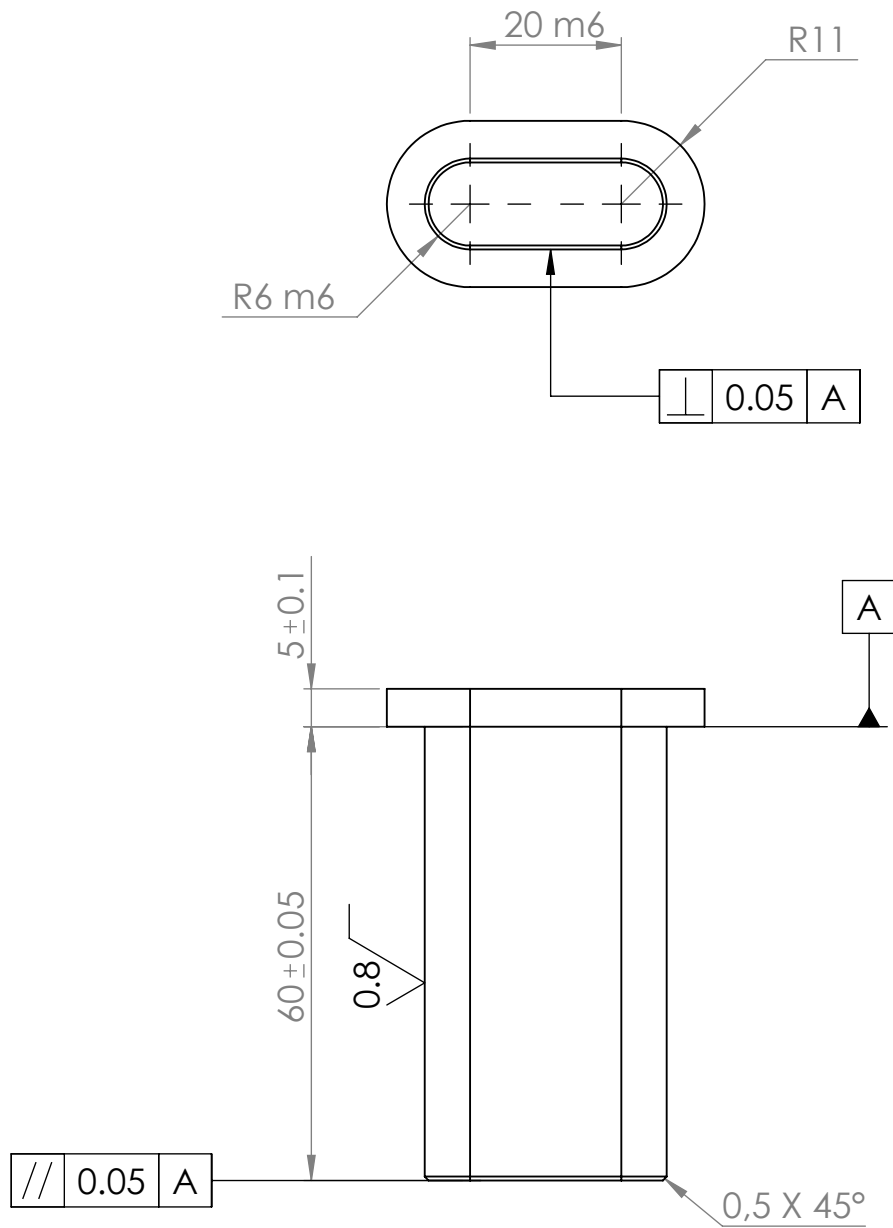
It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

18	2	Poinçon (9)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



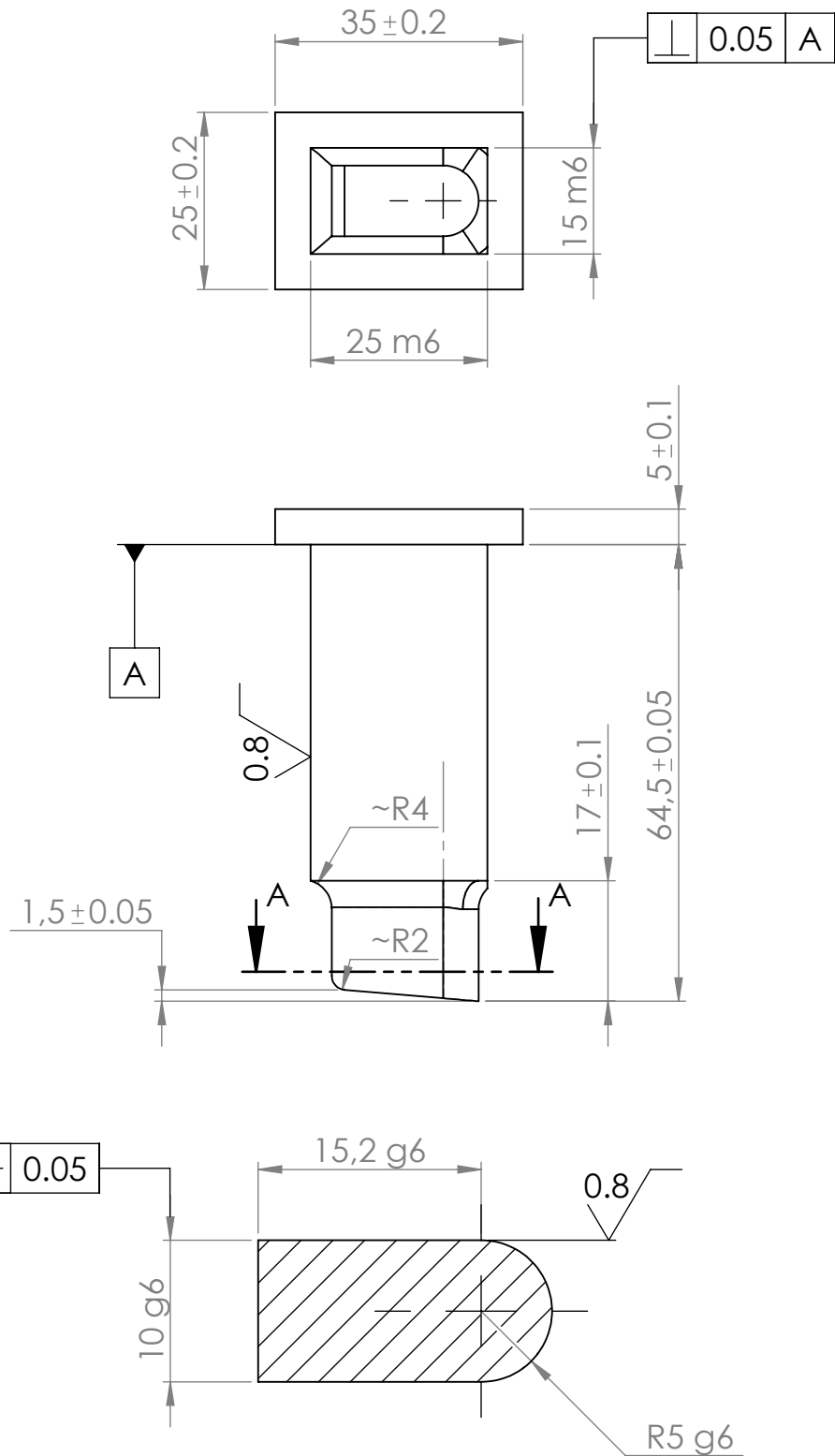
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

19	2	Poinçon (10)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

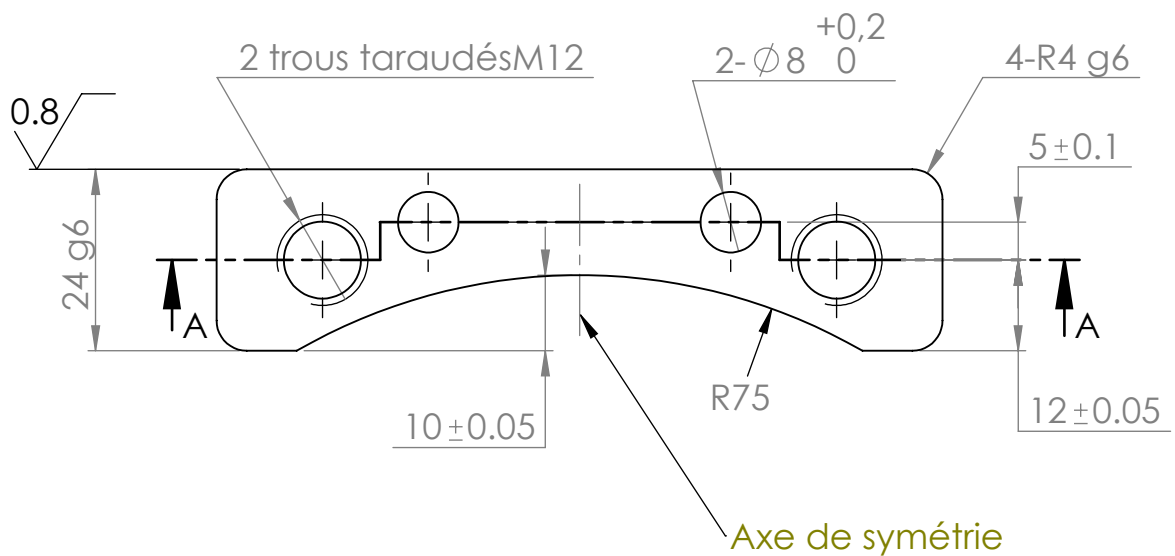
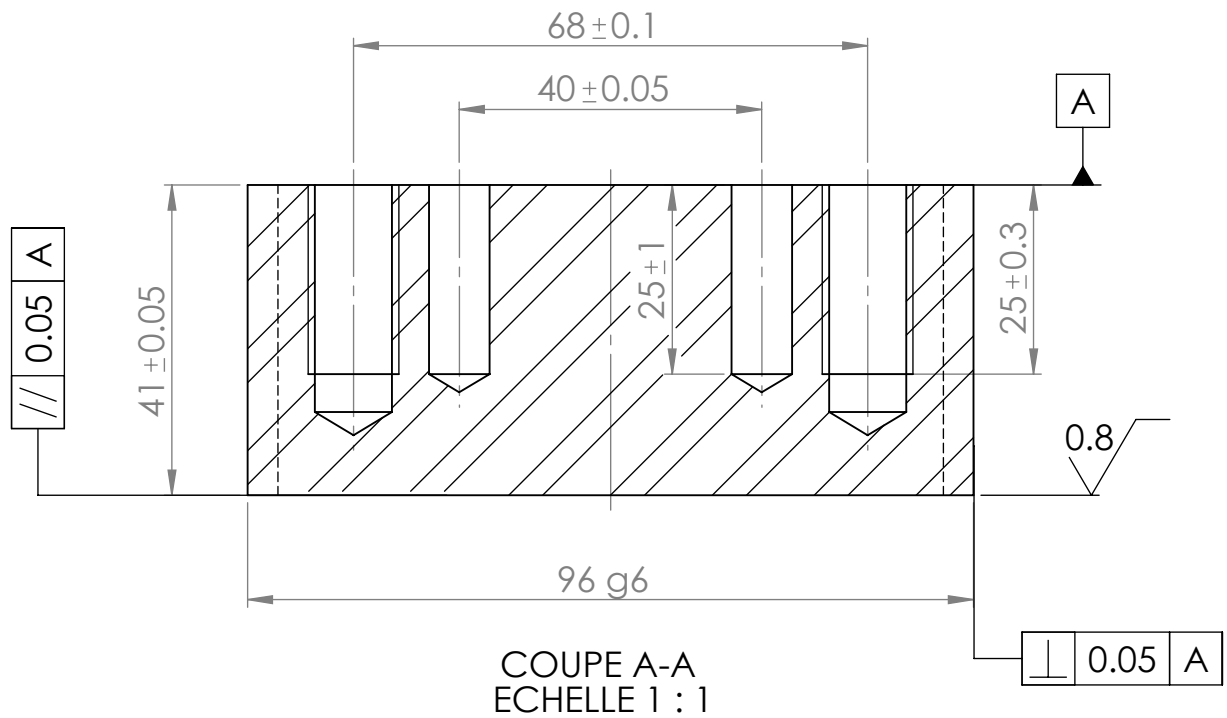
20	1	Poinçon (11)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

