

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR
Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage
Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire
Session 2024

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé.

L'usage de calculatrice avec mode examen est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé

- **DOSSIER SUJET** Pages 1 à 8
 - **DOSSIER REPONSES** Pages 9 à 19
 - **DOSSIER TECHNIQUE** Pages 20 à 36
-

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage

Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire

Session 2024

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

L'utilisation de tous les modèles de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisée.

DOSSIER SUJET

| | |
|---|---|
| Mise en situation | 2 |
| Partie 1. Faisabilité technique de la pièce..... | 3 |
| 1.1 Matériau de la pièce | 3 |
| 1.2 Exigences géométriques..... | 3 |
| 1.3 Largeur de bande, pas et déchet matière minimums..... | 4 |
| 1.4 Formabilité de la pièce..... | 5 |
| Partie 2. Plan méthode..... | 5 |
| 2.1 Choix de plan méthode..... | 5 |
| Partie 3. Etude de l'outil..... | 6 |
| 3.1 Dimensionnement minimum théorique..... | 6 |
| 3.2 Sélection et implantation des poinçons cylindriques | 6 |
| 3.3 Sélection et implantation des ressorts de dévêtissage | 6 |
| 3.4 Choix de presse..... | 7 |
| Partie 4. Etude technico-économique..... | 8 |
| 4.1 Planification et coûts de réalisation d'outillage | 8 |
| 4.2 Détermination du seuil de rentabilité | 8 |

Mise en situation

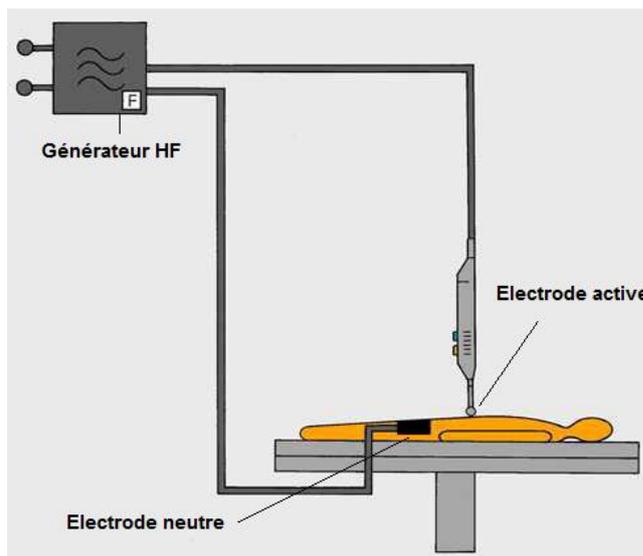
Vous êtes chargé d'affaires au sein d'une entreprise spécialisée dans le découpage et l'emboutissage de pièces située dans l'agglomération lyonnaise.

Une entreprise spécialisée dans la conception, réalisation et vente de matériel médical vous consulte pour réaliser une électrode neutre à usage unique de bistouri électrique.

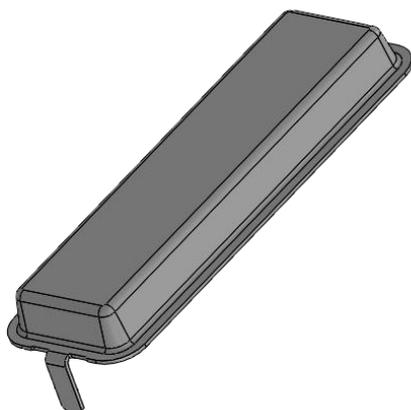
Le bistouri électrique est un appareil médical utilisé en électrochirurgie permettant de couper les tissus organiques.

Le positionnement des électrodes neutres est généralement réalisé sur la cuisse ou le biceps mais pour être au plus près de l'intervention chirurgicale d'autres zones peuvent être favorisées comme pour ici : la cheville.

L'objet de cette étude est de répondre à un certain nombre de problématiques afin d'assurer la meilleure offre possible pour la fabrication de ces électrodes de chevilles.



Mise en situation lors d'une opération chirurgicale



Electrode de cheville

Faisabilité technique de la pièce

Dans cette première partie, vous devez réaliser le décodage et l'analyse du cahier des charges afin de vous assurer de la faisabilité technique de la pièce au regard de sa définition et des exigences du cahier des charges.

1.1 Matériau de la pièce

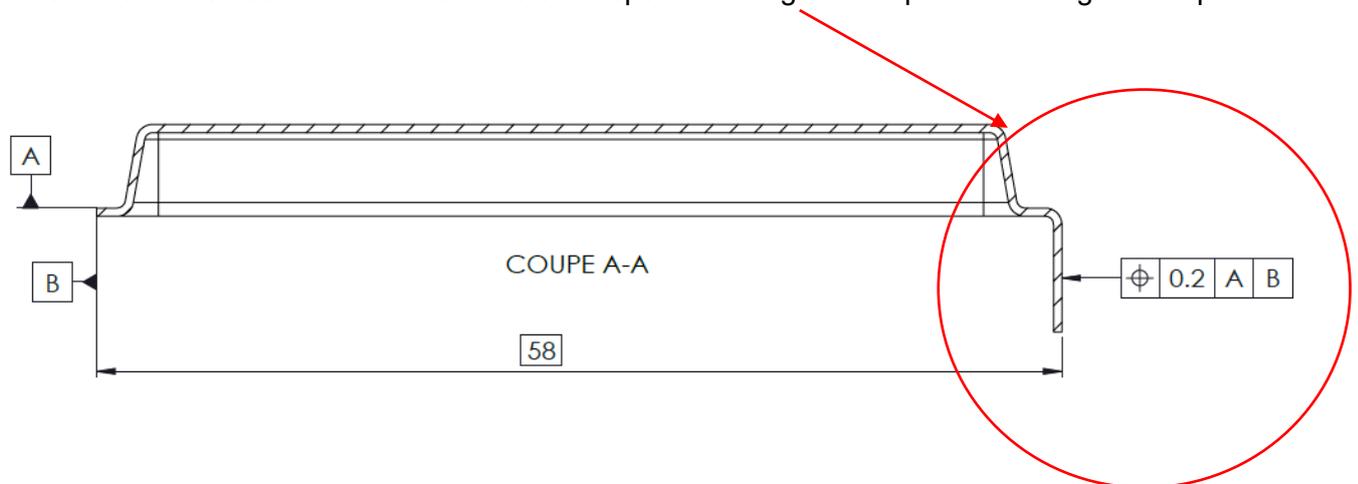
Le matériau généralement utilisé pour la réalisation des électrodes neutres appartient à la famille des alliages inoxydables. Vous devez réaliser le meilleur choix de matériau au regard des exigences du cahier des charges pour l'électrode de cheville parmi 4 matériaux.

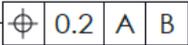
| | |
|--|--|
| Question 1.1.1 Voir DT1 et DT2 Répondre sur DR1 | Remplir le tableau pondéré pour l'ensemble des matériaux suivant les critères établis et calculer la note totale. |
| Question 1.1.2 Voir DT1 Répondre sur DR1 | Lister les matériaux répondant au cahier des charges. |
| Question 1.1.3 Voir DT1 Répondre sur DR1 | Proposer le matériau le mieux adapté pour la réalisation de cette pièce. |

Nous sélectionnerons comme matériau pour la suite de l'étude l'acier inoxydable X2CrNi18-9 (INOX 304 L).

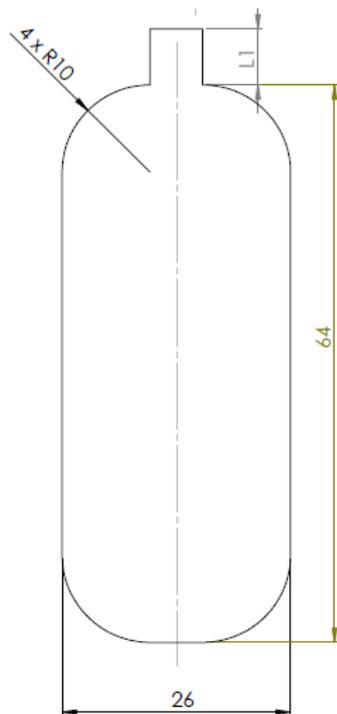
1.2 Exigences géométriques

Vous devez vous assurer de la faisabilité de la spécification géométrique liée à l'angle de la patte.



| | |
|--|---|
| Question 1.2.1 Voir DT14 Répondre sur DR2 | Compléter le document d'analyse de cette spécification géométrique.  |
| Question 1.2.2 Voir DT4 et DT5 et DT14 Répondre sur copie | Calculer le facteur de retour élastique du matériau. |
| Question 1.2.3 Voir DT4 et DT14 Répondre sur copie | Déterminer l'angle obtenu après retour élastique à l'issu du pliage à 90°. |
| Question 1.2.4 Voir DT14 Répondre sur copie | Déterminer si la tolérance géométrique peut être réalisée. Justifier votre réponse. |

1.3 Largeur de bande, pas et déchet matière minimums



| | |
|--|--|
| Question 1.3.1 Voir DT4, DT5 et DT14 Répondre sur copie | Calculer la longueur de la patte dépliée L_1 . |
| Question 1.3.2 Répondre sur copie | Calculer la surface du flan P_f avant l'emboutissage. |
| Question 1.3.3 Voir DT3 Répondre sur copie | Déterminer la largeur de bande minimale et le pas minimum. |
| Question 1.3.4 Voir DT1 Répondre sur copie | Déterminer le Coefficient d'Utilisation Matière minimum que nous pourrions obtenir et conclure sur le respect possible du cahier des charges. |

1.4 Formabilité de la pièce

A partir des premières simulations de formabilité réalisées avec le logiciel AutoForm, vous devez déterminer si la formabilité de la pièce est conforme au cahier des charges.

| | |
|--|--|
| Question 1.4.1 Voir DT6 Répondre sur DR3 | Flécher les différentes zones de formabilité de la pièce. |
| Question 1.4.2 Voir DT1 et DT6 Répondre sur copie | Indiquer le pourcentage d'amincissement le plus important obtenu lors de la simulation et vérifier si cela correspond au cahier des charges. |
| Question 1.4.3 Voir DT1 et DT6 Répondre sur copie | Indiquer le pourcentage d'épaississement le plus important obtenu lors de la simulation et vérifier si cela correspond au cahier des charges. |
| Question 1.4.4 Voir DT1 Répondre sur copie | Conclure sur la faisabilité de la pièce et proposer des solutions d'amélioration. |

Plan méthode

2.1 Choix de plan méthode

Dans cette partie, vous devez critiquer les plans méthode proposés.

| | |
|--|--|
| Question 2.1.1 Voir DT1 et DT12 Répondre sur DR4a et DR4b | Indiquer pour chacune des 2 propositions de mise en bande si la position de la pièce est adaptée en justifiant votre réponse du point de vue : <ol style="list-style-type: none">1. Coefficient d'Utilisation Matière2. Approvisionnement matière3. Sens du pliage par rapport au sens de laminage de la bande4. Choix de presse |
| Question 2.1.2 Voir DT14 Répondre sur DR4a et DR4b | Indiquer pour chacune des 2 propositions de mise en bande si la chronologie des opérations est conforme aux spécifications du dessin de définition. |

Le bureau d'études adopte la mise en bande présentée sur le document DT 7.

Etude de l'outil

Le bureau d'études propose l'outil définie DT15 à partir de la mise en bande présentée DT7.

Dans cette partie vous devez vérifier différentes caractéristiques techniques de l'outil avant de réaliser son chiffrage et son lancement en fabrication.

3.1 Dimensionnement minimum théorique

| | |
|--|---|
| Question 3.1.1 Voir DT7 Répondre sur DR5 | Déterminer la longueur minimale de l'outillage hors tablette d'entrée. |
| Question 3.1.2 Voir DT7 et DT8 Répondre sur DR5 | Déterminer l'épaisseur minimum de la matrice. |
| Question 3.1.3 Voir DT3 et DT8 Répondre sur DR5 | Déterminer la largeur minimale de la matrice. |
| Question 3.1.4 Voir DT15 Répondre sur DR5 | Indiquer si l'outil proposé répond aux dimensionnements minimums théoriques. Justifier la réponse. |

3.2 Sélection et implantation des poinçons cylindriques

Il faut dimensionner les poinçons cylindriques réalisant les 2 trous de pilotage $\varnothing 3$. Les poinçons sont soumis au flambage et on suppose qu'ils subissent un effort de découpe de 2 600 N. Pour satisfaire les contraintes d'implantation, la hauteur libre du poinçon est de 65 mm.

| | |
|---|--|
| Question 3.2.1 Voir DT3 Répondre sur copie | Sélectionner en justifiant le ou les poinçons permettant de réaliser le poinçonnage $\varnothing 3$ dans l'outil. |
| Question 3.2.2 Répondre sur DR6 | Réaliser une proposition de montage du poinçon sélectionné à la question précédente dans l'outil. |

3.3 Sélection et implantation des ressorts de dévêtissage

Selon les plans de l'outil, on considère les caractéristiques suivantes :

- Course : 6 mm
- Longueur des ressorts comprimés au PMB : 53,5 mm
- Nombre de ressorts : 23
- Diamètre de logement (hole diameter) : 32 mm

Il faut sélectionner les 23 ressorts de dévêtissage au regard du cahier des charges et s'assurer que ceux-ci sont bien positionnés par rapport au centre des efforts.

| | |
|---|---|
| Question 3.3.1 Voir DT3, DT5 et DT7 Répondre sur copie | Calculer l'effort nécessaire aux opérations de découpage de la matière (avec R_m max). |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Question 3.3.2 Voir DT3 Répondre sur copie | En déduire l'effort nécessaire au dévêtissage pour l'opération de découpage. |
|---|---|

En ajoutant à l'effort précédemment calculé ceux de formage et de pincement de serre-flan, nous considérons l'effort total nécessaire au dévêtissage égal à 60 kN.

| | |
|--|--|
| Question 3.3.3 Voir DT9 a et b Répondre sur copie | Déterminer à partir des informations fournies, le meilleur choix possible pour les 23 ressorts. Indiquer la référence correspondante. |
|--|--|

| | |
|---|--|
| Question 3.3.4 Voir DT1, DT9 a et b Répondre sur copie | Indiquer le nombre de changement de ressorts qu'il sera nécessaire de réaliser afin de produire au minimum toutes les pièces prévues. |
|---|--|

| | |
|--|--|
| Question 3.3.5 Voir DT10 Répondre sur copie | Déterminer à partir des informations fournies, les coordonnées du barycentre des efforts des 23 ressorts de dévêtissage (justifier votre réponse). Conclure sur le bon positionnement des ressorts. |
|--|--|

3.4 Choix de presse

Vous devez déterminer les presses susceptibles de réaliser les pièces parmi un choix donné.

| | |
|---|---|
| Question 3.4.1 Répondre sur DR7 | Représenter sur le graphique les efforts fournis par les 23 ressorts de dévêtissage selon la distance au Point Mort Bas. |
|---|---|

| | |
|--|---|
| Question 3.4.2 Voir DT11 Répondre sur DR7 | Compléter le graphique avec les efforts fournis pour réaliser les opérations de découpage et de formage selon la distance au Point Mort Bas. |
|--|---|

| | |
|---|---|
| Question 3.4.3 Répondre sur copie | Sélectionner en justifiant la ou les presses en capacité de réaliser les pièces selon le cahier des charges. |
|---|---|

On considérera ici que l'effort maximal à fournir par la presse est de 280 kN.

| | |
|---|--|
| Question 3.4.4 Voir DT1 et DT12 Répondre sur copie | Vérifier en justifiant votre réponse que la ou les presses choisies tiendront la cadence. |
|---|--|

Etude technico-économique

4.1 Planification et coûts de réalisation d'outillage

| | |
|---|--|
| Question 4.1.1 Voir DT 13 Répondre sur DR8 | Choisir les fournisseurs permettant d'aboutir à la réalisation de l'outil le moins cher et donner le coût de l'outil dans ces conditions. |
|---|--|

| | |
|---|--|
| Question 4.1.2 Voir DT 13 Répondre sur DR8 | Compléter la matrice des antériorités afin de réaliser ensuite un diagramme PERT. |
|---|--|

| | |
|---|---|
| Question 4.1.3 Voir DT 13 Répondre sur copie | Réaliser le diagramme PERT permettant de réaliser l'outil le moins cher. |
|---|---|

| | |
|---|--|
| Question 4.1.4 Répondre sur copie | Indiquer le délai et le chemin critique pour la réalisation de l'outil. |
|---|--|

La livraison de l'outil après essais et réglages est prévue dans un délai maximal de 35 jours sous peine de pénalités de 200 € / jour de retard.

| | |
|---|--|
| Question 4.1.5 Répondre sur copie | Déterminer le coût de l'outil en prenant en considération les éventuelles pénalités de retard et proposer une solution permettant de le réduire tout en livrant dans les délais prévus. |
|---|--|

Pour la suite de l'étude nous prendrons un délai de réalisation de l'outil de 8 semaines pour un coût de 20 000 €.

