

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN
MICROTECHNIQUES**

**ÉPREUVE E51 :
Conception Détaillée : Pré-industrialisation
GANT BIONIQUE**

SESSION 2025

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Éléments de correction

Partie 1

Activité 1 - Etude économique

Question 1.1 : A partir des données fournies (DT11), **Compléter** le tableau afin de **déterminer** le coût unitaire d'une pièce (A) et le coût de l'outillage (B) pour chacun des deux procédés.

| | Solution fabrication additive | Solution injection plastique |
|-------------------------|---|---|
| Coût unitaire pièce (A) | <p>8 heures de production pour 120 carters</p> <p>Frittage 10 € pour 1 heure</p> <p>Soit 80 € pour 120 carters</p> <p>Donc 1 carter = 120 / 90</p> <p>A = 1.3333 €</p> | <p>Matière unitaire = 0.05 / 2 empreintes = 0.025 €</p> <p>Production = 200 cycles pour 30€</p> <p>Soit 400 pièces pour 30€</p> <p>Soit 1 pièce = 30/400 = 0.075 €</p> <p>A = 0.025 + 0.075 = 0.100 €</p> <p>A = 0.100 €</p> |
| Coût outillage (B) | <p>Machine disponible pas d'investissement</p> <p>B = 0 €</p> | <p>1200 + (2*500) = 2200 €</p> <p>B = 2200 €</p> |

Question 1.2 : Ecrire par procédé d'obtention, l'équation du coût d'une série en fonction du nombre de pièces (n) produites.

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| Fabrication additive | Ct add = 0.667 * n |
| Injection plastique | Ct inj = 0.100 * n + 2200 |

Question 1.3 : Calculer le seuil de rentabilité de la solution de production par injection plastique.

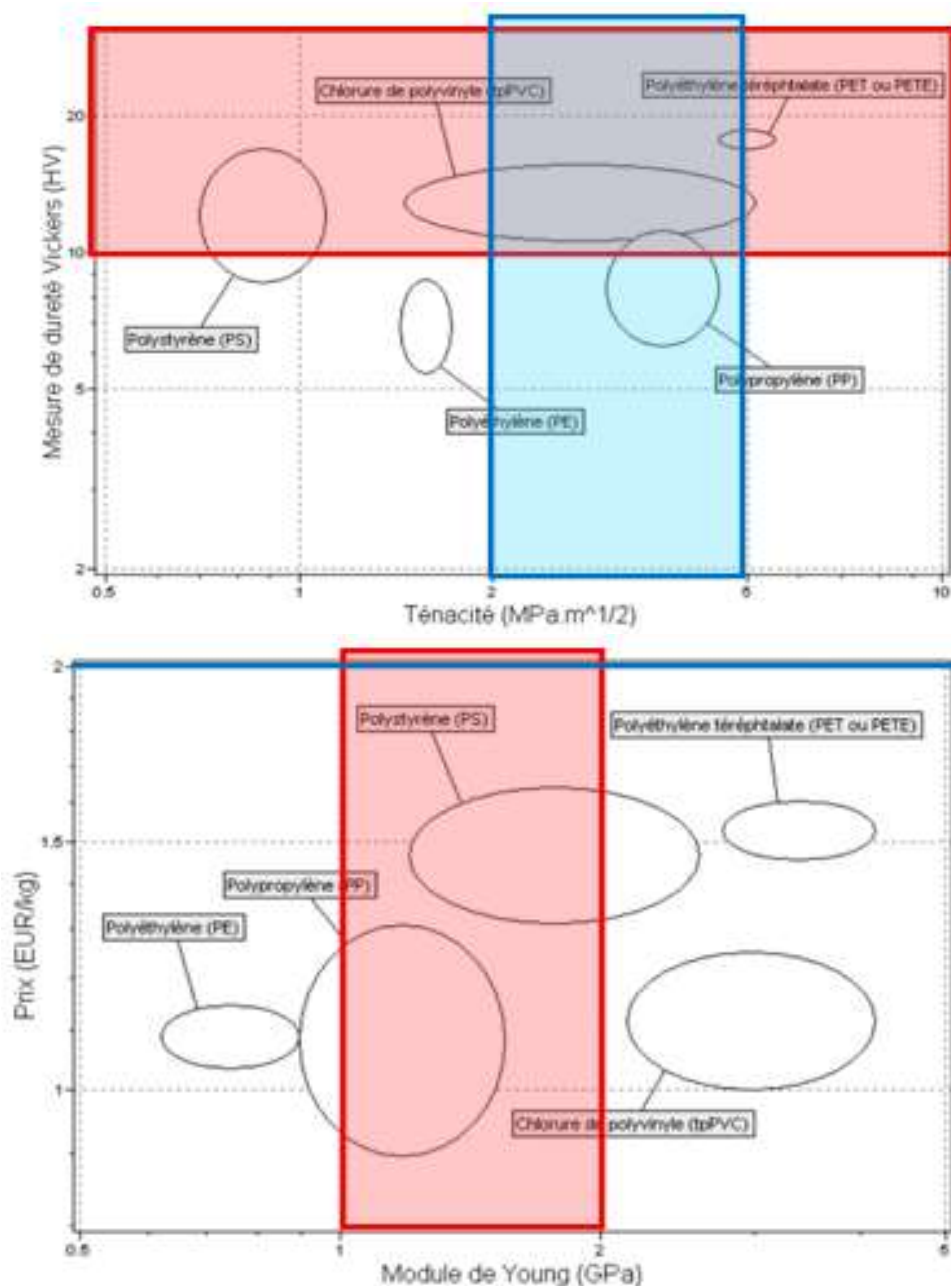
| |
|---|
| <p>Injection sera rentable dès que Ct add > Ct inj</p> <p>$0.667n > 0.100n + 1200$</p> <p>$n > 1200 / (0.667 - 0.1)$</p> <p>$n > 1200 / 0.5667$</p> <p>$n > 2116$ carters</p> |
|---|