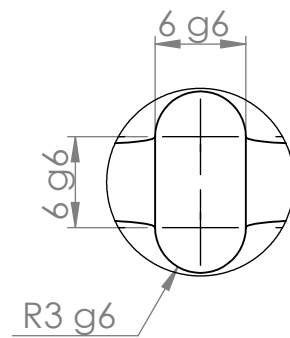
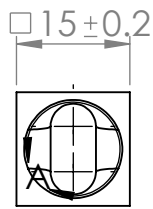
SECTION A-A
 ECHELLE 2 : 1

21	4	Poinçon (12)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

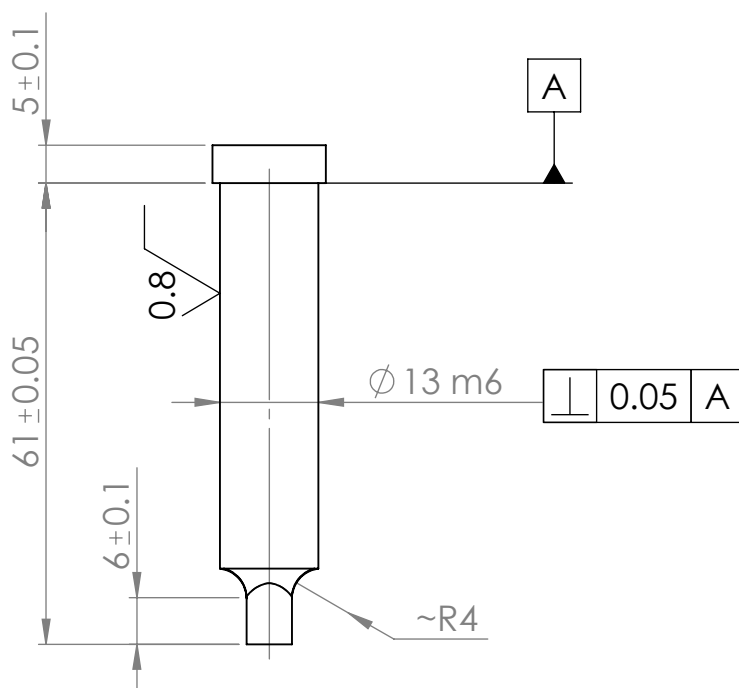


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

22	2	Poinçon (13)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 1

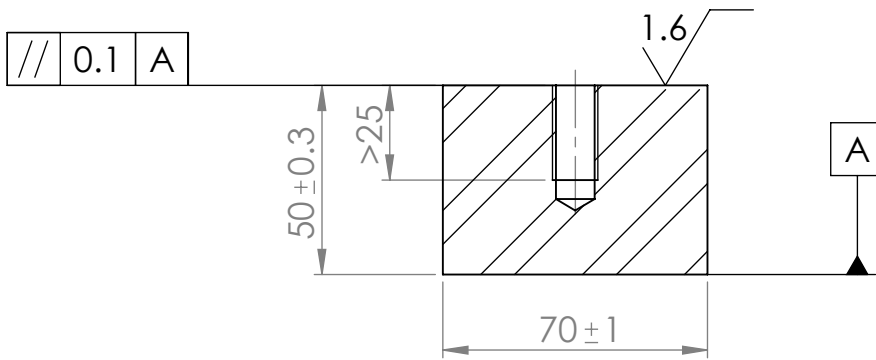


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

26	2	Poinçon (14)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	--------------	-------------	-------------------

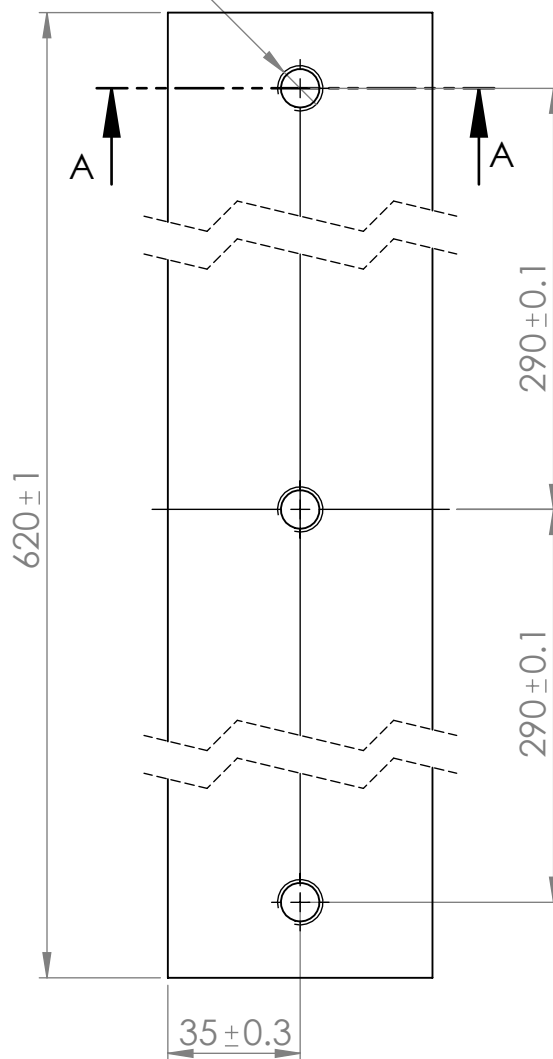
1:1	Outil a Deux Poste Parallèles			
-----	--------------------------------------	--	--	--

	A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	
--	----	-----------------------	---------------------------	--



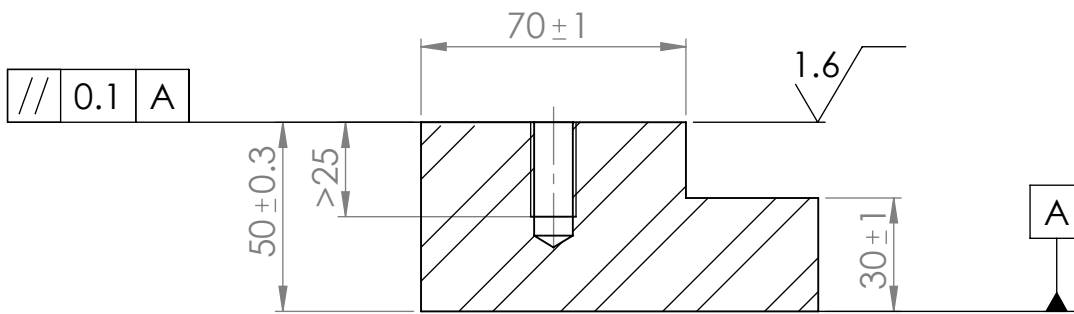
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2

3 Trous taraudés M12



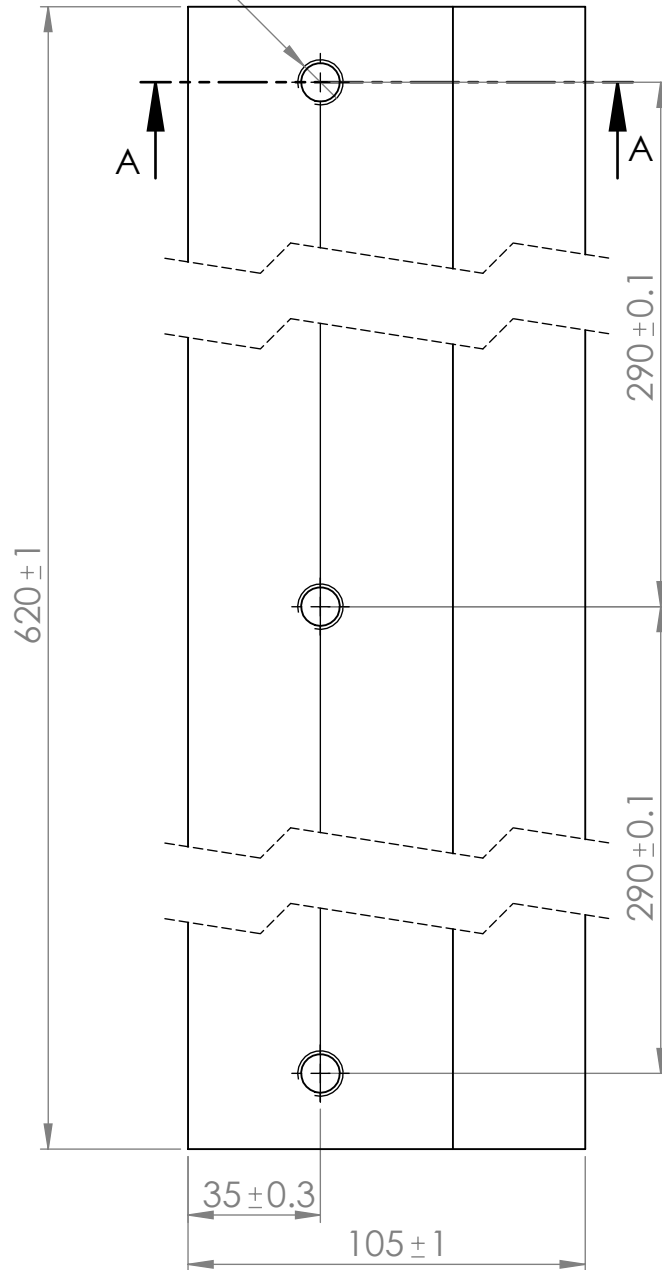
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

28	1	Cale (A)	//	S 235
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
	A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	



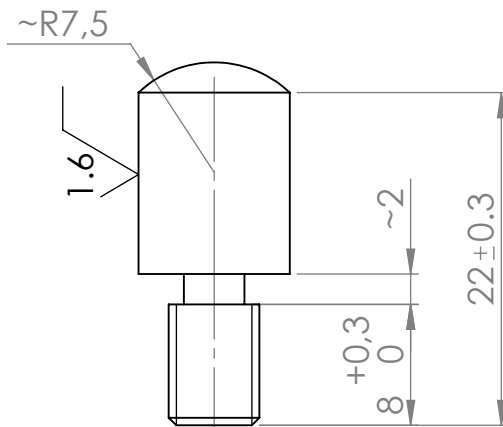
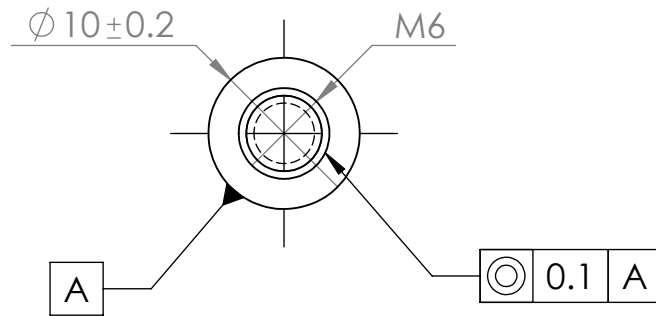
COUPE A-A
ECHELLE 1 : 2