4.2 Détermination du seuil de rentabilité

Pour des raisons de coût d'approvisionnement matière et de stockage, l'acquisition en matière nécessaire à chaque série s'effectuera juste avant celle-ci.

| | |
|---|---|
| Question 4.2.1 Voir DT1 Répondre sur DR9 | Tracer la courbe des coûts et la courbe des recettes en fonction du nombre de pièces produites sur les deux premières années et établir la légende correspondante. |
|---|---|

| | |
|---|--|
| Question 4.2.2 Répondre sur DR9 | Déterminer à partir du graphique précédent le nombre de pièces à produire pour atteindre le seuil de rentabilité. |
|---|--|

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage

Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire

Session 2024

Coefficient 6 – Durée 6 heures

Aucun document autorisé

L'utilisation de tous les modèles de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisée.

DOSSIER REPONSES

| | |
|---|----|
| DR1 – Comparaison des matériaux | 10 |
| DR2 – Analyse des spécifications géométriques | 12 |
| DR3 – Formabilité de la pièce | 14 |
| DR4 a – Etude de plans méthode..... | 16 |
| DR4 b – Etude de plans méthode..... | 18 |
| DR 5 – Dimensionnement minimum théorique outillage..... | 20 |
| DR 6 – Assemblage poinçon de découpe dans l'outil..... | 22 |
| DR 7 – Choix de la presse | 24 |
| DR 8 – Planification et coût réalisation outil..... | 26 |
| DR 9 – Seuil de rentabilité | 28 |

| | | |
|--|---------------------|--------------|
| B.T.S. Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage | | Session 2024 |
| Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire | Code : 24CPD4RPA | Page 9 / 36 |

DR1 – Comparaison des matériaux

1.1.1 – Tableau comparatif

| Critères | Pondération | X5CrNi18-10 (Inox 304) | | X2CrNi18-9 (Inox 304 L) | | X2CrNiMo18-14-3 (Inox 316 L) | | X6CrNiMoTi17-12-2 (Inox 316 Ti) | |
|--|-------------|---------------------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| | | Classement | Note pondérée | Classement | Note pondérée | Classement | Note pondérée | Classement | Note pondérée |
| Stérilisation possible <i>(1 = Oui – 0 = Non et élimination)</i> | 10 | | | | | | | | |
| Formabilité <i>(1 = le moins bon - 4 = le meilleur)</i> | 3 | | | | | | | | |
| Résistance à la corrosion <i>(1 = le moins bon - 4 = le meilleur)</i> | 2 | | | | | | | | |
| Prix <i>(1 = le moins bon - 4 = le meilleur)</i> | 3 | | | | | | | | |
| Résistivité électrique <i>(1 = le plus résistif - 4 = le moins résistif)</i> | 2 | | | | | | | | |
| Impact environnemental / production primaire, mise en forme et recyclage <i>(1 = le moins bon - 4 = le meilleur)</i> | 1 | | | | | | | | |
| Note totale pondérée | | | | | | | | | |

1.1.2 - Liste des matériaux répondant au cahier des charges :

1.1.3 – Choix du matériau le mieux adapté :

| | | |
|--|---------------------|--------------|
| B.T.S. Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage | | Session 2024 |
| Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire | Code : 24CPD4RPA | Page 10 / 36 |

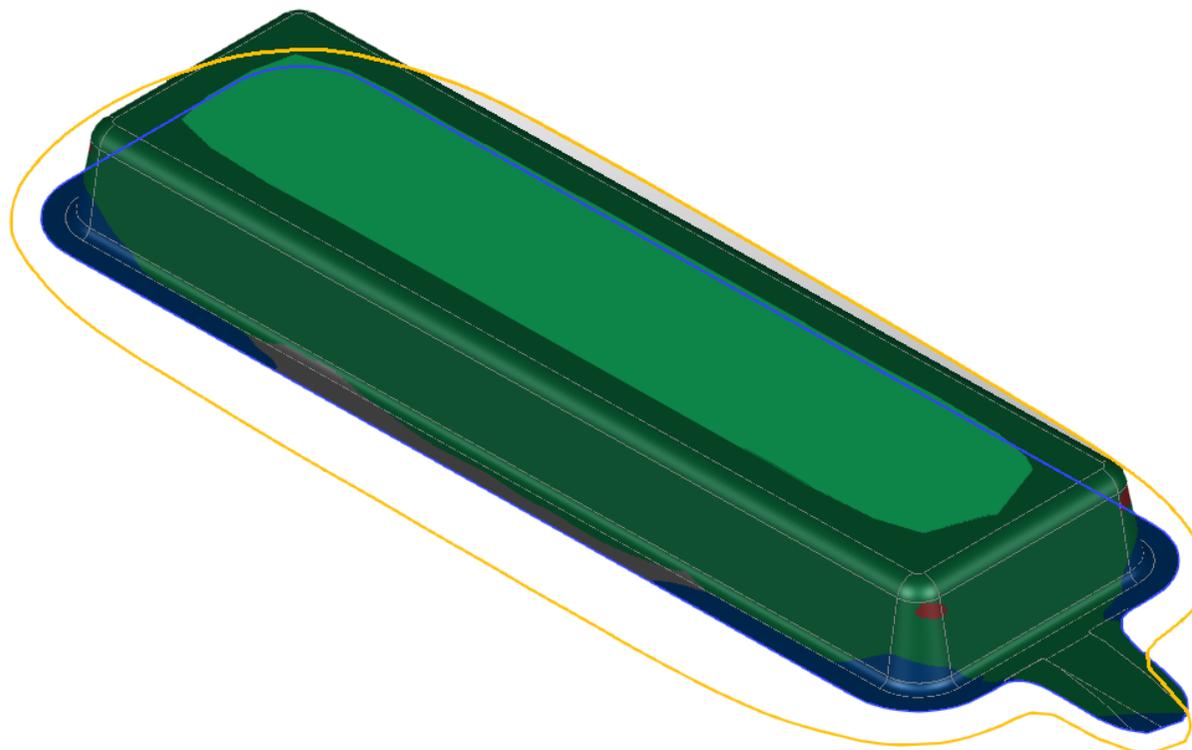
DR3 – Formabilité de la pièce

Zone favorable à la formation de plis

Zone à tendu insuffisant

Zone qui ne présente aucun problème de pli ou de casse

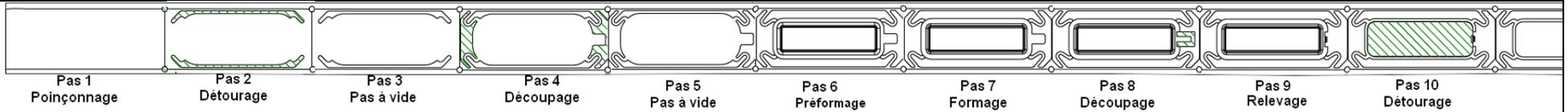
Zone de risque de casse



DR4 a – Etude de plans méthode

| | | | | | | | | | | |
|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Plan méthode 1 | | | | | | | | | | |
| | <p>Pas : 32 mm - Largeur de bande : 92 mm – % perte matière : 42,4 %</p> | | | | | | | | | |
| | <p>Analyse du positionnement de la pièce dans la bande</p> <ol style="list-style-type: none"> Coefficient d'Utilisation Matière : Approvisionnement matière : Sens de pliage / sens de laminage : Choix de presse : | | | | | <p>Analyse de la chronologie des opérations</p> | | | | |

DR4 b – Etude de plans méthode



Pas : 94 mm - Largeur de bande : 36 mm – % perte matière : 48,7 %

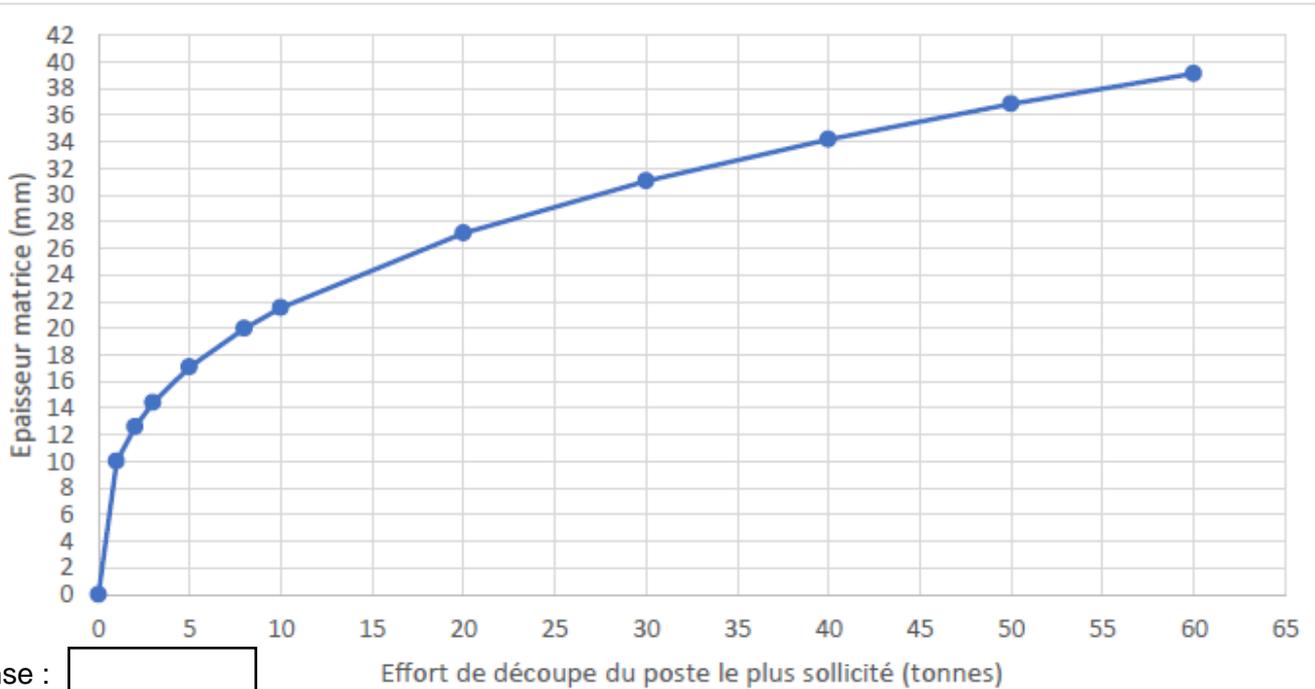
Plan méthode 2

| Analyse du positionnement de la pièce dans la bande | Analyse de la chronologie des opérations |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Coefficient d'Utilisation Matière : 2. Approvisionnement matière : 3. Sens de pliage / sens de laminage : 4. Choix de presse : | |

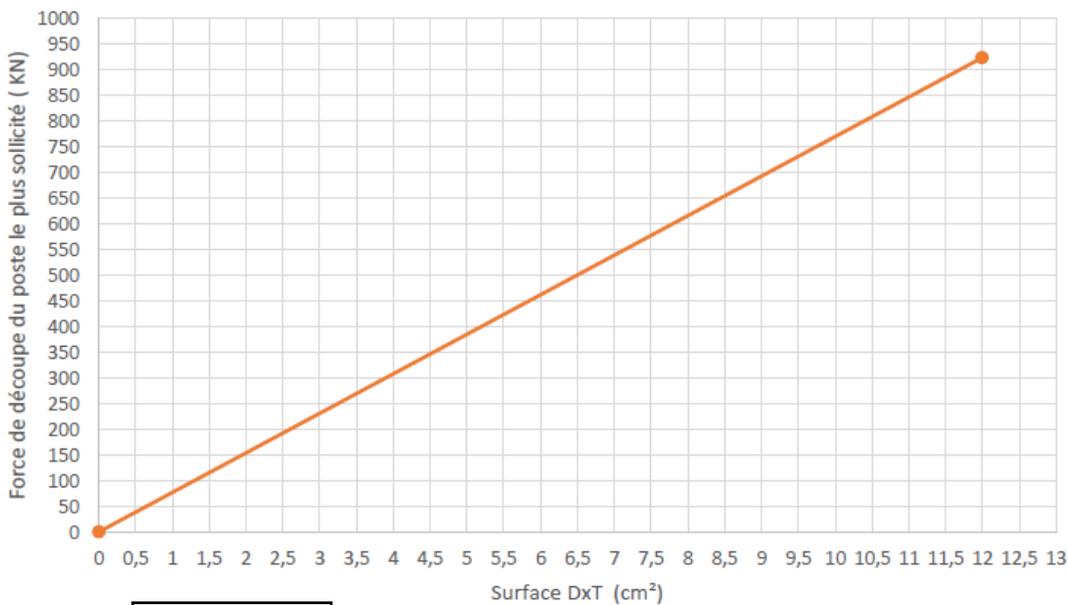
DR 5 – Dimensionnement minimum théorique outillage

3.1.1 – Longueur minimale de l'outillage (hors tablette d'entrée) :