Question 1.4 : Conclure sur la pertinence d'une production du Carter par injection plastique.

Injection sera rentable dès que $n > 2116$ carters
 Comme il y a 5 000 carters à produire
 Alors l'injection est rentable avant 5 000 carters
 Donc l'injection plastique est pertinente pour produire le carter

Activité 2 - Choix d'un matériau

Question 2 : A l'aide des graphes fournis et des critères imposés (DT8), **proposer** un matériau adapté à la production du Carter. **Justifier** votre choix.



Matériau retenu et justification :

Dureté et ténacité : PVC – PET – PP

Prix et Young : PP – PS

Matériau : Croisement des 2 = le PP est retenu

Justificatif : C'est le seul matériau qui répond à tous les critères

Activité 3 - Étude de rhéologie

Question 3.1 : La simulation de rhéologie (DT10) fait apparaître des lignes de soudure.

Vérifier s'il y aura une faiblesse sur la pièce. **Justifier** votre réponse

Comme toutes les lignes de soudures se rejoignent avec une différence de température faible (moins de 5°) alors les fronts de matière se mélangeront bien pour former une matière homogène, il n'y aura pas de faiblesse.

Question 3.2 : Des inclusions d'air vont se produire (DT10).

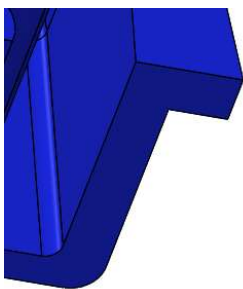
A l'aide du dessin de définition (DT7) **proposer** une (ou des) solution(s) technologique(s) pour remédier à ce problème.

Utiliser si besoin un (ou des) schéma(s) expliquant les solutions adaptées au problème à résoudre.

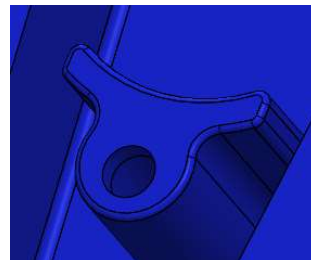
Plusieurs solutions sont envisageables.

Pour le fond de la pièce, prévoir 1 congé.