3 Trous taraudés M14



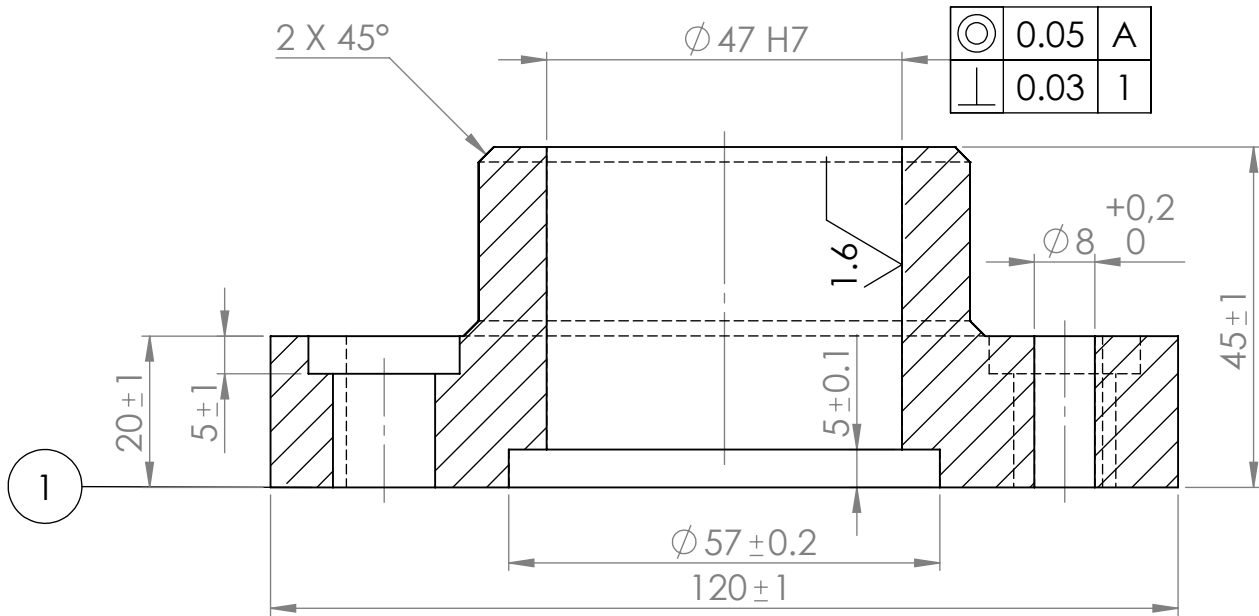
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

30	1	Cale (B)	//	S 235
1:2		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



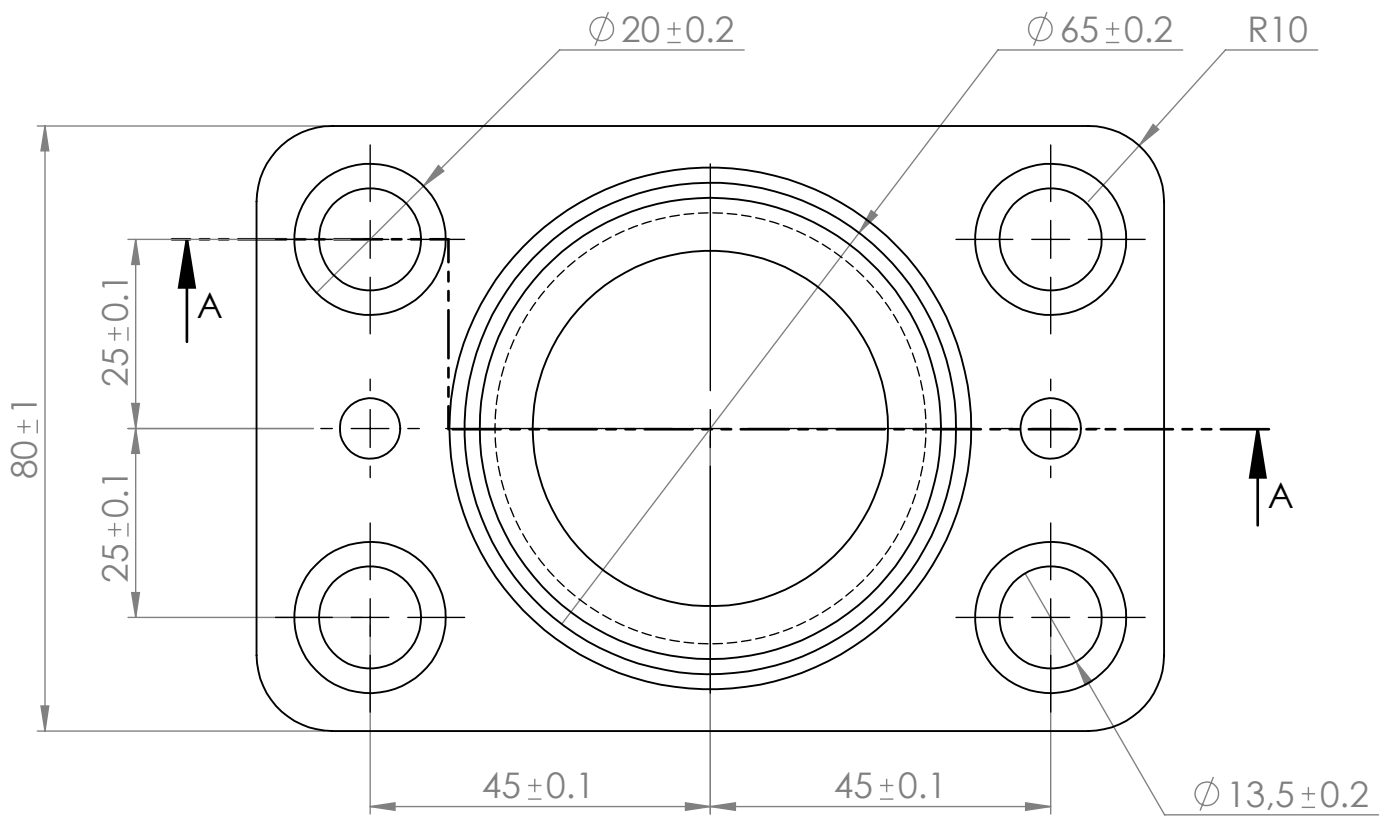
It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

31	4	Butée	//	C 44
2:1		Outil a Deux Poste Paralelles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



⊙	0.05	A
⊥	0.03	1

COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

32	4	Embase Inferieure	Fonderie	FGS 200
----	---	-------------------	----------	---------

1:1

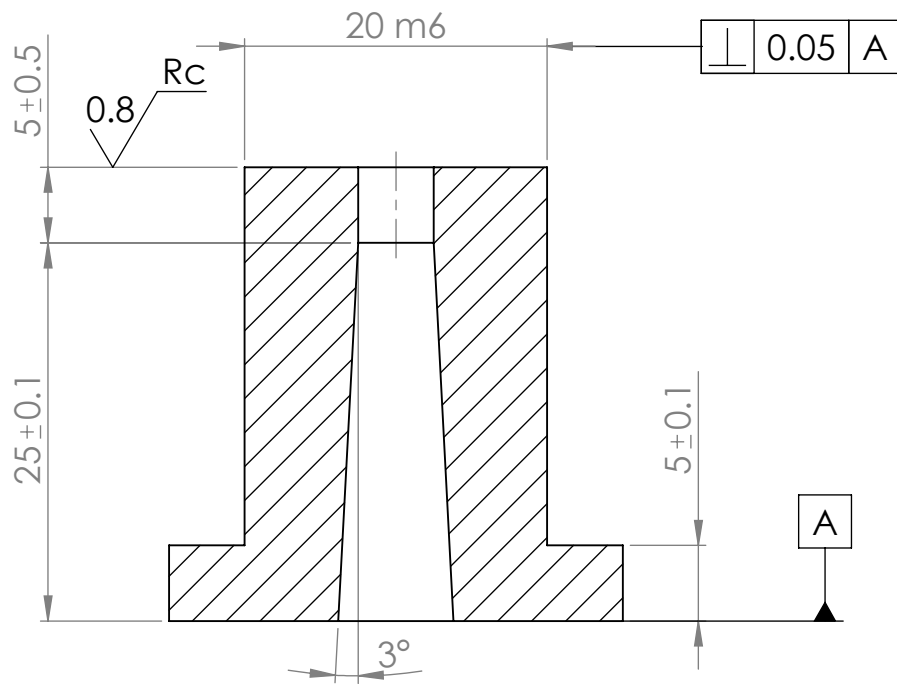
Outil a Deux Poste Paralelles



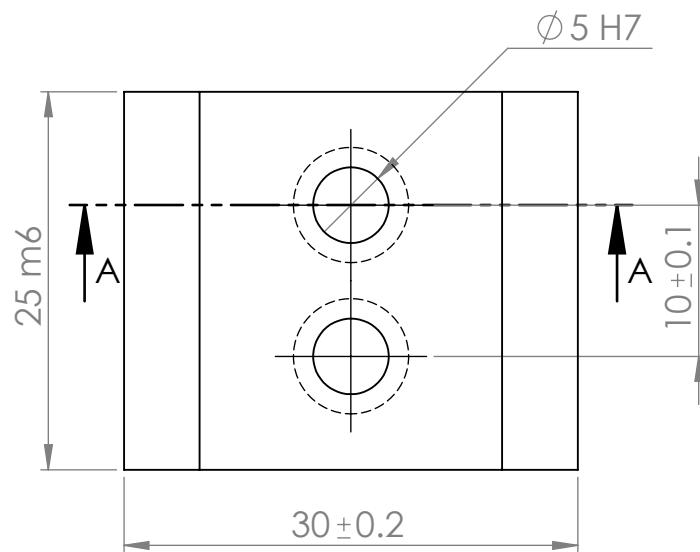
A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

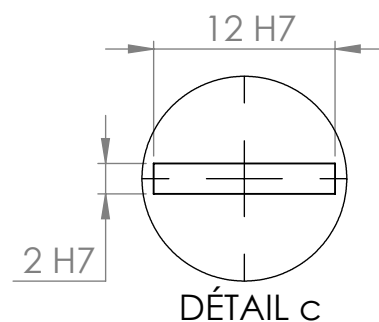
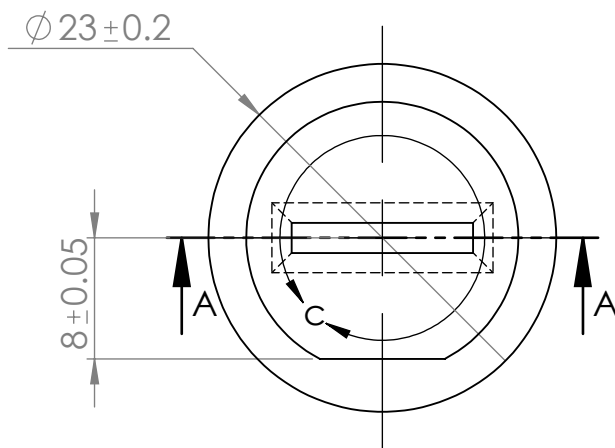
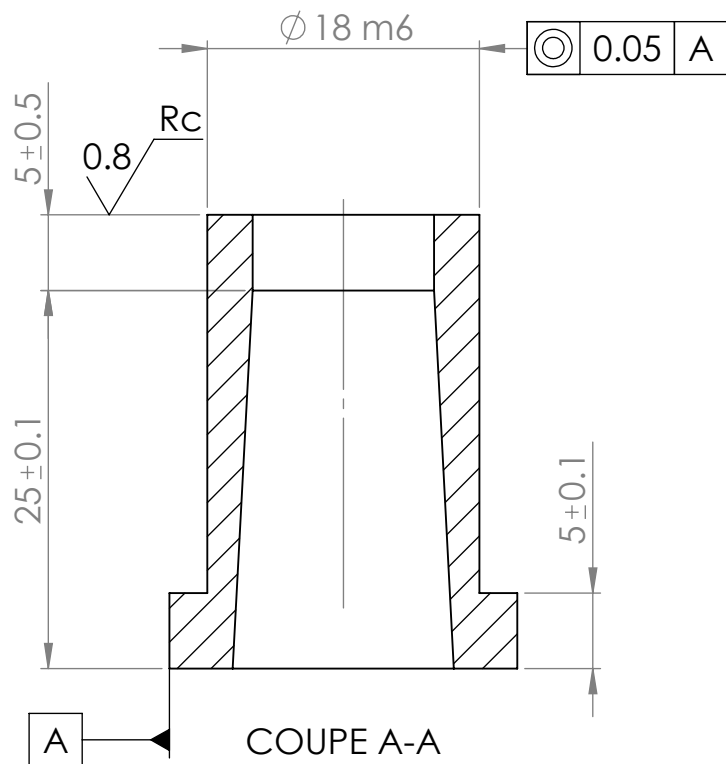