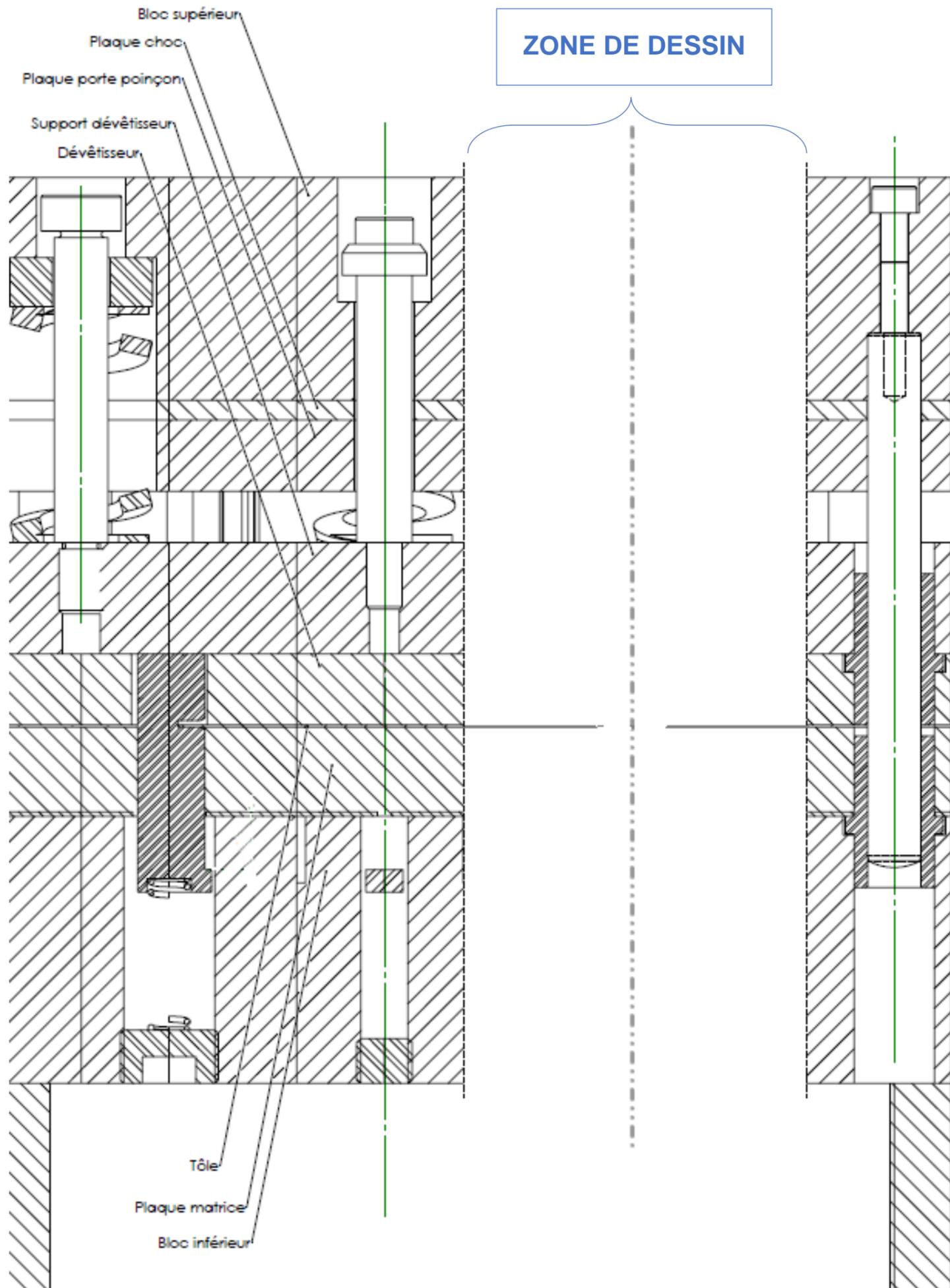
3.1.2 – Epaisseur théorique de la matrice :



3.1.3 – Largeur minimum théorique de la matrice :



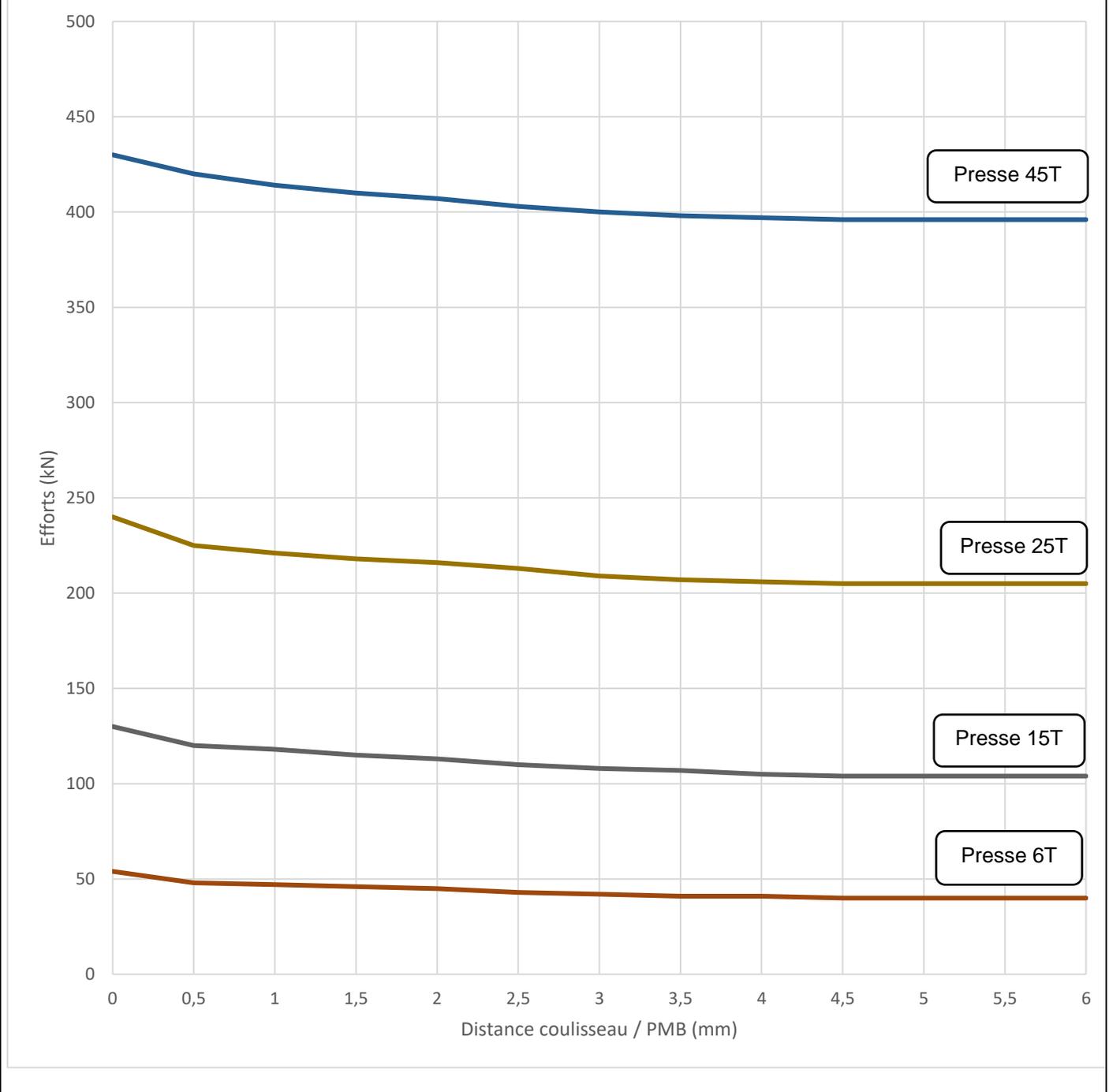
3.1.4 – L'outil proposé répond-il aux dimensionnements minimums théoriques ?



Echelle : 1 :1

DR 7 – Choix de la presse

3.5.1 – Graphique des efforts selon la distance au PMB



DR 8 – Planification et coût réalisation outil

4.1.1 – Choix des fournisseurs pour la réalisation de l'outil :

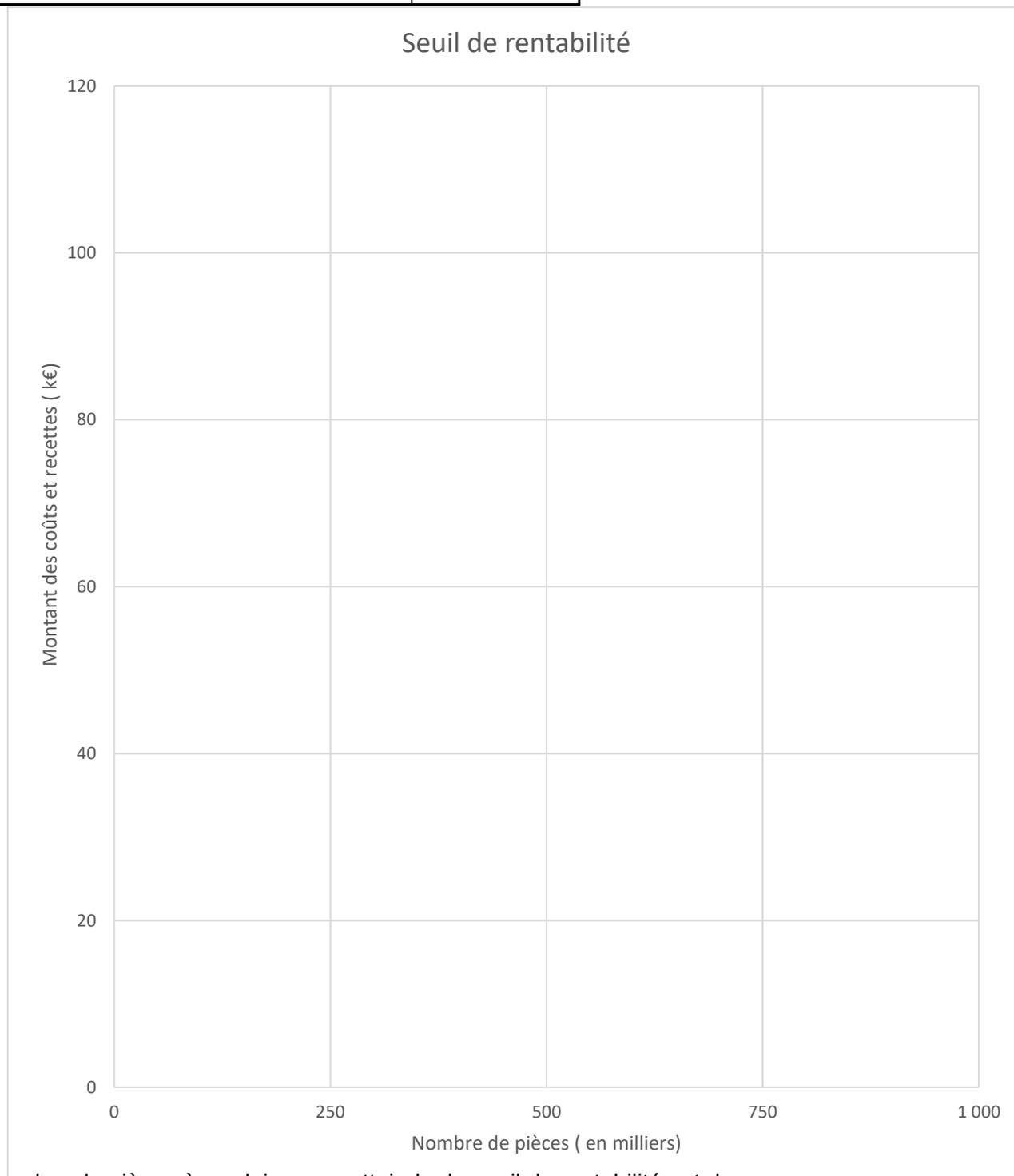
| Fournisseur | A .. | B .. | C .. | D .. | E .. | F .. | G .. | H .. | I .. | J .. | Coût Total de l'outil |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Coût (€) | | | | | | | | | | | |

4.1.2 – Matrice des antériorités

| | | Il faut avoir terminé | | | | | | | | | | | Niveaux | | | | | | | |
|------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tâches | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Pour faire | A | Gestion de commande | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B | Approvisionnement des éléments standards | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C | Approvisionnement des plaques à usiner | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | D | Approvisionnement de la tôle pour essais | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | Usinage classique | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F | Usinage par EE Fil | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | G | Traitements thermiques | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | H | Rectification | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | I | Montage outil, ajustage et polissage | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | Essais / Réglages | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

DR 9 – Seuil de rentabilité

| | | | |
|--|-------------|-----------------------------|--------|
| Coût outillage | 20 000,00 € | Prix pièce sortie de presse | 0,10 € |
| Coût matière / série de 250 000 pièces | 2 000,00 € | | |
| Coût de production / série de 250 000 pièces | 15 000,00 € | | |



Le nombre de pièces à produire pour atteindre le seuil de rentabilité est de :

| | | |
|--|---------------------|--------------|
| B.T.S. Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage | | Session 2024 |
| Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire | Code : 24CPD4RPA | Page 19 / 36 |

BREVET de TECHNICIEN SUPERIEUR

Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage

Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire

Session 2024

Coefficient 6 – Durée 6 heures

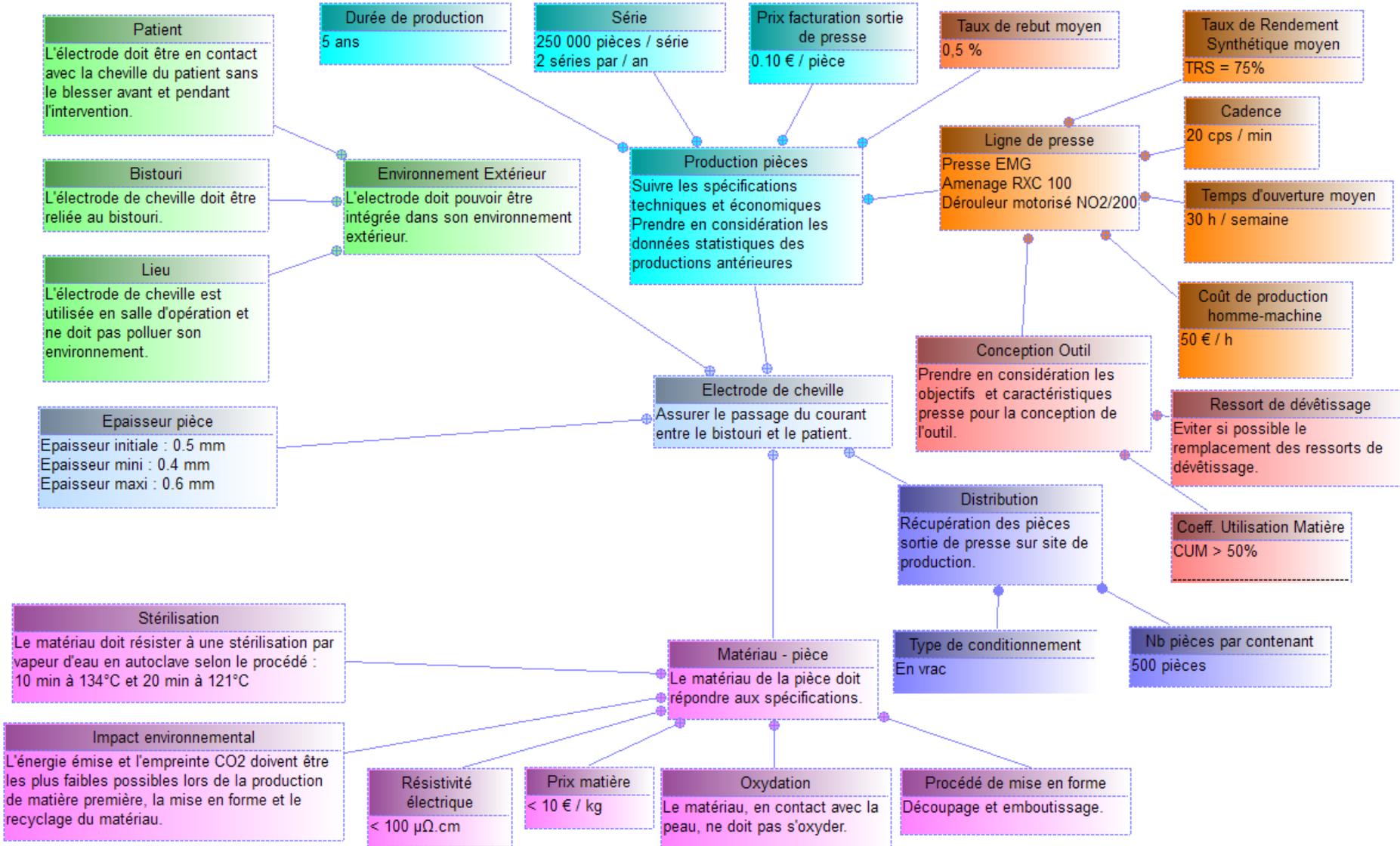
Aucun document autorisé

L'utilisation de tous les modèles de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisée.