COUPE A-A



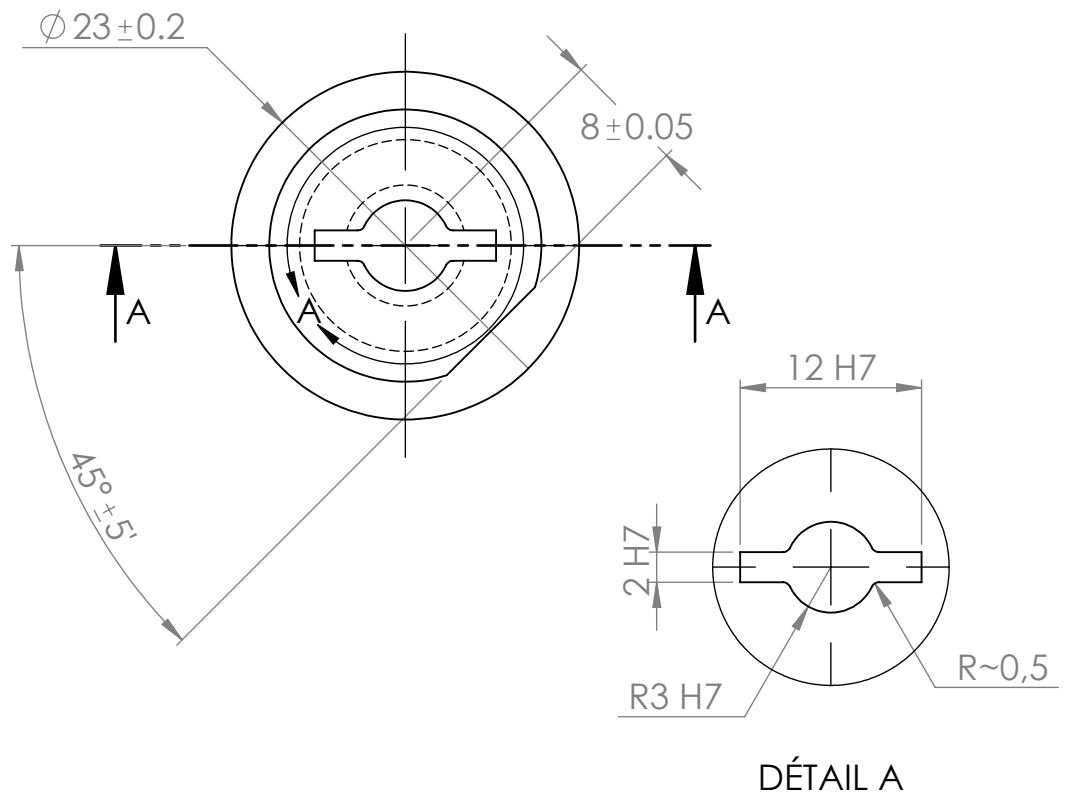
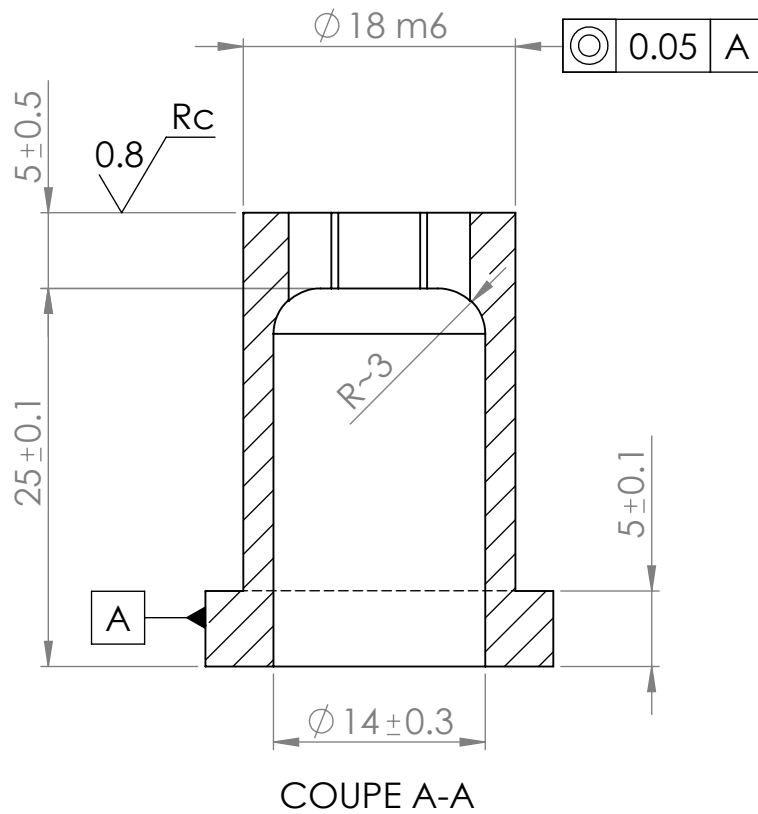
It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

33	4	Matrice Rapportée (1)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
2:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

34	2	Matrice Rapportée (2)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
2:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

35	2	Matrice Rapportée (3)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

2:1

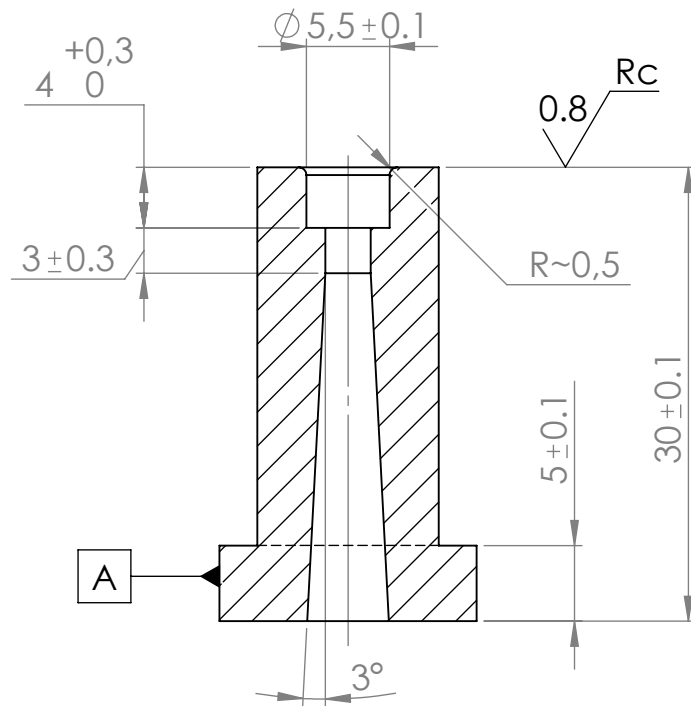
Outil a Deux Poste Parallèles



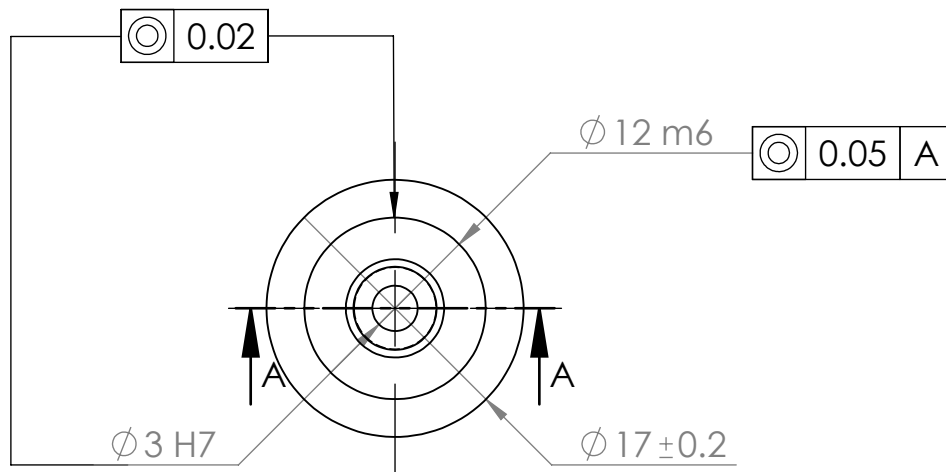
A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



COUPE A-A



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

38	2	Matrice Rapportée (4)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

2:1

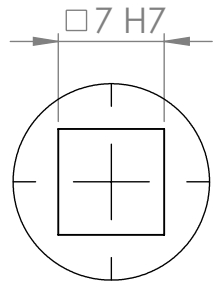
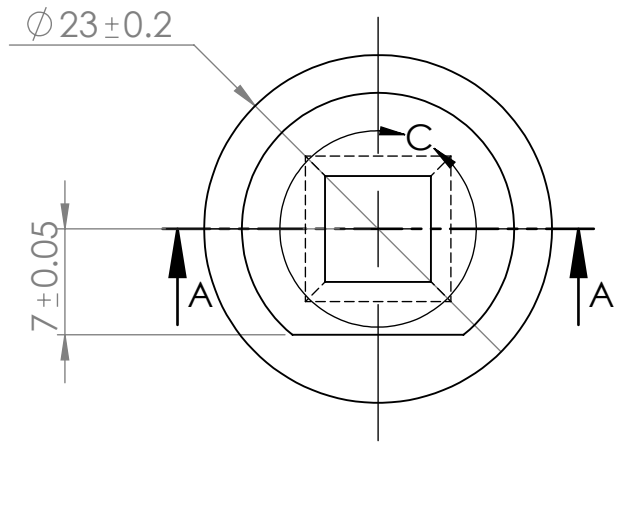
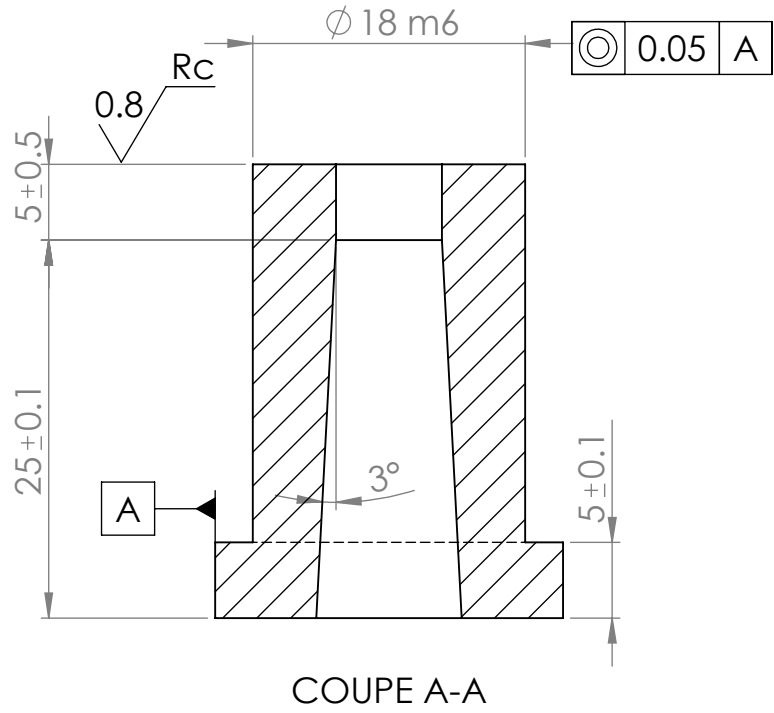
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