DOSSIER TECHNIQUE

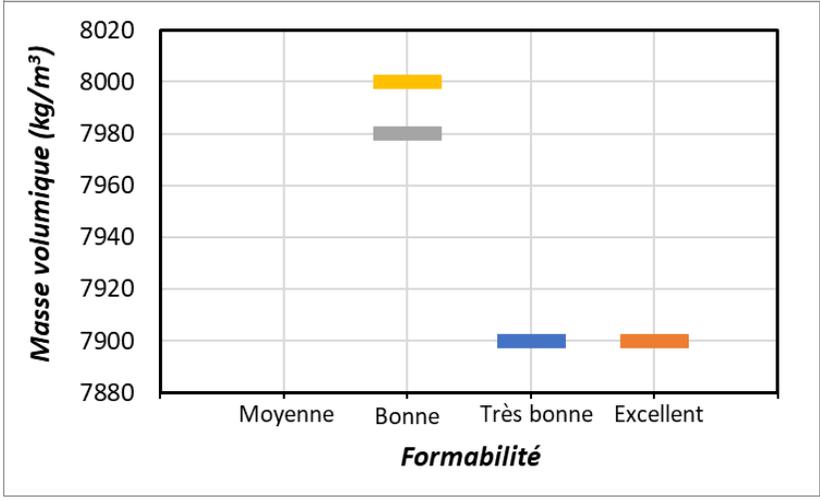
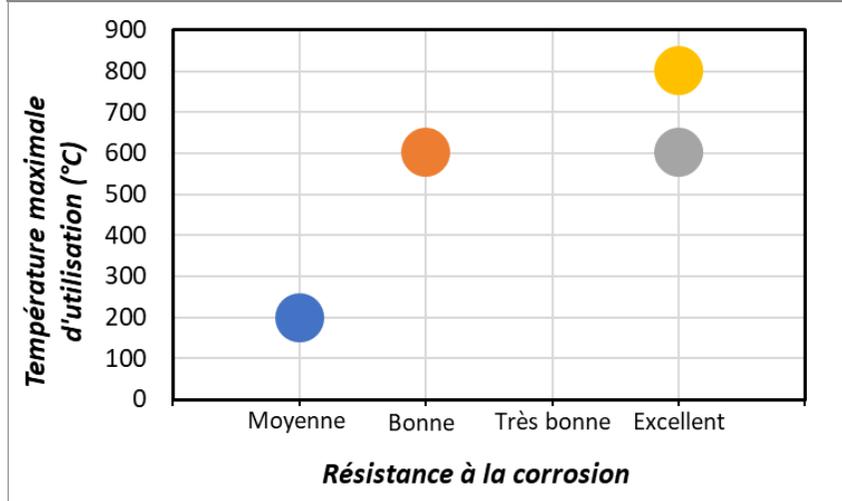
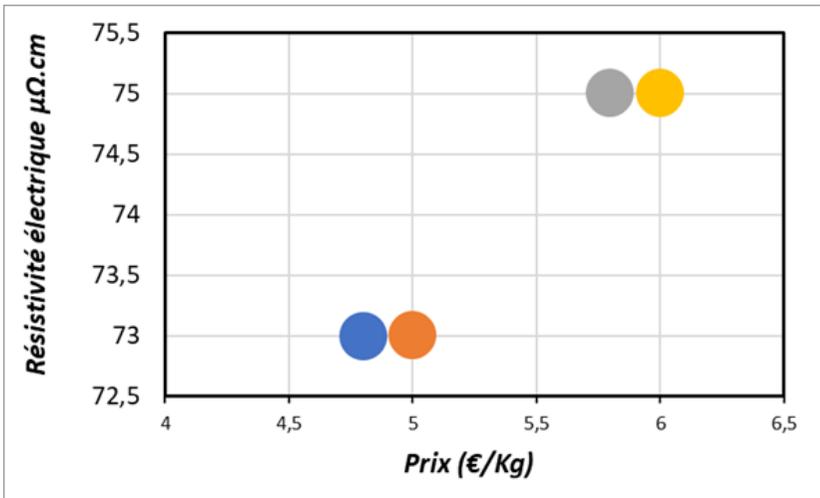
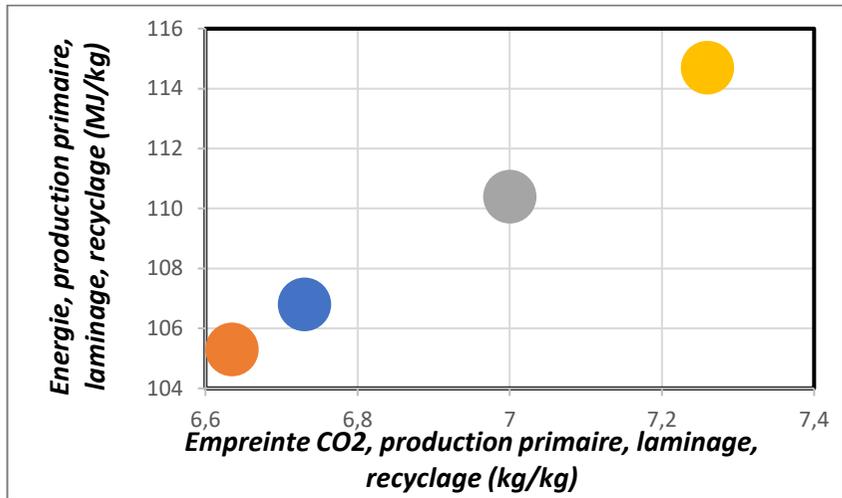
| | |
|---|----|
| DT 1 – Diagramme SysML partiel des exigences | 21 |
| DT 2 – Propriétés de matériaux | 22 |
| DT 3 – Découpage | 23 |
| DT 4 – Pliage | 24 |
| DT 5 – Fiche matière..... | 25 |
| DT 7 – Mise en bande du Bureau d'Etudes..... | 27 |
| DT 8 –Dimensionnement minimum de matrice..... | 28 |
| DT 9a – Extrait catalogue Ressort Supratec Enomax | 29 |
| DT 9b – Extrait catalogue Ressort Supratec Enomax..... | 30 |
| DT10 – Position des ressorts de dévêtissage / Centre partie supérieure..... | 31 |
| DT11 – Efforts des poinçons / Distance par rapport au PMB..... | 32 |
| DT 12 – Presses disponibles | 33 |
| DT 13 – Planification et coût réalisation outil..... | 34 |
| DT14 - Plan pièce | 35 |
| DT15 - Dessin d'ensemble outil complet | 36 |

DT 1 – Diagramme SysML partiel des exigences



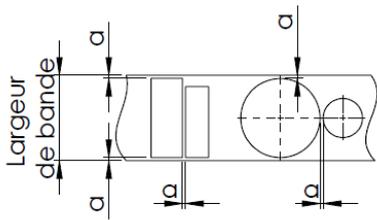
DT 2 – Propriétés de matériaux

■ X2CrNi18-9
 ■ X5CrNi18-10
 ■ X6CrNiMoTi17-12-2
 ■ X2CrNiMo18-14-3



DT 3 – Découpage

Longueur de rive :



a = longueur de rive

| | | Epaisseur de tôle (mm) | | | | | | | | |
|-----------------------|----------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| | | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 1 | 1,25 | 1,5 | 1,75 | 2 |
| Largeur de bande (mm) | 5 à 10 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2 |
| | 10 à 50 | 1,5 | 1,7 | 1,8 | 2 | 1,5 | 1,9 | 2 | 2,2 | 2,5 |
| | 50 à 100 | 1,8 | 2,2 | 2,7 | 3 | 2 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 3 |

Efforts de découpage et d'emboutissage

Calcul de l'effort de découpage : $F_{\text{déc}} = k \times p \times e \times R_m$

k : coefficient d'ajustement matière et/ou vague de coupe. On prendra ici **k = 0,8**

p : Périmètre du contour découpé (mm) – e : Epaisseur pièce (mm) - Rm : Résistance de rupture (N/mm²)

Le calcul de l'effort de dévêtissage correspondra à 10 % de l'effort de découpage.

Estimation sous AutoForm de l'effort total pour le formage (formage + pincement = 143 kN

Calcul de flambage / Formule de Gardiner

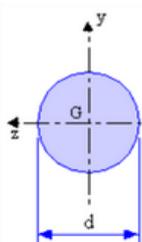
Soit l , la longueur libre du poinçon.

Pour éviter le flambage : $l < 2 \times \frac{\pi}{s} \times \sqrt{\frac{EI}{F}}$

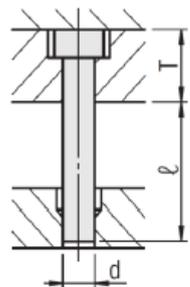
E module d'élasticité poinçon en N/mm²

F (N) Effort de découpage

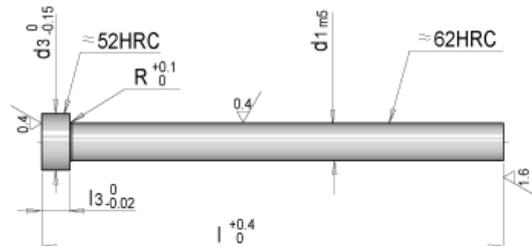
s : coefficient de sécurité = 3



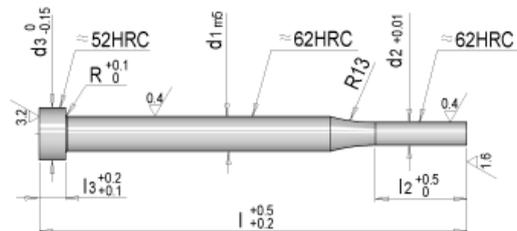
I (mm⁴) Moment quadratique $\frac{\pi d^4}{64}$



Poinçon N° 1



Poinçon N° 2 et ~



| Poinçon | E (N / mm ²) | d1 | d2 | d3 | l | l ₃ | l ₂ |
|---------|--------------------------|----|----|----|-----|----------------|----------------|
| N° 1 | 220 000 | 3 | | 5 | 100 | 3 | |
| N° 2 | 220 000 | 4 | 3 | 6 | 100 | 3 | 19 |

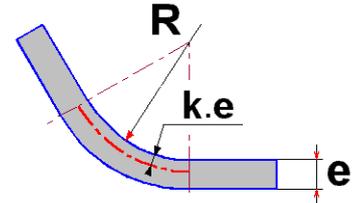
DT 4 – Pliage

Calcul du développé d'une pièce

Pour calculer le développé d'une pièce pliée, il faut connaître la position de la fibre neutre. Celle-ci n'est pas au milieu de l'épaisseur, mais déplacée vers l'intérieur du pli en fonction du rapport R/e .

Le rayon de fibre neutre R_n peut alors s'exprimer comme :

$$R_n = R + k \times e$$



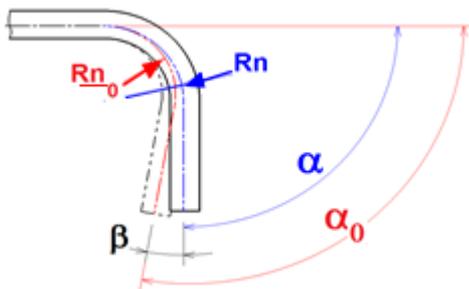
Valeur de k en fonction du rapport R/e (Norme DIN 6935)

| Partie 5. / e | $0.25 < R/e \leq 1$ | $1 < R/e \leq 1.5$ | $1.5 < R/e \leq 2.4$ | $2.4 < R/e \leq 3.8$ | $3.8 < R/e$ |
|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|-------------|
| k | 0.3 | 0.35 | 0.4 | 0.45 | 0.5 |

Calcul du retour élastique

Le retour élastique est exprimé par le rapport entre l'angle théorique de pliage α_0 et l'angle réel de pliage après relâchement α

$$f = \frac{\alpha}{\alpha_0} \quad f = \text{facteur de retour élastique (spring back)}$$



β représente l'angle de surpliage nécessaire pour obtenir l'angle α

⇒ Formule de GARDINER permettant de calculer le facteur de retour élastique f

$$f = 4 \left[\frac{R_n}{e} \frac{R_e}{E} \right]^3 - 3 \left[\frac{R_n}{e} \frac{R_e}{E} \right] + 1$$

| | |
|------------------------------------|---|
| e : épaisseur tôle (mm) | R_e : résistance élastique ou $Rp_{0,2}$: limite élastique (MPa) |
| R_n : Rayon de fibre neutre (mm) | E : Module de Young (MPa) |

| | | |
|--|------------------|--------------|
| B.T.S. Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage | | Session 2024 |
| Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire | Code : 24CPD4RPA | Page 24 / 36 |