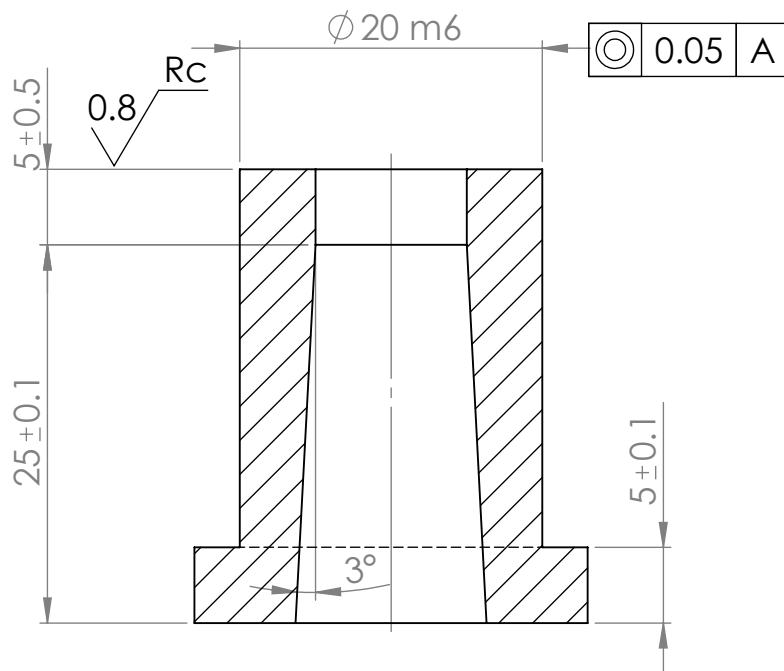
Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

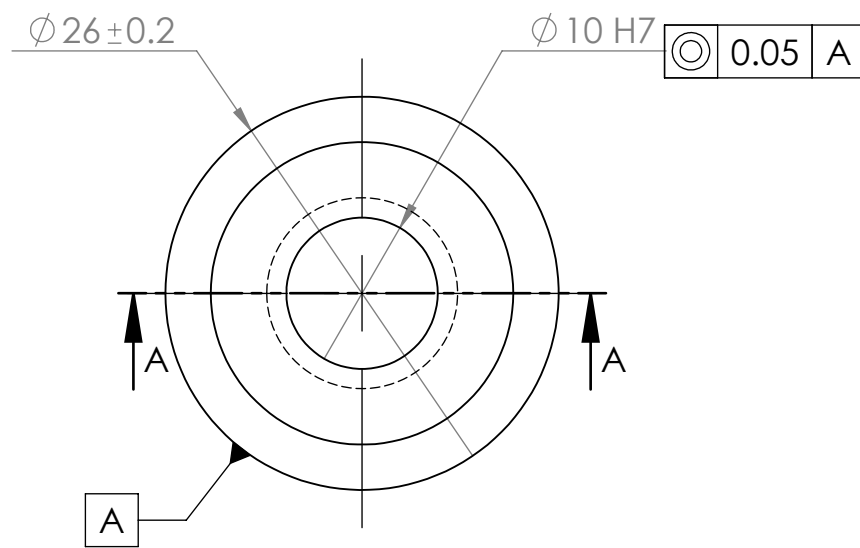


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

39	1	Matrice Rapportée (5)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
2:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



COUPE A-A



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

40	1	Matrice Rapportée (6)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

2:1

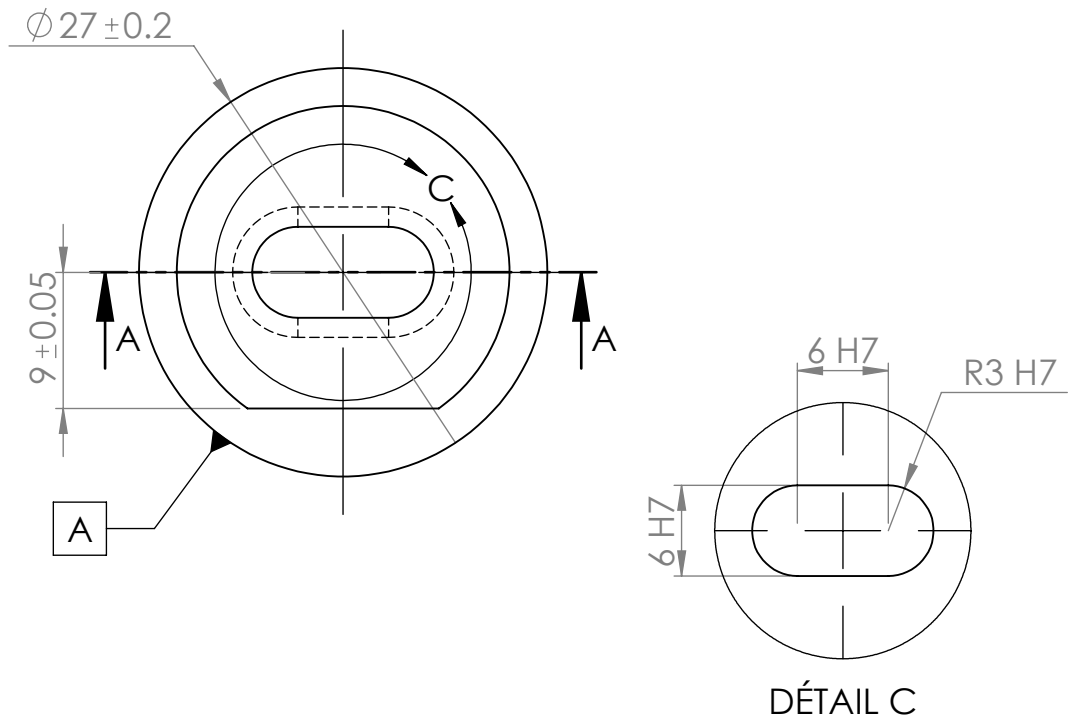
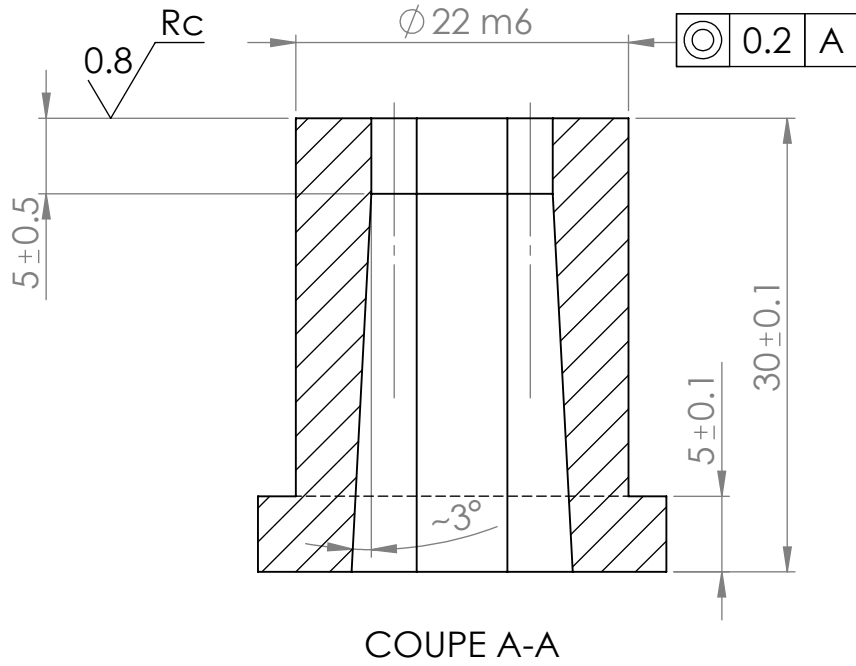
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

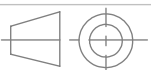


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

44	2	Matrice Rapportée (7)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

2:1

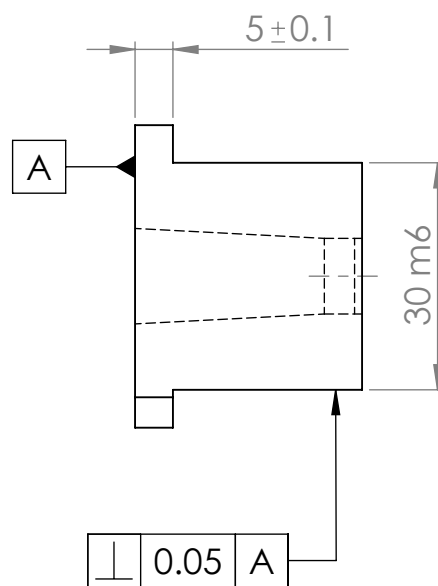
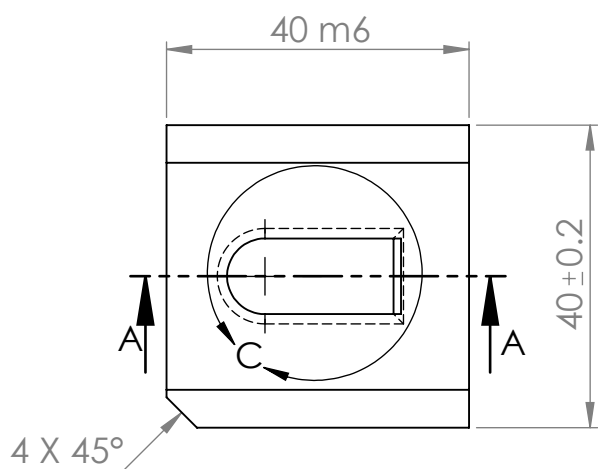
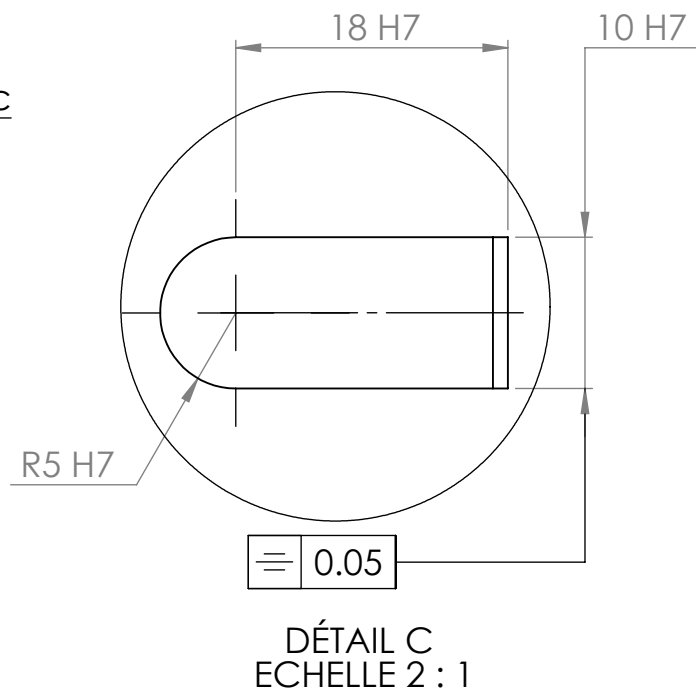
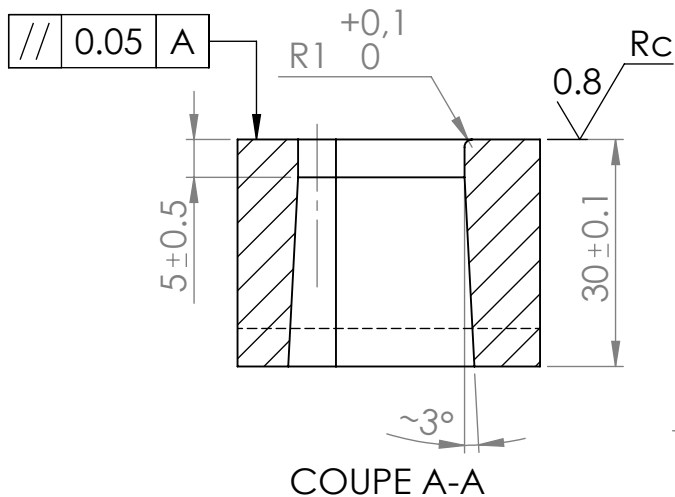
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

45	4	Matrice Rapportée (8)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

1:1

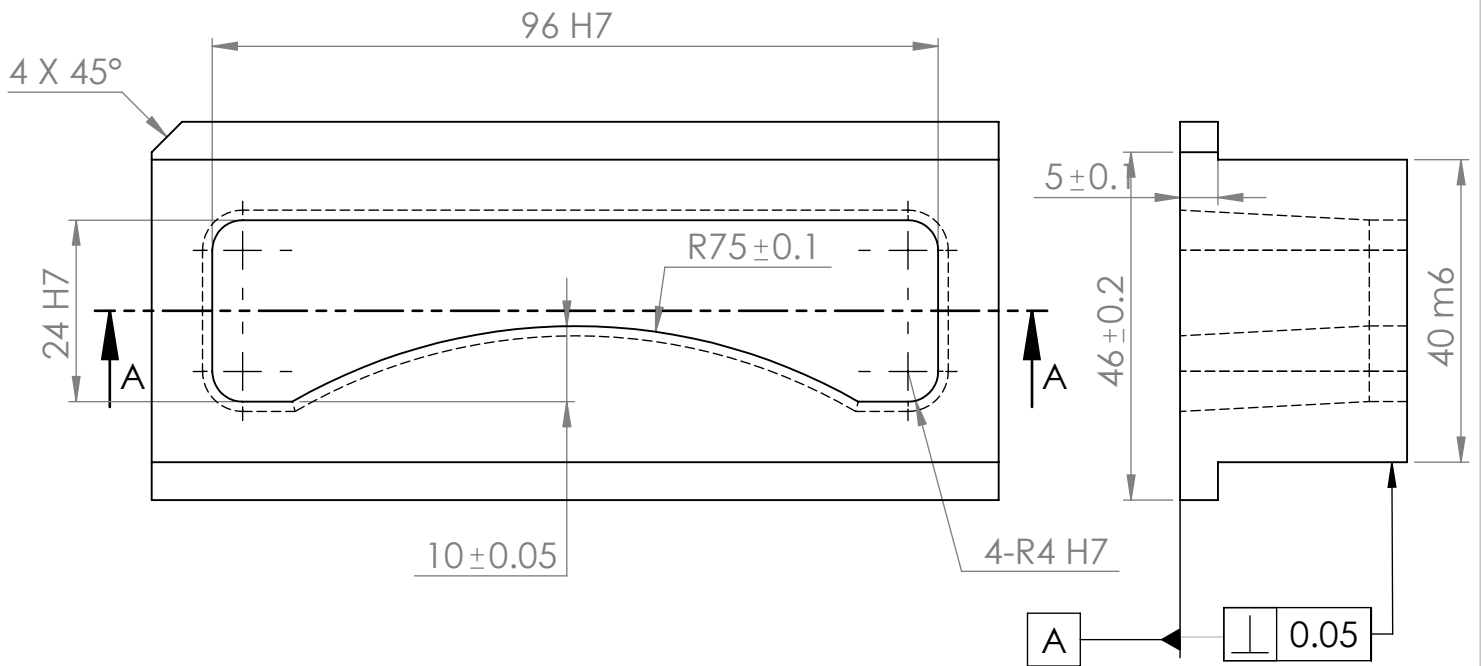
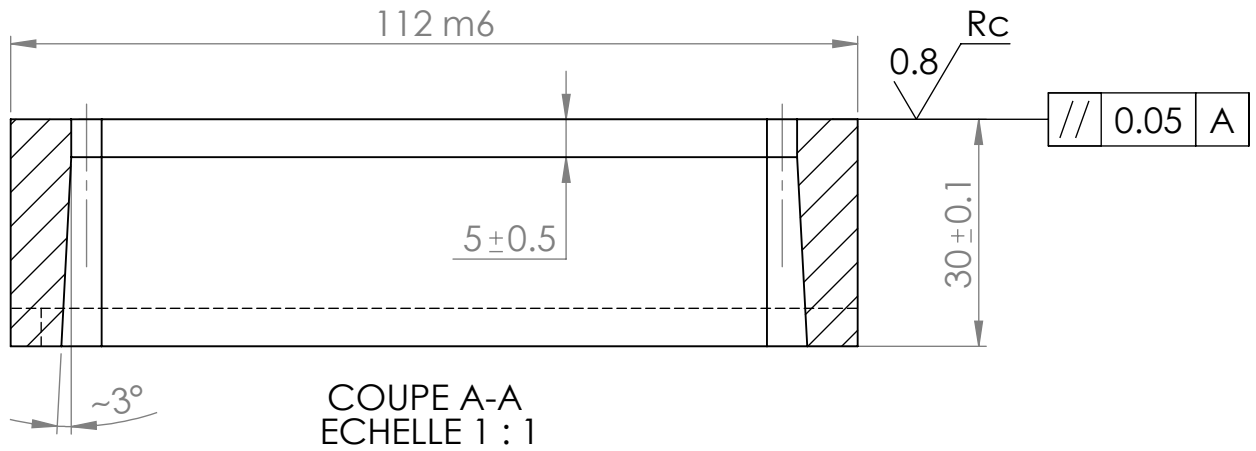
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

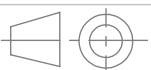


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

46	2	Matrice Rapportée (9)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	-----------------------	-------------	-------------------

1:1

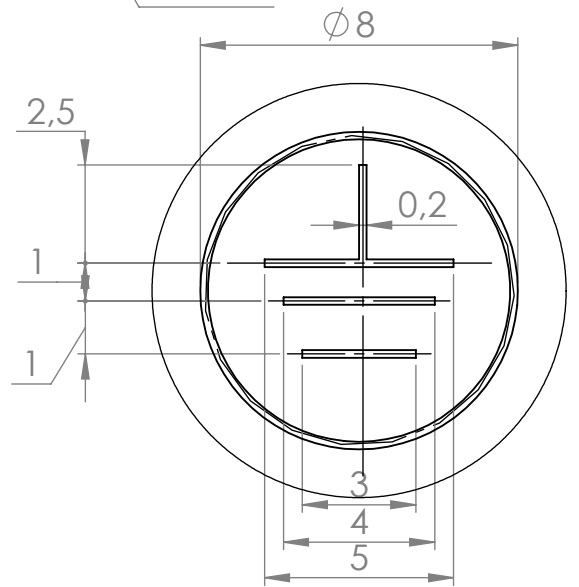
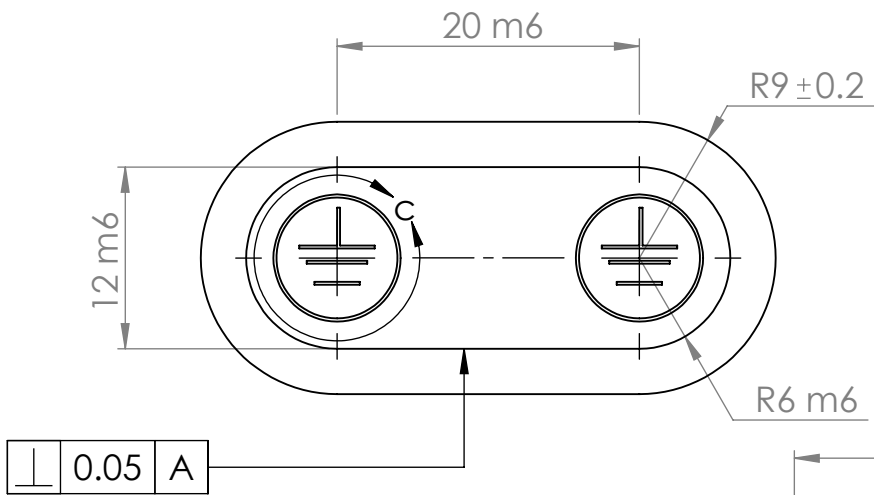
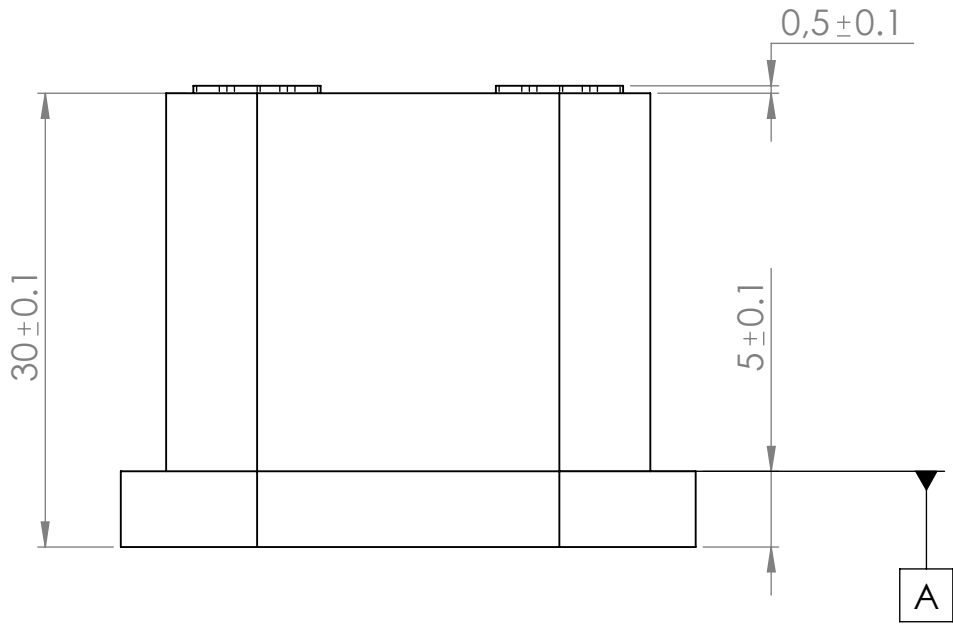
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