DT 5 – Fiche matière



PASSAGE BONNE-FONTAINE 30
CH-2304 LA CHAUX-DE-FONDS

T.+41 (0)32 924 05 00
F.+41 (0)32 924 05 05

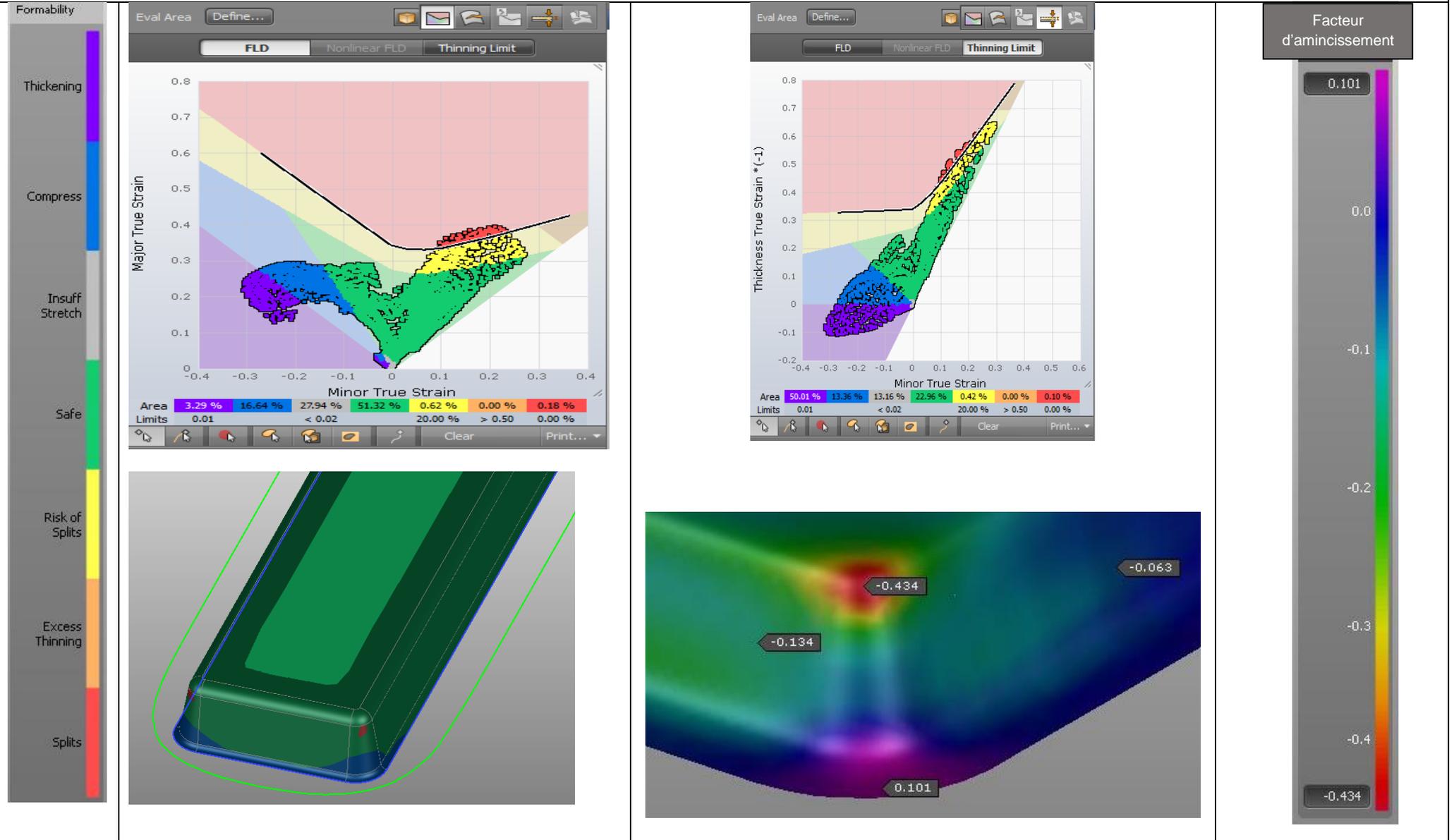
pxprecimet@pxgroup.co
www.pxgroup.co

| AISI | 304 L | DIN | 1.4306 - X 2 CrNi 19 11 | | | | AFNOR | Z 3 CN 18 10 | |
|---|---|--|-------------------------|---|---|--|--|--------------|--|
| Particularités | | | | | | | | | |
| <p>Acier inoxydable avec une résistance à la corrosion moyenne, intermédiaire entre celle du 302 et du 316. La teneur limitée en carbone prévient spécialement la corrosion intergranulaire, mais il ne contient pas de molybdène qui améliore la résistance aux acides non oxydants et à la corrosion par piqûres. En raison de son usinabilité limitée, on utilisera de préférence des aciers optimisés (PX, PM, 316 LS) lorsque des usinages complexes sont nécessaires. Dans des milieux chlorés ou l'eau saline, il est préférable d'utiliser une nuance au molybdène (type 316L).</p> | | | | | | | Usinable | - | |
| | | | | | | | Trempable | non | |
| | | | | | | | Polissable | + | |
| | | | | | | | Magnétisable | non | |
| | | | | | | | Durcissable | non | |
| Soudable par | | | | | | | | | |
| | | | | | | | MIG,TIG,WIG | oui | |
| | | | | | | | Arc | oui | |
| | | | | | | | Résistance | oui | |
| | | | | | | | Autogène | oui | |
| | | | | | | | Laser | oui | |
| Composition chimique selon DIN [%] | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | P | S | Cr | Mo | Ni | Autres | |
| < 0.030 | < 1.00 | < 2.00 | < 0.045 | < 0.015* | 18.0-20.0 | - | 10 - 12 | N < 0.11 | |
| *Pour les barres, le fil machine, les profils et les demi-produits concernés, la teneur maxi en soufre est de 0.03% | | | | | | | | | |
| Propriétés physiques | | | | | | | | | |
| Densité ρ [kg·m ⁻³] | | Résistivité électrique ρ [$\mu\Omega\cdot m$] | | | Chaleur spécifique C_p [J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹] | | Conductivité thermique λ [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹] | | |
| 7'900 | | 0.73 | | | 500 | | 15 | | |
| Coefficient de dilatation α [10 ⁻⁶ ·°C ⁻¹] entre 20°C et | | | | | | | Module élastique E [GPa] | | |
| 100 °C | 200 °C | 300 °C | 400 °C | 500 °C | 600 °C | 700 °C | 200 à 20°C | | |
| 16.0 | 17 | 17 | 18 | 18 | 18.5 | 18.5 | | | |
| Propriétés mécaniques | | | | | | | | | |
| Etat | Limite élastique Rp _{0.2} [MPa] | | | | Résistance de rupture Rm [MPa] | Allongement de rupture A ₅ [%] | Dureté Vickers [HV] | | |
| | 20°C | 100°C | 200°C | 300°C | | | | | |
| Recuit | 190 | 147 | 118 | 100 | 500 - 600 | 45 | 150 - 180 | | |
| Ecroui max. | 965 | | | | 1275 | 4 | 390 | | |
| Traitements thermiques | | | | | | | | | |
| Type | Température [°C] | Temps [minutes] | | Atmosphère | | Refroidissement | | | |
| Recuit | 1020 -1080 | 15 - 60 | | H ₂ + N ₂ ou NH ₃ craqué | | Rapide | | | |
| Traitements chimiques | | | | | | | | | |
| Type | Milieu | | | | Commentaires | | | | |
| Décapage | 6 - 25 % HNO ₃ + 0.5 - 8 % HF | | | | A l'état recuit uniquement et à chaud | | | | |
| Passivation | 20 - 50% HNO ₃ | | | | A chaud | | | | |
| Mise en oeuvre | | | | | | | | | |
| <p>Cet acier se forme facilement à froid (pliage, étampage, emboutissage). Cependant son taux d'écroissage très important nécessite des équipements adaptés. L'écroissage a pour conséquence de rendre cet acier légèrement magnétisable. Lorsque cet acier est maintenu à des températures entre 500°C et 900°C, il y a risque de formation de phase s, aux conséquences nocives pour l'aptitude à la déformation et la résistance à la corrosion. Un recuit consécutif sera alors nécessaire pour dissoudre cette phase, suivi d'un refroidissement rapide pour éviter toute nouvelle précipitation. Une trempe n'est nécessaire que pour les pièces de grandes dimensions.</p> | | | | | | | | | |
| Soudage et brasage | | | | | | | | | |
| <p>Cet acier est aisément soudable par tous les procédés, exception faite du chalumeau oxyacétylénique. Il n'est pas nécessaire d'effectuer un recuit après soudage.</p> | | | | | | | | | |
| Formes de livraison | | | | | | | | | |
| Plaques, bandes, rubans, fils, profilés, tubes, dimensions et tolérances sur demande. | | | | | | | | | |

Les indications sont fondées sur l'état actuel de nos connaissances. Cette fiche technique est sans engagement et ne constitue pas un document contractuel

| | | |
|--|------------------|--------------|
| B.T.S. Conception des Processus de Découpe et d'Emboutissage | | Session 2024 |
| Épreuve E4 – Réponse préliminaire à une affaire | Code : 24CPD4RPA | Page 25 / 36 |

DT 6 – Premières simulations de mise en forme sous AutoForm



DT 7 – Mise en bande du Bureau d'Etudes

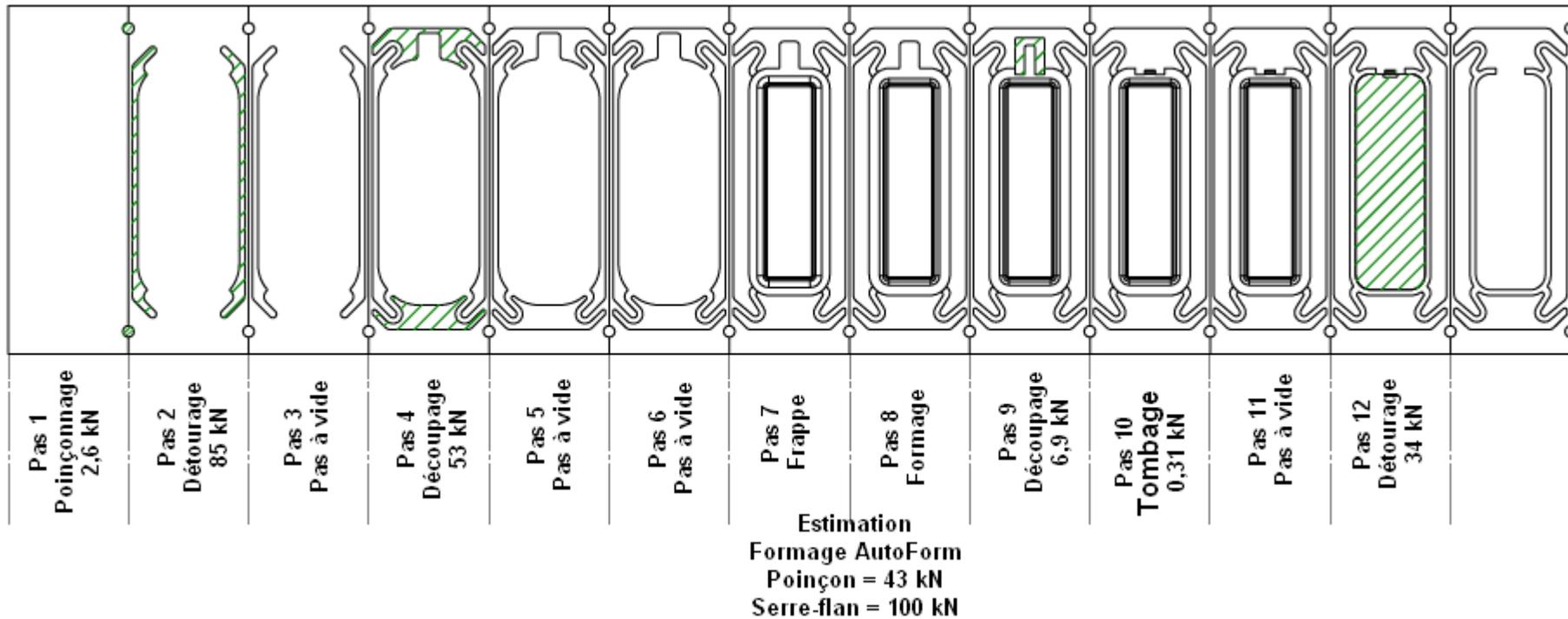
Données SolidWorks – Logopress

Pas : 32 mm – Largeur de bande : 92 mm – Epaisseur : 0.5 mm – Matière : X2CrNi18-9

Périmètre du contour découpé : 670 mm – Périmètre des poinçons de découpage : 715 mm

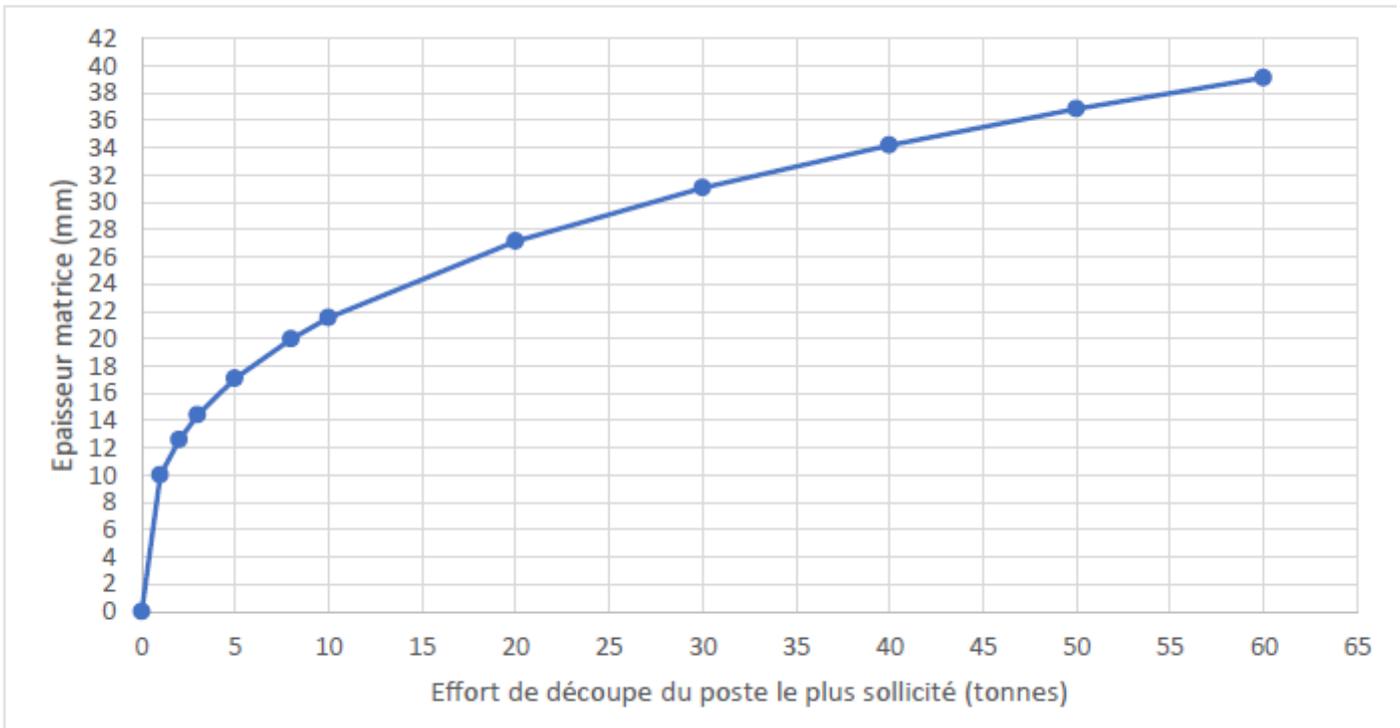
Poids brut unitaire : 11.626 g – Poids du déchet : 5.798 g

Surface de la pièce pour traitement : 3031.91 mm²



DT 8 – Dimensionnement minimum de matrice

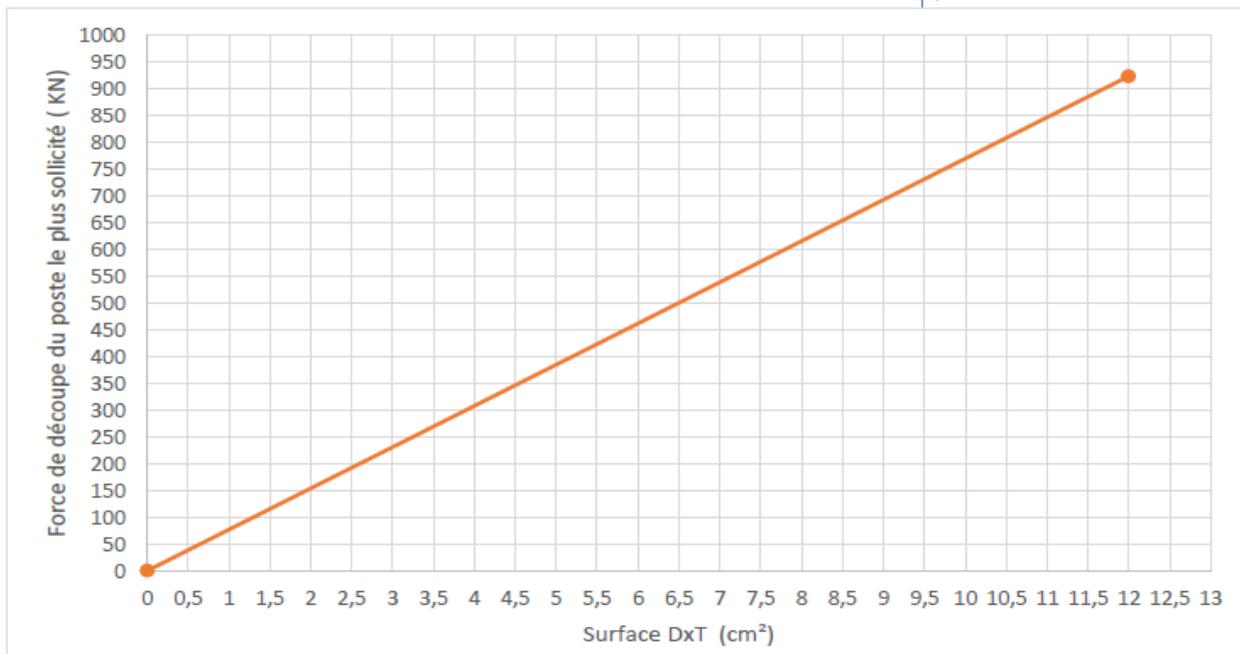
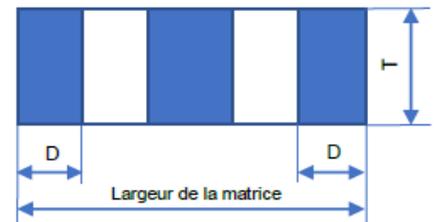
Epaisseur de matrice



Déterminer la largeur minimum d'une matrice

Soit T l'épaisseur de la matrice et D la dimension entre le bord de la matrice et un passage dans la matrice.