Par : Karim ISSELNANE

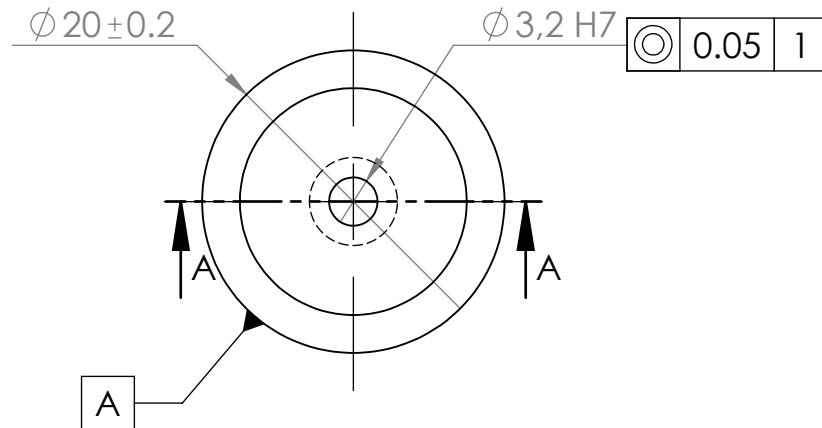
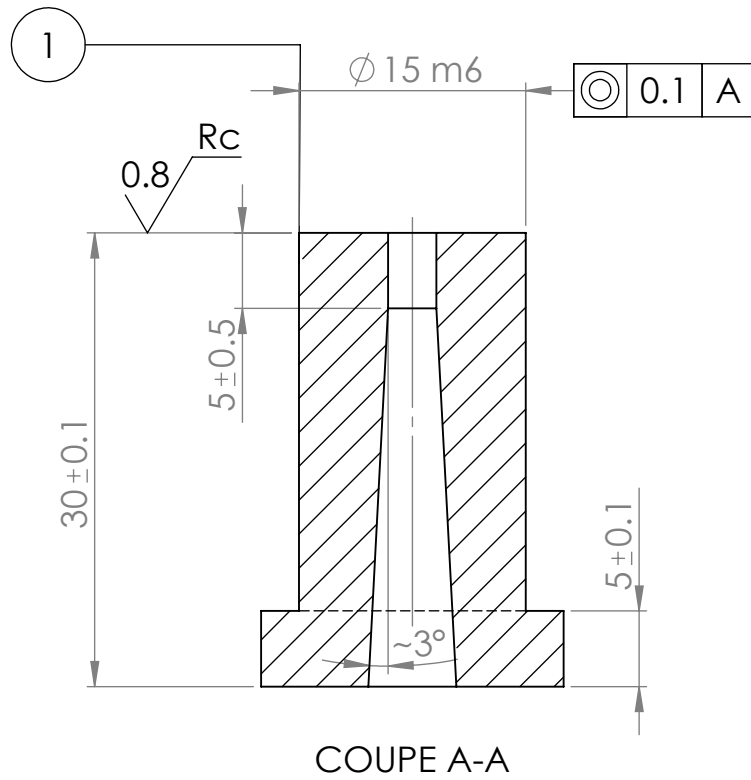
FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

DÉTAIL C
ECHELLE 5 : 1

48	1	Matrice Rapportée (10)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
2:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
	A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	

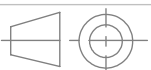


It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

49	2	Matrice Rapportée (11)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
----	---	------------------------	-------------	-------------------

2:1

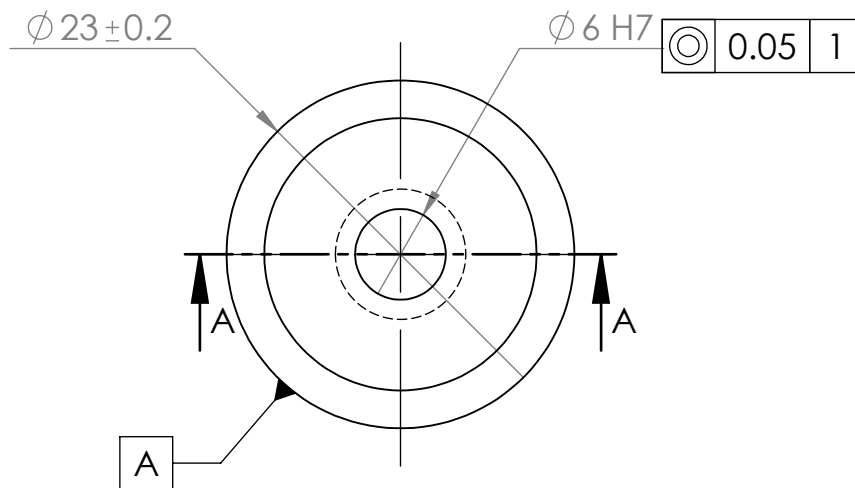
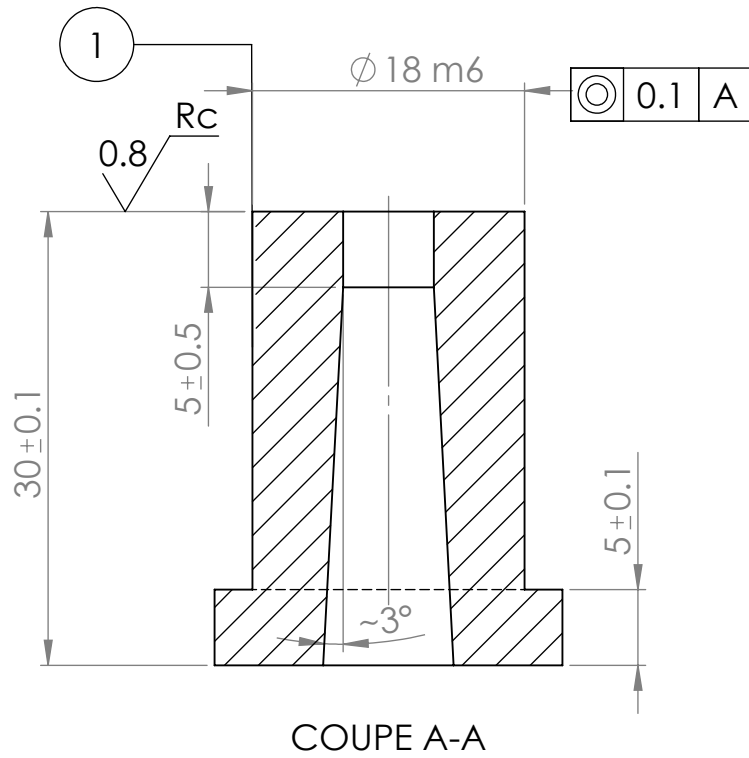
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

50

2

Matrice Rapportée (12)