Il existe une relation entre la section $D \times T$ (en cm^2) et la force de découpe du poste qui est le plus sollicité :



DT 9a – Extrait catalogue Ressort Suprathec Enomax

V SERIES

EN Light load springs
Green color

ES Muelles carga ligera
Color verde

FR Ressorts charge légère
Couleur verte

ISO 10243 Rectangular Wire

RoHS

120 °C / -30 °F
248 °C / -2 °F

±10% Spring Constant

| Code | D _H | D _d | L ₀ | R | A | B | C | D | E | Pcs | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------|------|------|------|------|----|
| | Hole Diameter | Rod Diameter | Free Length | Spring Constant | 25% L ₀ | 30% L ₀ | 35% L ₀ | 40% L ₀ | do not use | | | | | |
| | b x h | | mm | ± 10% N/mm | mm | mm | mm | mm | mm | | | | | |
| | | | | | N | N | N | N | | | | | | |
| V 32 - 038 | 32 | 16 | 38 | 94.0 | 9.5 | 893 | 11.4 | 1072 | 13.3 | 1250 | 15.2 | 1429 | 18.3 | 20 |
| V 32 - 044 | | | 44 | 79.5 | 11.0 | 875 | 13.2 | 1049 | 15.4 | 1224 | 17.6 | 1399 | 21.5 | 20 |
| V 32 - 051 | | | 51 | 67.0 | 12.8 | 858 | 15.3 | 1025 | 17.9 | 1196 | 20.4 | 1367 | 25.5 | 20 |
| V 32 - 064 | | | 64 | 53.0 | 16.0 | 848 | 19.2 | 1018 | 22.4 | 1187 | 25.6 | 1357 | 31.9 | 20 |
| V 32 - 076 | | | 76 | 44.0 | 19.0 | 836 | 22.8 | 1003 | 26.6 | 1170 | 30.4 | 1338 | 38.6 | 20 |
| V 32 - 089 | | | 89 | 37.2 | 22.3 | 830 | 26.7 | 993 | 31.2 | 1159 | 35.6 | 1324 | 46.5 | 10 |
| V 32 - 102 | | | 102 | 32.0 | 25.5 | 816 | 30.6 | 979 | 35.7 | 1142 | 40.8 | 1306 | 53.2 | 10 |
| V 32 - 115 | | | 115 | 29.0 | 28.8 | 835 | 34.5 | 1001 | 40.3 | 1167 | 46.0 | 1334 | 60.0 | 10 |
| V 32 - 127 | | | 127 | 25.0 | 31.8 | 795 | 38.1 | 953 | 44.5 | 1111 | 50.8 | 1270 | 66.7 | 10 |
| V 32 - 139 | | | 139 | 23.0 | 35.0 | 805 | 42.0 | 966 | 48.7 | 1119 | 56.0 | 1288 | 71.8 | 10 |
| V 32 - 152 | | | 152 | 21.5 | 38.0 | 817 | 45.6 | 980 | 53.2 | 1144 | 60.8 | 1307 | 78.5 | 10 |
| V 32 - 178 | | | 178 | 18.2 | 44.5 | 810 | 53.4 | 972 | 62.3 | 1134 | 71.2 | 1296 | 94.4 | 5 |
| V 32 - 203 | | | 203 | 15.8 | 50.8 | 803 | 60.9 | 962 | 71.1 | 1123 | 81.2 | 1283 | 107 | 5 |
| V 32 - 254 | | | 254 | 12.5 | 63.5 | 794 | 76.2 | 953 | 88.9 | 1111 | 102 | 1270 | 136 | 5 |
| V 32 - 305 | 6.8 x 3.3 | 305 | 10.3 | 76.3 | 786 | 91.5 | 942 | 107 | 1100 | 122 | 1257 | 163 | 5 | |

B SERIES

EN Medium load springs
Blue color

ES Muelles carga mediana
Color azul marino

FR Ressorts charge moyenne
Couleur bleue

ISO 10243 Rectangular Wire

RoHS

120 °C / -30 °F
248 °C / -2 °F

±10% Spring Constant

| Code | D _H | D _d | L ₀ | R | A | B | C | D | E | Pcs | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|------------|------|------|------|------|----|
| | Hole Diameter | Rod Diameter | Free Length | Spring Constant | 25% L ₀ | 30% L ₀ | 33.75% L ₀ | 37.5% L ₀ | do not use | | | | | |
| | b x h | | mm | ± 10% N/mm | mm | mm | mm | mm | mm | | | | | |
| | | | | | N | N | N | N | | | | | | |
| B 32 - 038 | 32 | 16 | 38 | 185 | 9.5 | 1758 | 11.4 | 2109 | 12.8 | 2373 | 14.3 | 2646 | 16.3 | 20 |
| B 32 - 044 | | | 44 | 158 | 11.0 | 1738 | 13.2 | 2086 | 14.9 | 2346 | 16.5 | 2607 | 18.9 | 20 |
| B 32 - 051 | | | 51 | 134 | 12.8 | 1715 | 15.3 | 2050 | 17.2 | 2306 | 19.1 | 2559 | 23.1 | 20 |
| B 32 - 064 | | | 64 | 99.0 | 16.0 | 1584 | 19.2 | 1901 | 21.6 | 2138 | 24.0 | 2376 | 28.5 | 20 |
| B 32 - 076 | | | 76 | 80.5 | 19.0 | 1530 | 22.8 | 1835 | 25.7 | 2065 | 28.5 | 2294 | 34.2 | 20 |
| B 32 - 089 | | | 89 | 69.1 | 22.3 | 1541 | 26.7 | 1845 | 30.0 | 2076 | 33.4 | 2308 | 40.4 | 10 |
| B 32 - 102 | | | 102 | 58.8 | 25.5 | 1499 | 30.6 | 1799 | 34.4 | 2024 | 38.3 | 2252 | 48.0 | 10 |
| B 32 - 115 | | | 115 | 51.5 | 28.8 | 1483 | 34.5 | 1777 | 38.8 | 1999 | 43.1 | 2220 | 54.3 | 10 |
| B 32 - 127 | | | 127 | 44.8 | 31.8 | 1425 | 38.1 | 1707 | 42.9 | 1920 | 47.6 | 2132 | 59.2 | 10 |
| B 32 - 139 | | | 139 | 42.3 | 35.0 | 1481 | 42.0 | 1777 | 46.9 | 1984 | 52.5 | 2221 | 65.3 | 10 |
| B 32 - 152 | | | 152 | 37.8 | 38.0 | 1436 | 45.6 | 1724 | 51.3 | 1939 | 57.0 | 2155 | 73.0 | 10 |
| B 32 - 178 | | | 178 | 32.5 | 44.5 | 1446 | 53.4 | 1736 | 60.1 | 1952 | 66.8 | 2171 | 84.5 | 5 |
| B 32 - 203 | | | 203 | 28.9 | 50.8 | 1468 | 60.9 | 1760 | 68.5 | 1980 | 76.1 | 2199 | 96.9 | 5 |
| B 32 - 254 | | | 254 | 21.4 | 63.5 | 1359 | 76.2 | 1631 | 85.7 | 1835 | 95.3 | 2039 | 121 | 5 |
| B 32 - 305 | 6.8 x 4.0 | 305 | 18.3 | 76.3 | 1396 | 91.5 | 1674 | 103 | 1884 | 114 | 2094 | 147 | 5 | |

DT 9b – Extrait catalogue Ressort Supratec Enomax

R SERIES

EN Heavy load springs
Red color

ES Muelles carga fuerte
Color rojo

FR Ressorts charge forte
Couleur rouge

ISO 10243 Rectangular Wire

RoHS

Temperature range: 120°C / 248°F to -30°C / -2°F

Material: X, Y, Z

Process: CAD

| Code | D _H | D _d | L ₀ | R | A | B | C | D | E | | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------|------|------|------|----|
| | Hole Diameter | Rod Diameter | Free Length | Spring Constant | 20% L ₀ | 25% L ₀ | 27.5% L ₀ | 30% L ₀ | do not use approx. | Pcs | | | | |
| | b x h | | ± 10% | + 3.000.000 | ~ 1.500.000 | 300 - 500.000 | 100 - 200.000 | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | N/mm | mm | mm | mm | mm | mm | | | | | |
| R 32 - 038 | | | 38 | 388 | 7.6 | 2949 | 9.5 | 3686 | 10.5 | 4055 | 11.4 | 4423 | 12.5 | 20 |
| R 32 - 044 | | | 44 | 324 | 8.8 | 2851 | 11.0 | 3564 | 12.1 | 3920 | 13.2 | 4277 | 14.9 | 20 |
| R 32 - 051 | | | 51 | 272 | 10.2 | 2774 | 12.8 | 3482 | 14.0 | 3815 | 15.3 | 4162 | 17.8 | 20 |
| R 32 - 064 | | | 64 | 212 | 12.8 | 2714 | 16.0 | 3392 | 17.6 | 3731 | 19.2 | 4070 | 22.4 | 20 |
| R 32 - 076 | | | 76 | 172 | 15.2 | 2614 | 19.0 | 3268 | 20.9 | 3595 | 22.8 | 3922 | 26.1 | 20 |
| R 32 - 089 | | | 89 | 141 | 17.8 | 2510 | 22.3 | 3144 | 24.5 | 3451 | 26.7 | 3765 | 30.8 | 10 |
| R 32 - 102 | | | 102 | 122 | 20.4 | 2489 | 25.5 | 3111 | 28.1 | 3422 | 30.6 | 3733 | 36.8 | 10 |
| R 32 - 115 | 32 | 16 | 115 | 107 | 23.0 | 2461 | 28.8 | 3082 | 31.6 | 3384 | 34.5 | 3692 | 41.4 | 10 |
| R 32 - 127 | | | 127 | 93.0 | 25.4 | 2362 | 31.8 | 2957 | 34.9 | 3248 | 38.1 | 3543 | 44.4 | 10 |
| R 32 - 139 | | | 139 | 86.0 | 28.0 | 2408 | 35.0 | 3010 | 38.2 | 3287 | 42.0 | 3612 | 48.5 | 10 |
| R 32 - 152 | | | 152 | 78.0 | 30.4 | 2371 | 38.0 | 2964 | 41.8 | 3260 | 45.6 | 3557 | 54.8 | 10 |
| R 32 - 178 | | | 178 | 67.2 | 35.6 | 2392 | 44.5 | 2990 | 49.0 | 3289 | 53.4 | 3588 | 63.6 | 5 |
| R 32 - 203 | | | 203 | 59.1 | 40.6 | 2399 | 50.8 | 3002 | 55.8 | 3299 | 60.9 | 3599 | 72.5 | 5 |
| R 32 - 254 | | | 254 | 46.4 | 50.8 | 2357 | 63.5 | 2946 | 69.9 | 3241 | 76.2 | 3536 | 92.8 | 5 |
| R 32 - 305 | 7.1 x 5.4 | | 305 | 38.0 | 61.0 | 2318 | 76.3 | 2899 | 83.9 | 3187 | 91.5 | 3477 | 112 | 5 |

G SERIES

EN Extra-heavy load springs
Yellow color

ES Muelles carga extra-fuerte
Color amarillo

FR Ressorts charge extra-forte
Couleur jaune

ISO 10243 Rectangular Wire

RoHS

Temperature range: 120°C / 248°F to -30°C / -2°F

Material: X, Y, Z

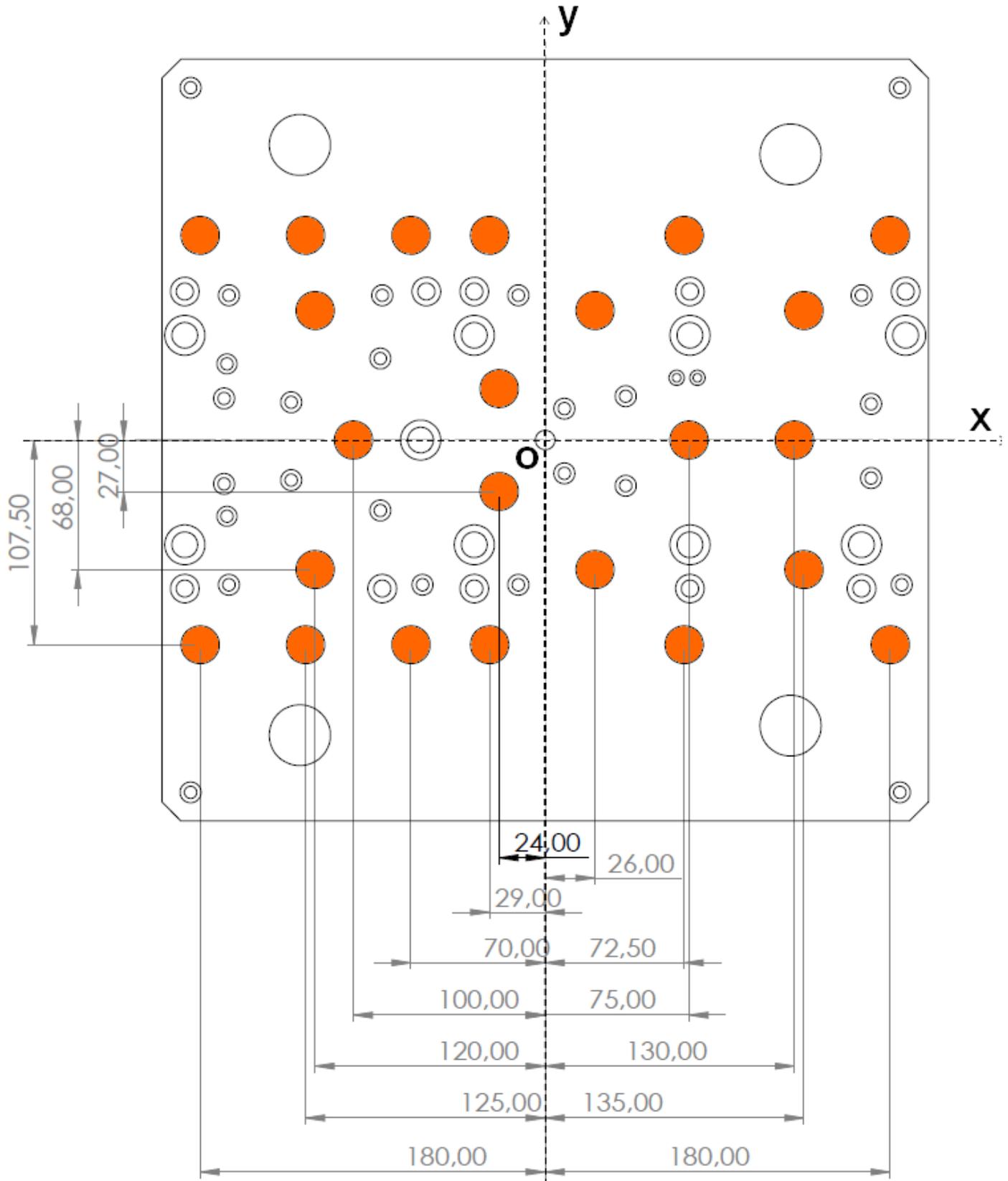
Process: CAD

| Code | D _H | D _d | L ₀ | R | A | B | C | D | E | | | | | |
|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------|------|------|------|----|
| | Hole Diameter | Rod Diameter | Free Length | Spring Constant | 17% L ₀ | 20% L ₀ | 22.5% L ₀ | 25% L ₀ | do not use approx. | Pcs | | | | |
| | b x h | | ± 10% | + 3.000.000 | ~ 1.500.000 | 300 - 500.000 | 100 - 200.000 | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | N/mm | mm | mm | mm | mm | mm | | | | | |
| G 32 - 038 | | | 38 | 480 | 6.5 | 3120 | 7.6 | 3648 | 8.6 | 4128 | 9.5 | 4560 | 11.4 | 20 |
| G 32 - 044 | | | 44 | 390 | 7.5 | 2925 | 8.8 | 3432 | 9.9 | 3861 | 11.0 | 4290 | 13.7 | 20 |
| G 32 - 051 | | | 51 | 320 | 8.7 | 2784 | 10.2 | 3264 | 11.5 | 3680 | 12.8 | 4096 | 15.6 | 20 |
| G 32 - 064 | | | 64 | 269 | 10.9 | 2934 | 12.8 | 3446 | 14.4 | 3876 | 16.0 | 4307 | 20.0 | 20 |
| G 32 - 076 | | | 76 | 219 | 12.9 | 2825 | 15.2 | 3329 | 17.1 | 3745 | 19.0 | 4161 | 24.4 | 20 |
| G 32 - 089 | | | 89 | 180 | 15.1 | 2723 | 17.8 | 3209 | 20.0 | 3611 | 22.3 | 4021 | 29.7 | 10 |
| G 32 - 102 | | | 102 | 155 | 17.3 | 2682 | 20.4 | 3162 | 23.0 | 3557 | 25.5 | 3953 | 35.1 | 10 |
| G 32 - 115 | 32 | 16 | 115 | 140 | 19.6 | 2744 | 23.0 | 3220 | 25.9 | 3623 | 28.8 | 4032 | 39.0 | 10 |
| G 32 - 127 | | | 127 | 124 | 21.6 | 2678 | 25.4 | 3150 | 28.6 | 3543 | 31.8 | 3943 | 42.8 | 10 |
| G 32 - 139 | | | 139 | 112 | 23.8 | 2673 | 28.0 | 3144 | 31.3 | 3512 | 35.0 | 3931 | 48.6 | 10 |
| G 32 - 152 | | | 152 | 102 | 25.8 | 2632 | 30.4 | 3101 | 34.2 | 3488 | 38.0 | 3876 | 52.4 | 10 |
| G 32 - 178 | | | 178 | 88.2 | 30.3 | 2672 | 35.6 | 3140 | 40.1 | 3532 | 44.5 | 3925 | 60.9 | 5 |
| G 32 - 203 | | | 203 | 76.0 | 34.5 | 2622 | 40.6 | 3086 | 45.7 | 3471 | 50.8 | 3861 | 69.2 | 5 |
| G 32 - 254 | | | 254 | 60.8 | 43.2 | 2627 | 50.8 | 3089 | 57.2 | 3475 | 63.5 | 3861 | 88.1 | 5 |
| G 32 - 305 | 7.3 x 5.9 | | 305 | 49.0 | 51.9 | 2543 | 61.0 | 2989 | 68.6 | 3363 | 76.3 | 3739 | 104 | 5 |

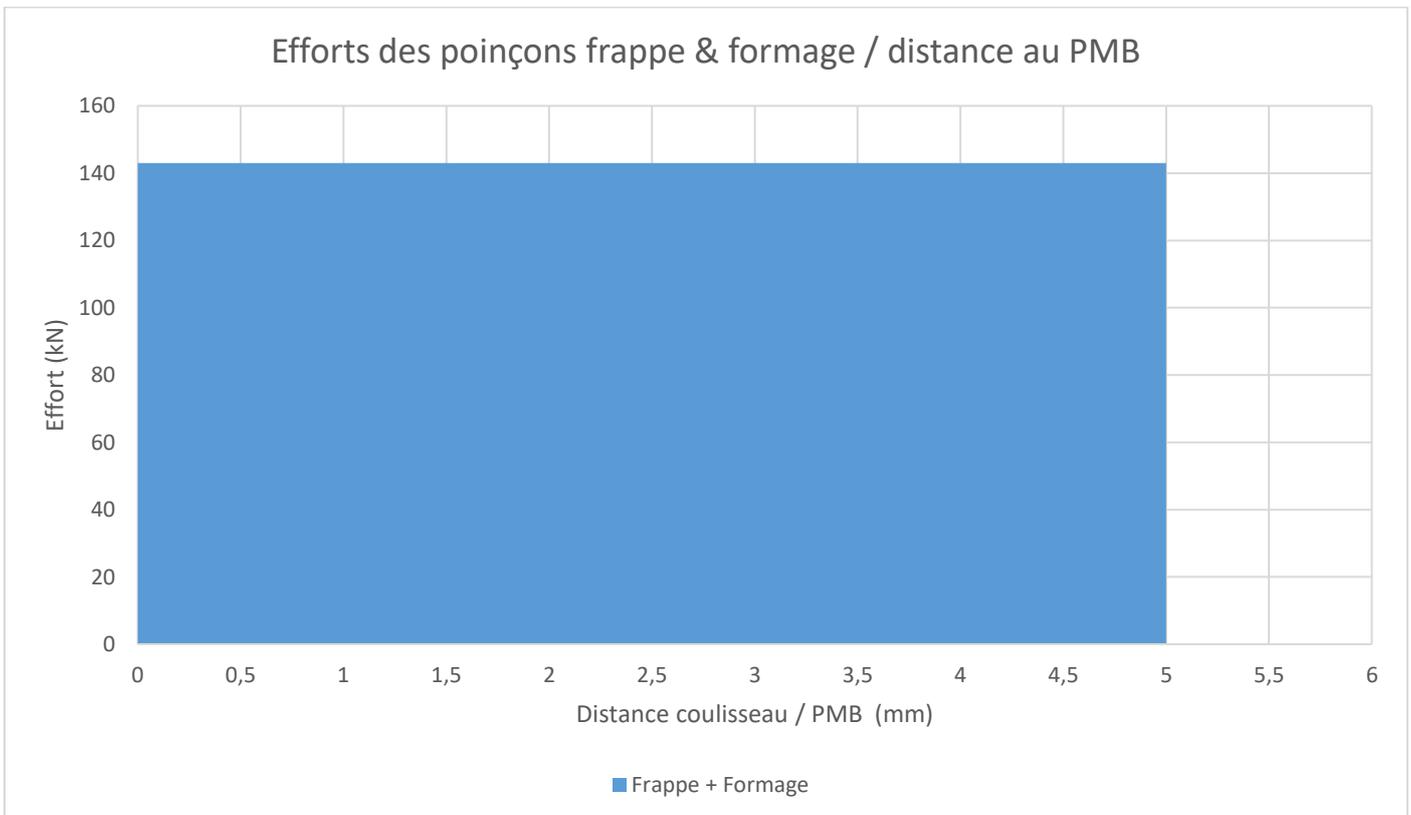
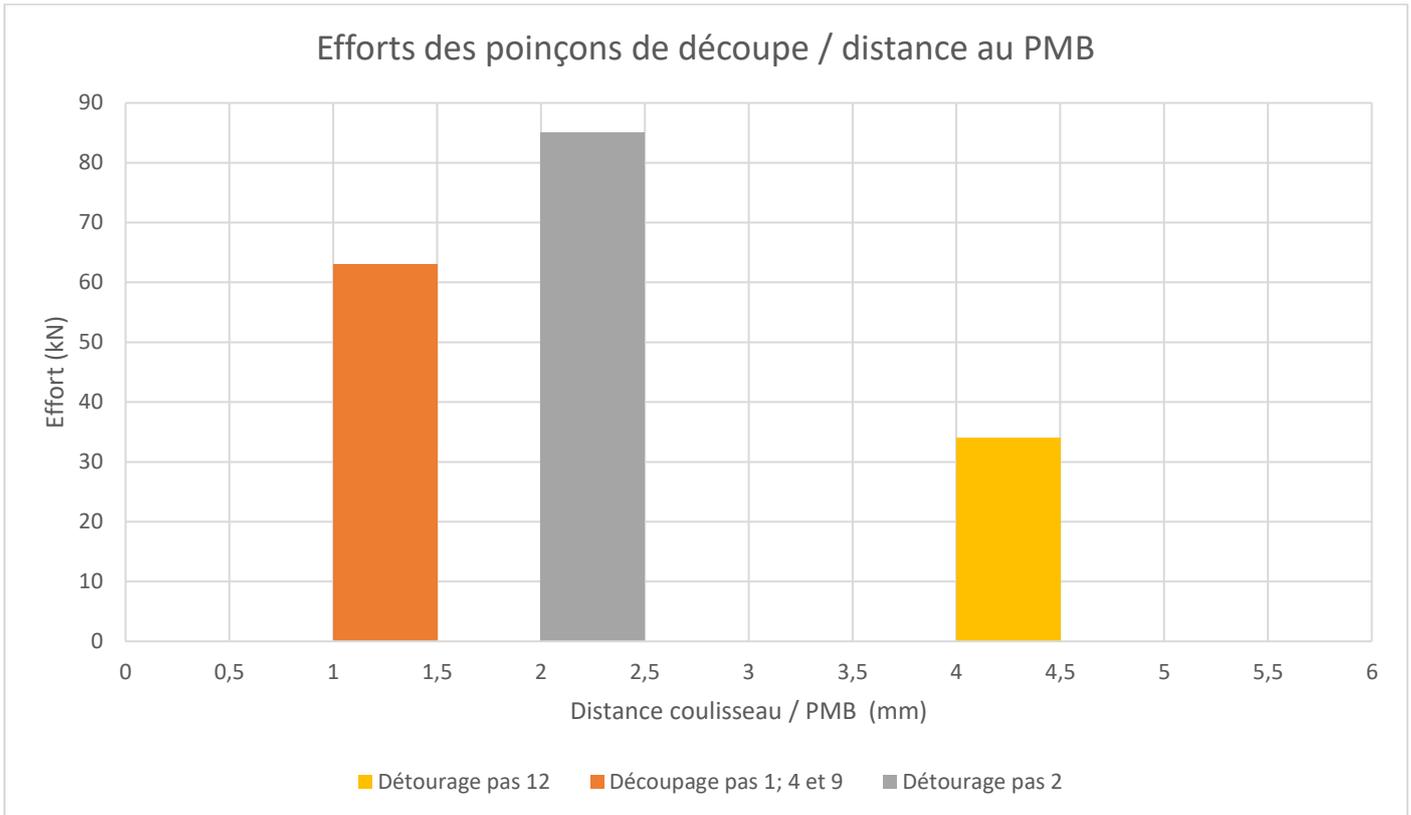
DT10 – Position des ressorts de dévêtissage / Centre partie supérieure

Les positions des 23 ressorts sont colorés.

Echelle non définie



DT11 – Efforts des poinçons / Distance par rapport au PMB



DT 12 – Presses disponibles

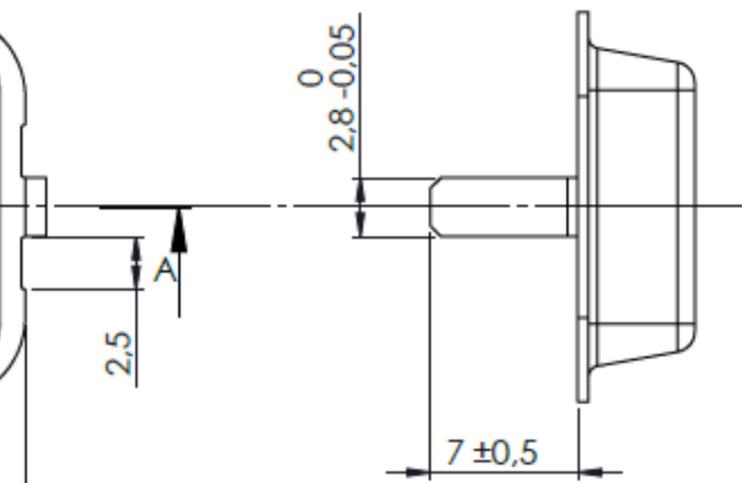
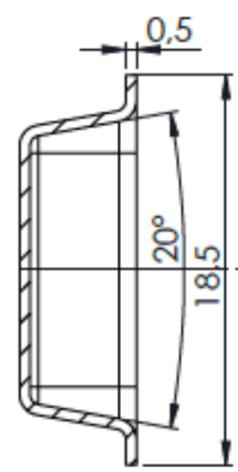
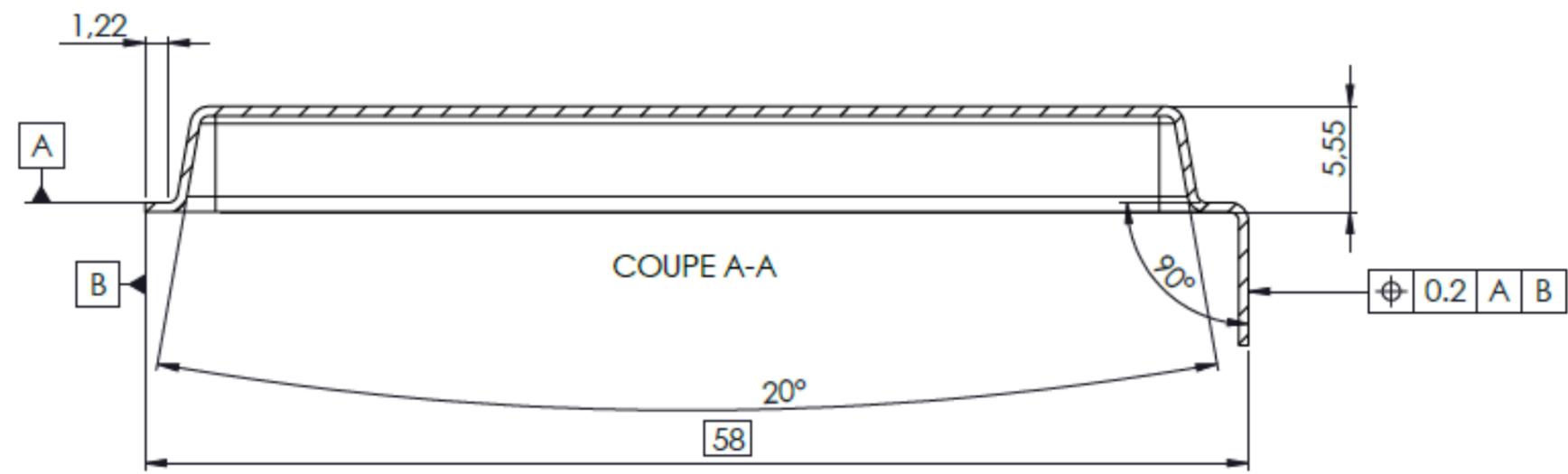
| PRESSES | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <u>Caractéristiques</u> | 6 Tonnes | 15 Tonnes | 25 Tonnes | 45 Tonnes |
| Capacité de frappe en Kilo newton à 20° du point mort bas | 60 | 150 | 250 | 450 |
| Course du coulisseau en millimètre | 4 à 40 | 5 à 75 | 5 à 75 | 6 à 100 |
| Nombre maximum de cycles par minute | 240 | 140 | 140 | 130 |
| Vitesse maximale du coulisseau en mètre par seconde | 0.32 | 0.31 | 0.35 | 0.43 |
| Puissance du moteur en kilowatt à 1500 tours par minute | 0.5 | 1.1 | 2.2 | 5.5 |
| Dimension de la table L x P x H | 450 x 220 x 30 | 450 x 320 x 40 | 550 x 400 x 48 | 650 x 430 x 57 |
| Nature et pression du fluide de commande en bar : | Air à 6 bars |
| Nb de personnes | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Temps de réglage / changement outil (h) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1 |
| Coût utilisation homme – machine (€ / h) | 45 | 45 | 50 | 60 |