Cémentation

X6 Cr Mo Ti 17-12

2:1

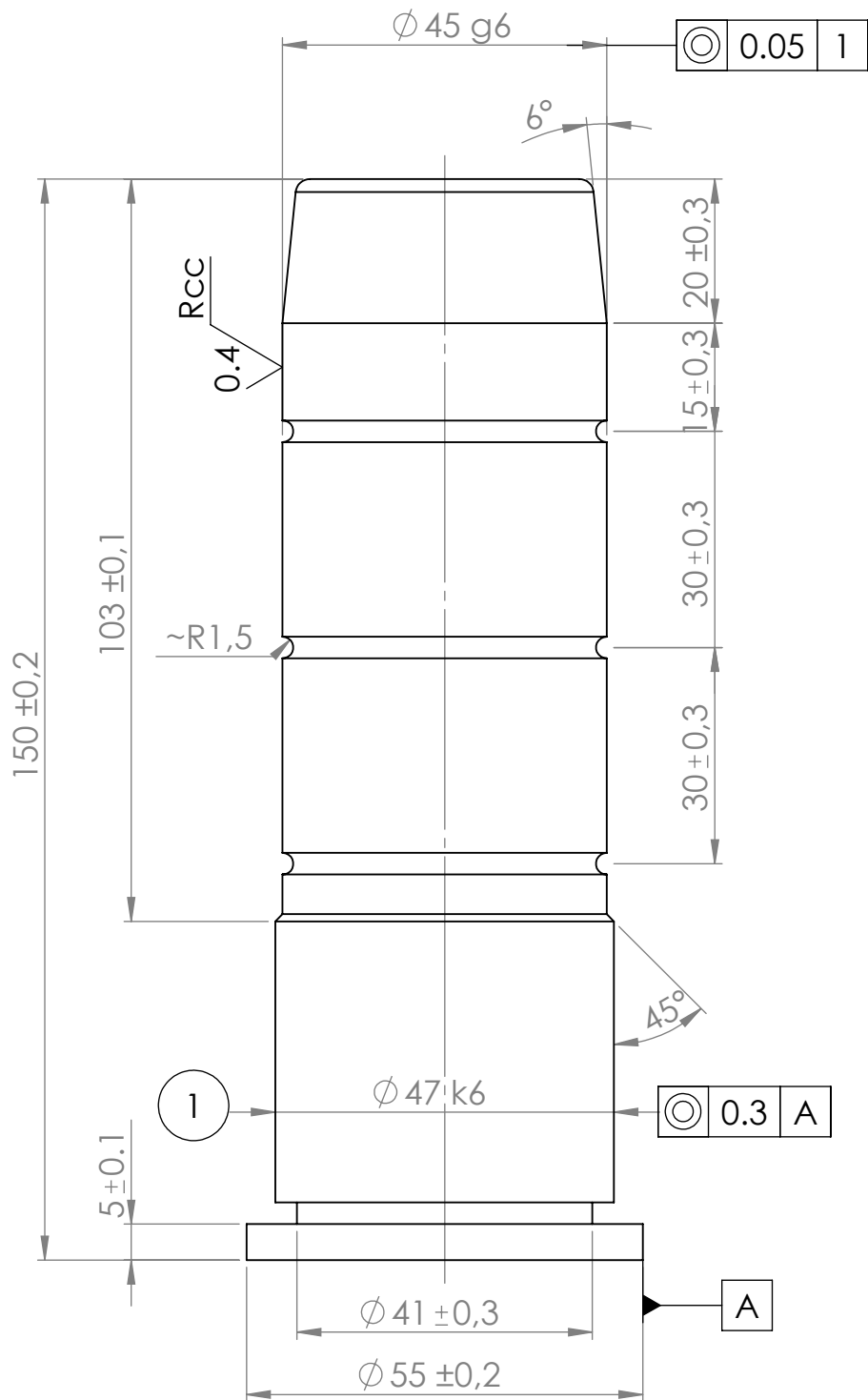
Outil a Deux Poste Parallèles



A4

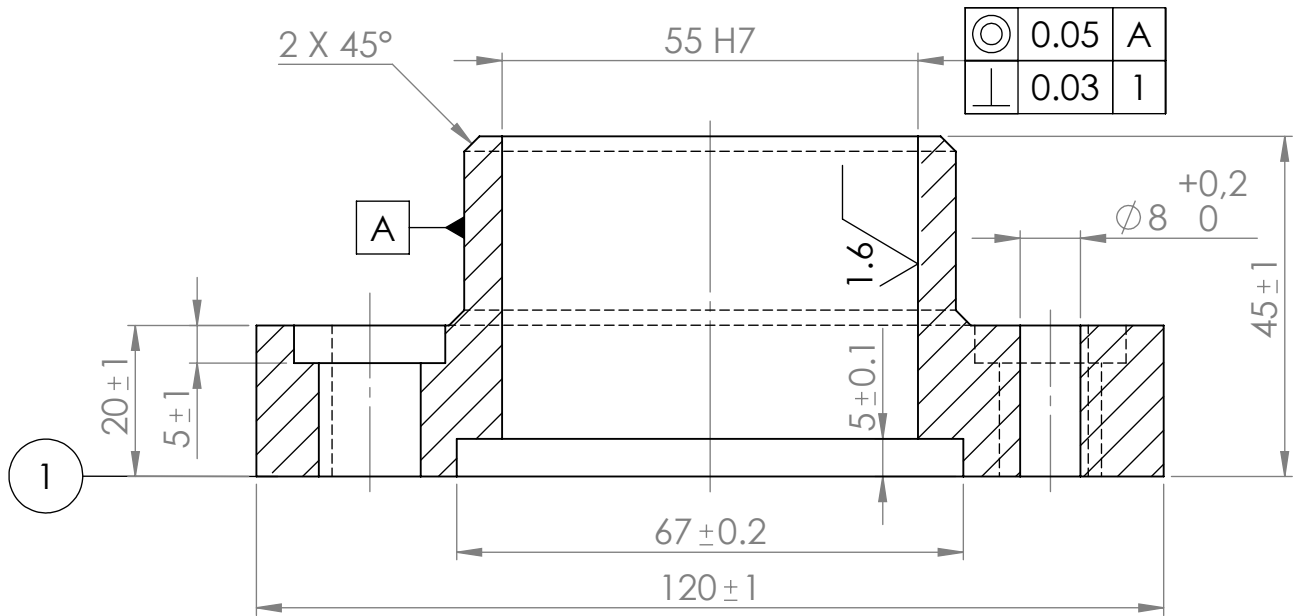
Par : Karim ISSELNANE

FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

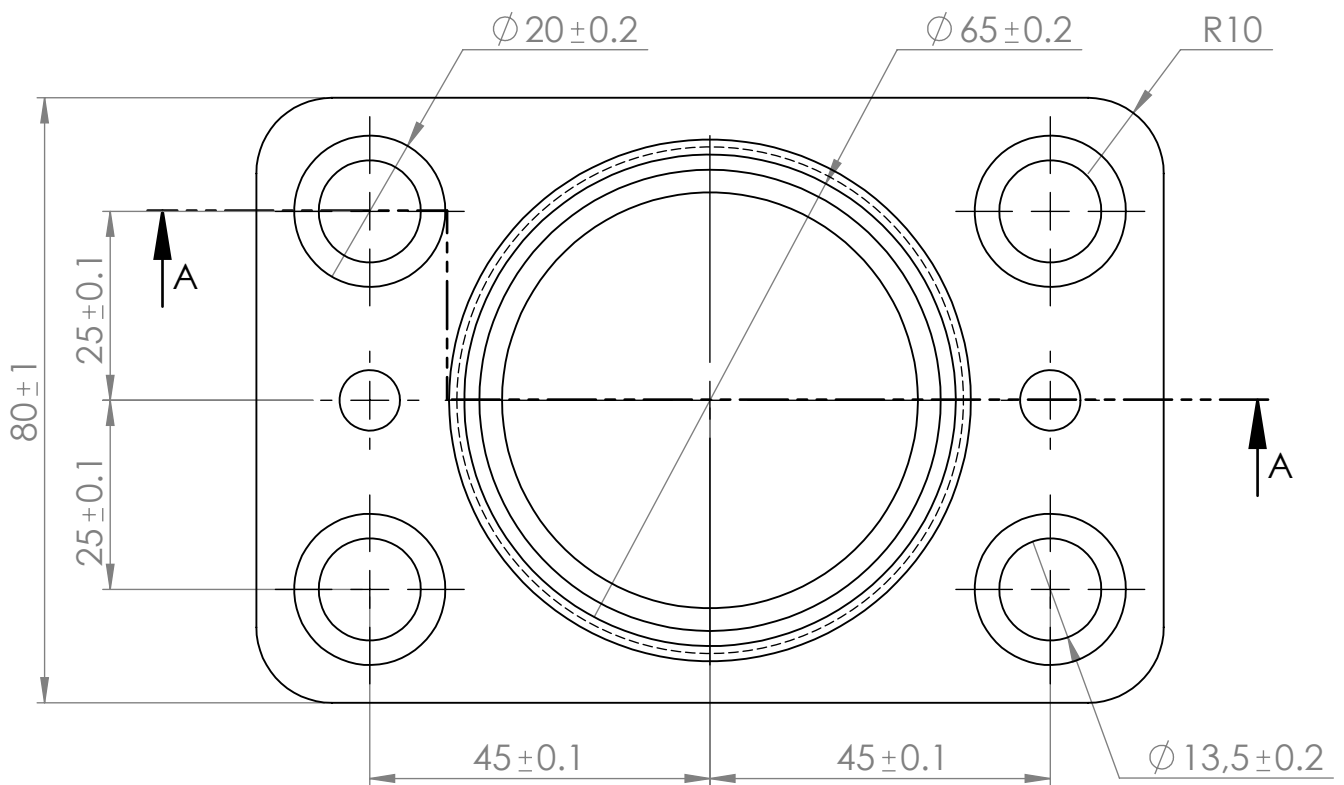


It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

51	4	Colonne de guidage	Cémentation	C 60
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

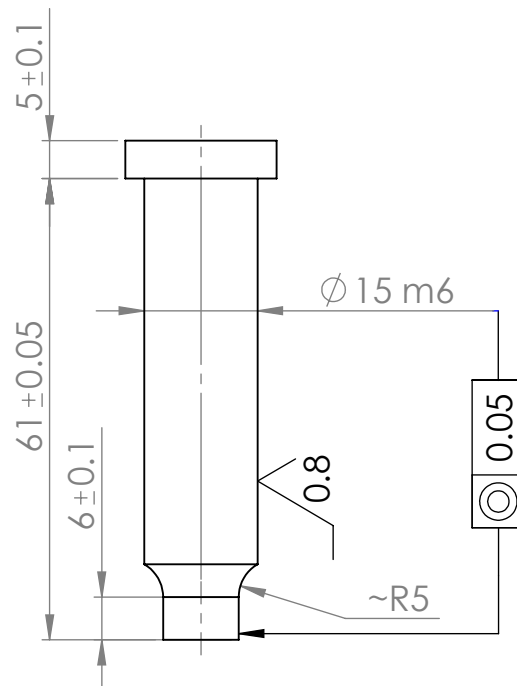
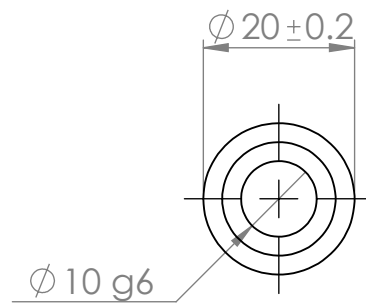


COUPE A-A
ECHELLE 1 : 1



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

3	4	Embase Superieure	Fonderie	FGS 200
1:1		Outil a Deux Poste Paralelles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017

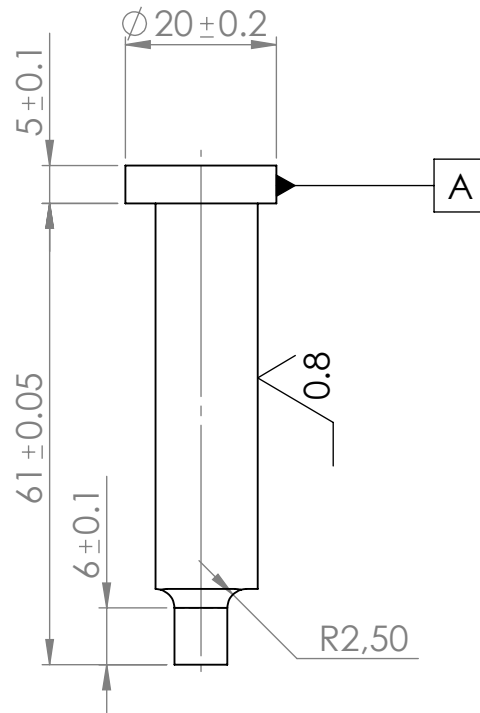
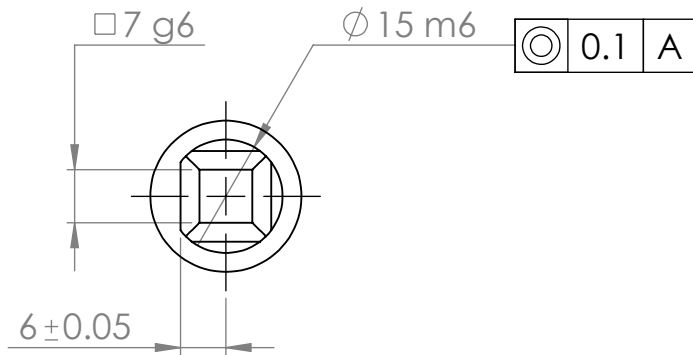


It= 0.5
 Ra=3,2
 Sauf Indication

5	1	Poinçon (2)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
---	---	-------------	-------------	-------------------

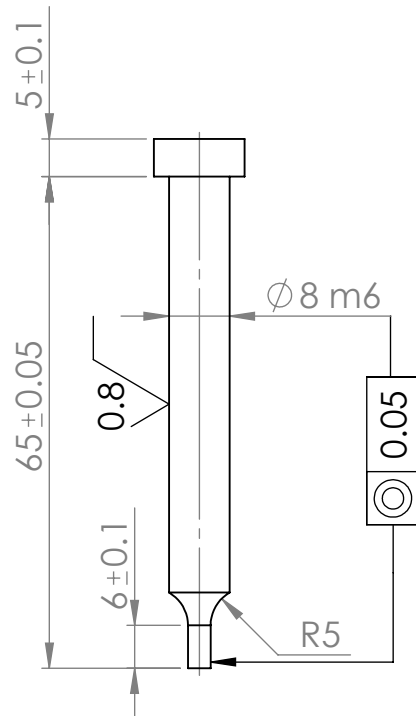
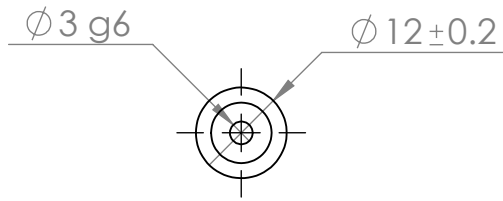
1:1	Outil a Deux Poste Parallèles			
------------	--------------------------------------	--	--	--

	A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017	
--	----	-----------------------	---------------------------	--



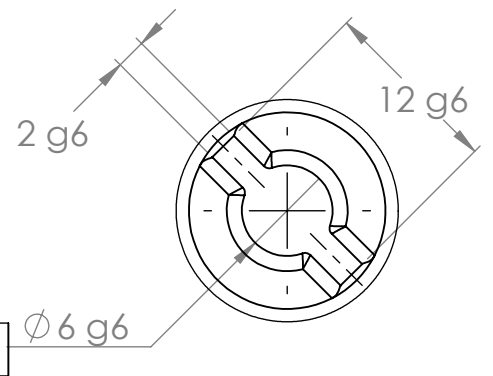
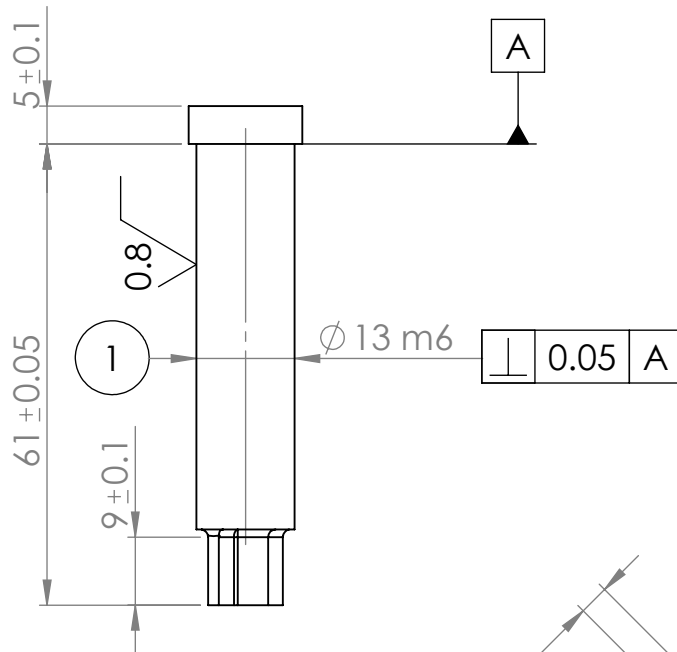
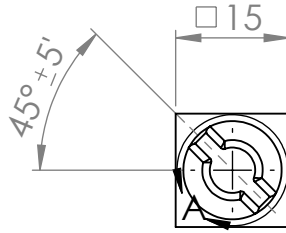
It= 0,5
Ra=3,2
Sauf Indication

6	1	Poinçon (3)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

7	2	Poinçon (4)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017



It= 0.5
Ra=3,2
Sauf Indication

DÉTAIL A
ECHELLE 2 : 1

9	2	Poinçon (5)	Cémentation	X6 Cr Mo Ti 17-12
1:1		Outil a Deux Poste Parallèles		
		A4	Par : Karim ISSELNANE	FGC-DGM-UMMTO/M2 FMP/2017