DT 13 – Planification et coût réalisation outil

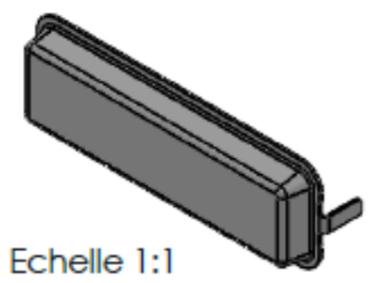
| | | | Fournisseur 1 | | | Fournisseur 2 | | | PX PRECIMAT SA Fournisseur 3 | | |
|--------|---------------|---|---------------|-----------|-------------|---------------|-----------|-------------|---------------------------------|-----------|-------------|
| Tâches | Prédécesseurs | Opérations | Tâche | Durée (j) | Prix HT (€) | Tâche | Durée (j) | Prix HT (€) | Tâche | Durée (j) | Prix HT (€) |
| A | | Gestion des commandes | A1 | 3 | 1000 | | | | | | |
| B | A | Approvisionnement des éléments standards | B1 | 16 | 800 | B2 | 14 | 1200 | | | |
| C | A | Approvisionnement des plaques à usiner | C1 | 12 | 2800 | C2 | 10 | 3200 | | | |
| D | A | Approvisionnement de la tôle pour les essais | | | | | | | D3 | 10 | 800 |
| E | C | Usinage classique | E1 | 7 | 4500 | | | | | | |
| F | H | Usinage par EE fil | F1 | 12 | 2000 | F2 | 4 | 3000 | | | |
| G | E | Traitements thermiques | G1 | 2 | 600 | G2 | 1 | 400 | | | |
| H | G | Rectification | H1 | 3 | 2200 | | | | | | |
| I | B-F | Montage de l'outil, ajustage et polissage | I1 | 1 | 1000 | | | | | | |
| J | D-I | Essais / Réglages | J1 | 2 | 1500 | | | | | | |

1 2 3 4 5 6 7 8

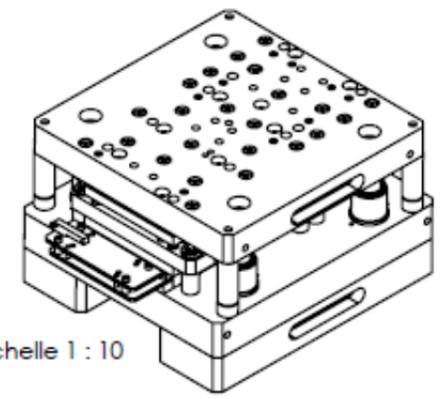
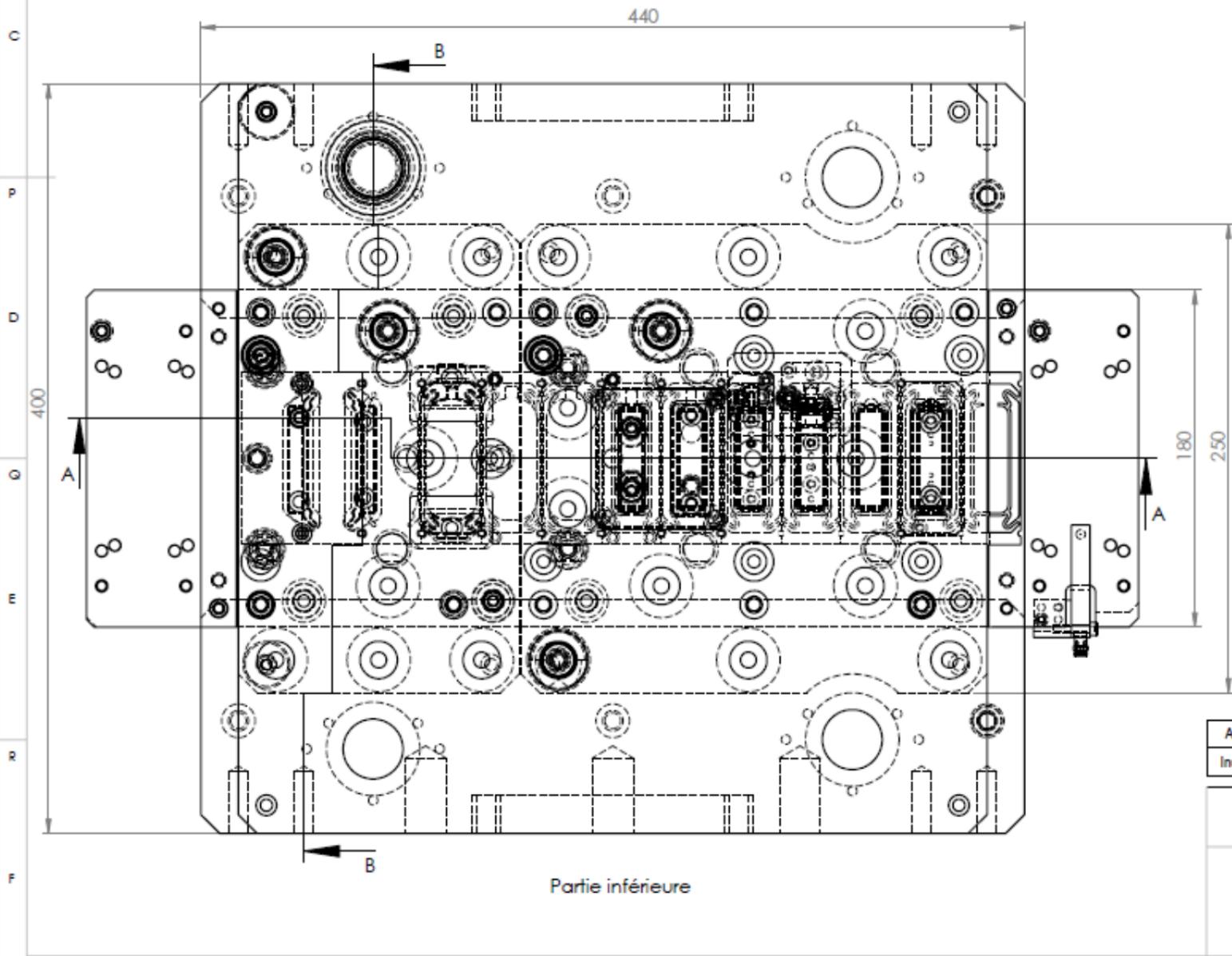
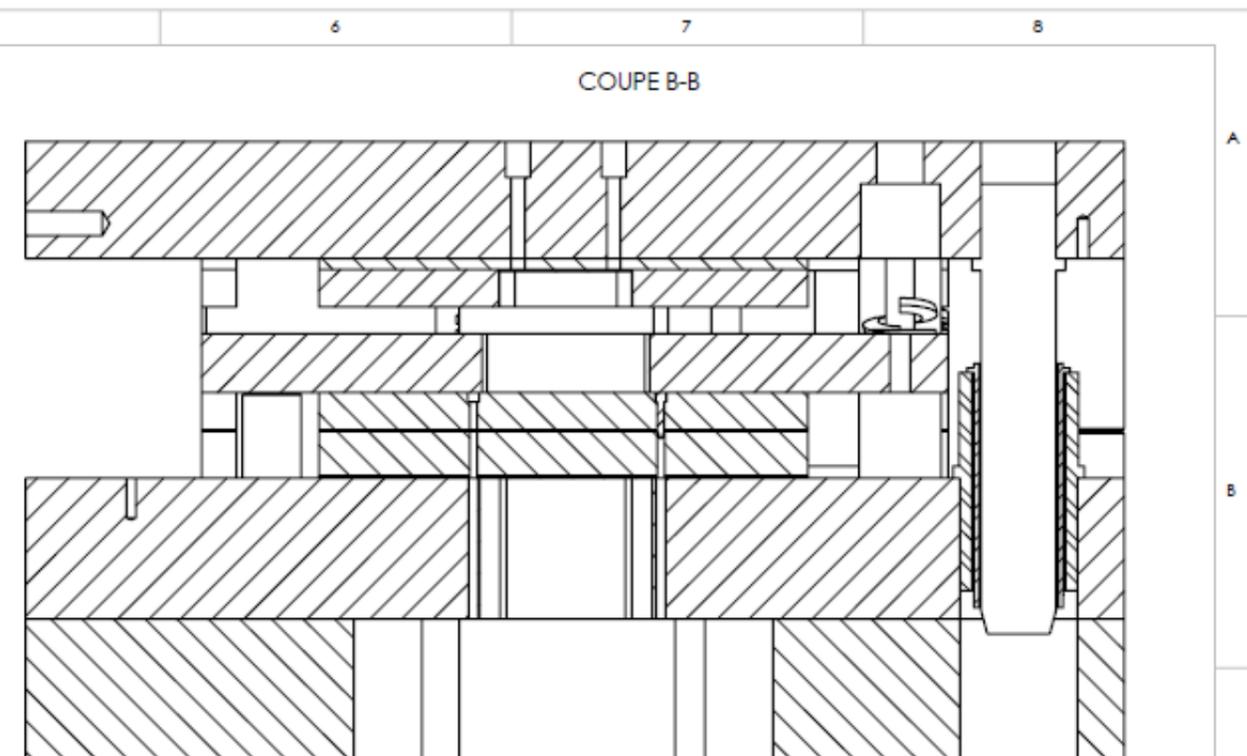
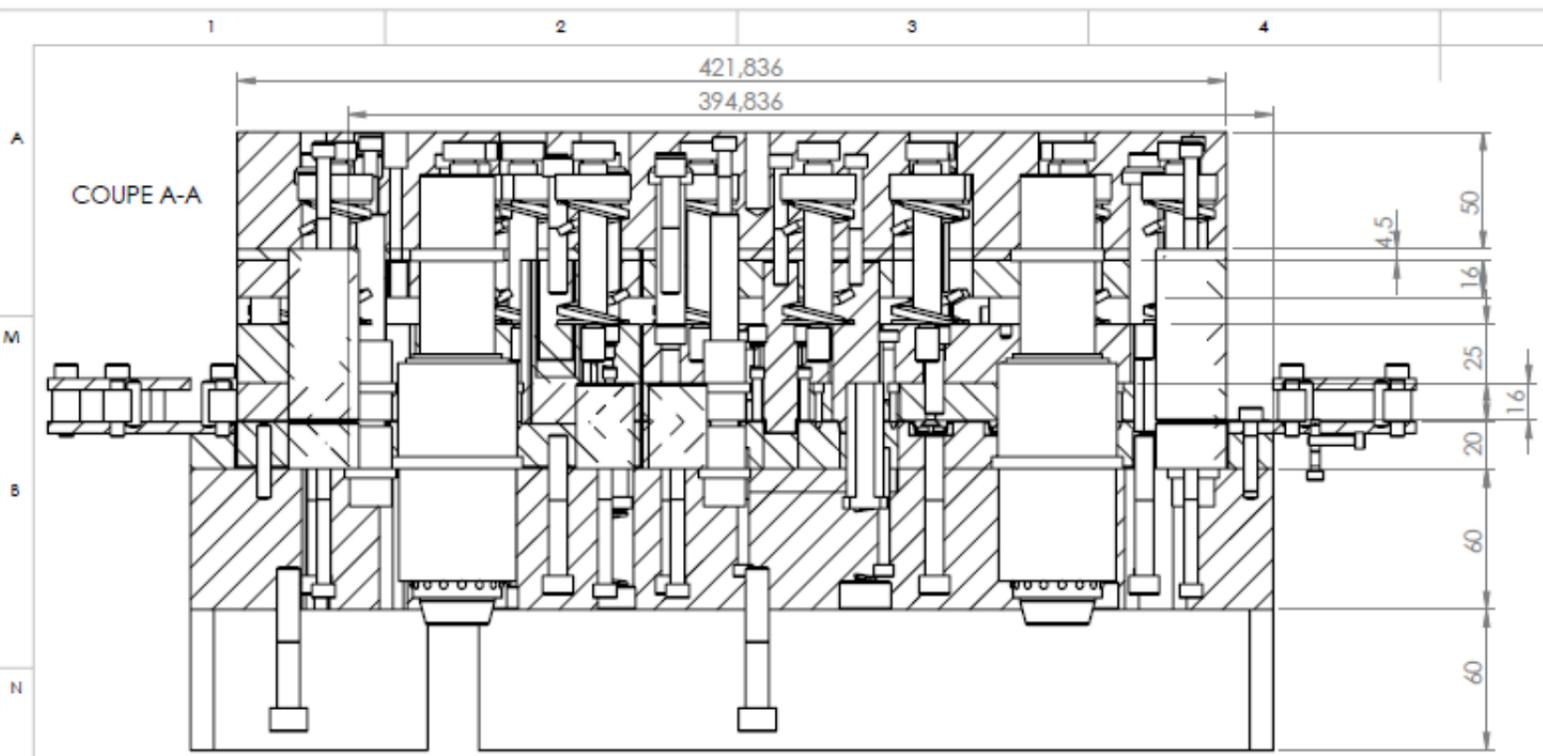
A
B
C
D
E
F



- Tolérance générale : NF E02-352
- Rayon de pli interne : 0,5 mm
- Casser les angles vifs: 0,5 mm à 45°



| | | | | | | |
|-----------------------|------------|----------------------------|-------------------|----------------|------------------|----------|
| A | 09/12/2019 | | CREATION | | | |
| Ind | Date | Visa | Modifications | | | |
| Page | ECH : 3:1 | EP : 0,5 | LB : | PAS : | Jeu de Decoupe : | CLIENT : |
| 35 | | PIECE : ELECTRODE CHEVILLE | | NUMERO OUTIL : | | |
| DT 14 | | | PLAN PIECE | | | |
| MATIERE : X2CrNi18-09 | | | TTH : | QTE : | REP : | |



Tolérances générales : suivant ISO 2768 mK

| | | | | | |
|-----------|-----------|----------------------------|---------------|----------|------------------|
| A | | CREATION | | | |
| Ind | Date | Visa | Modifications | | |
| Page | ECH : 1:3 | EP : | LB : | PAS : | Jeu de Decoupe : |
| 36 | | PIECE : ELECTRODE CHEVILLE | | CLIENT : | |
| DT 15 | | DESIGNATION | | OUTIL | |
| MATIERE : | | TTH : | QTE : | REP : | |