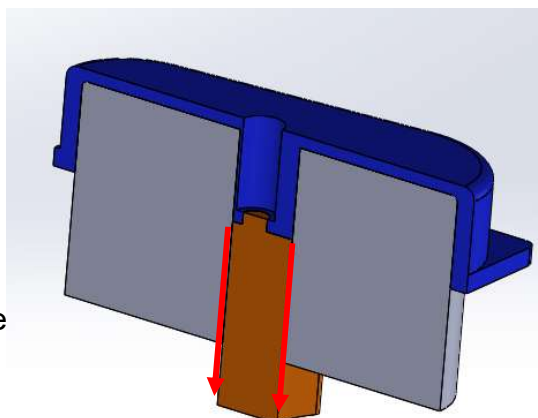
Pour la forme centrale, mettre une broche pour permettre l'évacuation de l'air éventuellement congé en bout de forme (prévoir simulation d'injection pour validation).



Congé en fond de pièce



Congé en pied de forme



Broche pour évacuation de l'air

Question 3.3 : La simulation fait apparaître des retassures sur la pièce (DT10).

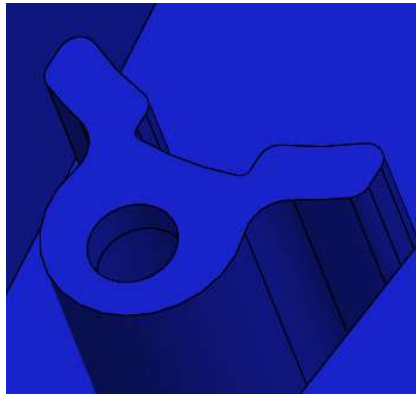
Proposer, à l'aide d'un croquis, une solution (modification de formes) permettant de limiter les retassures.

Plusieurs solutions sont envisageables.

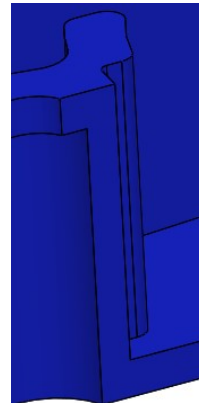
Il faut limiter la matière sur la zone de retassure pour essayer de respecter la notion d'épaisseur constante. Refaire ensuite simulation pour validation.



Avant



Après



Question 3.4 : A partir des questions précédentes, **valider** (ou non) le procédé d'obtention de la pièce par injection plastique.

Justifier votre réponse.

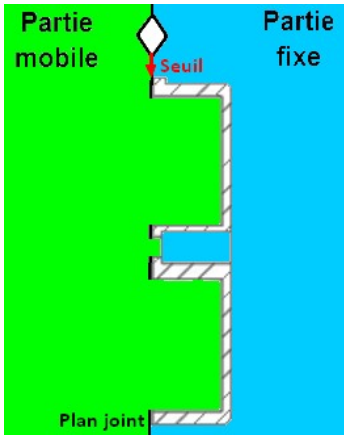
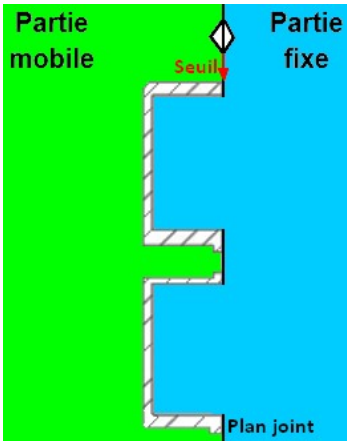
La pièce se prête à l'injection car des solutions sont trouvées pour assurer sa bonne utilisation.

Activité 4 - Conception du moule d'injection

Question 4.1 : Deux dispositions possibles du Carter dans le moule sont données (DR3).

A partir du dessin de définition du Carter (DT9), de l'architecture du moule (DT11) et de l'étude rhéologique (DT10), **placer** le plan de joint et le seuil d'injection pour chaque proposition.

Colorier la Partie Fixe et la Partie mobile de couleurs différentes. **Choisir** la disposition la plus adaptées pour la pièce. **Justifier** le choix. **Utiliser** les symboles fournis.

| | Avantage(s) | Inconvénient(s) |
|---|---|--|
| <p>Solution n°1</p>  | <p>Ejection sur faces cachées de la pièce, mais pas utile car pièce non visible</p> <p>La pièce se serre sur la Partie mobile en refroidissement, elle reste du côté éjection</p> | |
| <p>Solution n°2</p>  | | <p>La pièce se serre sur la Partie fixe en refroidissant, elle ne sera pas du côté du système d'éjection</p> |

Solution retenue et justification : **Solution 1** car la pièce reste sur la Partie mobile donc du côté du système d'éjection

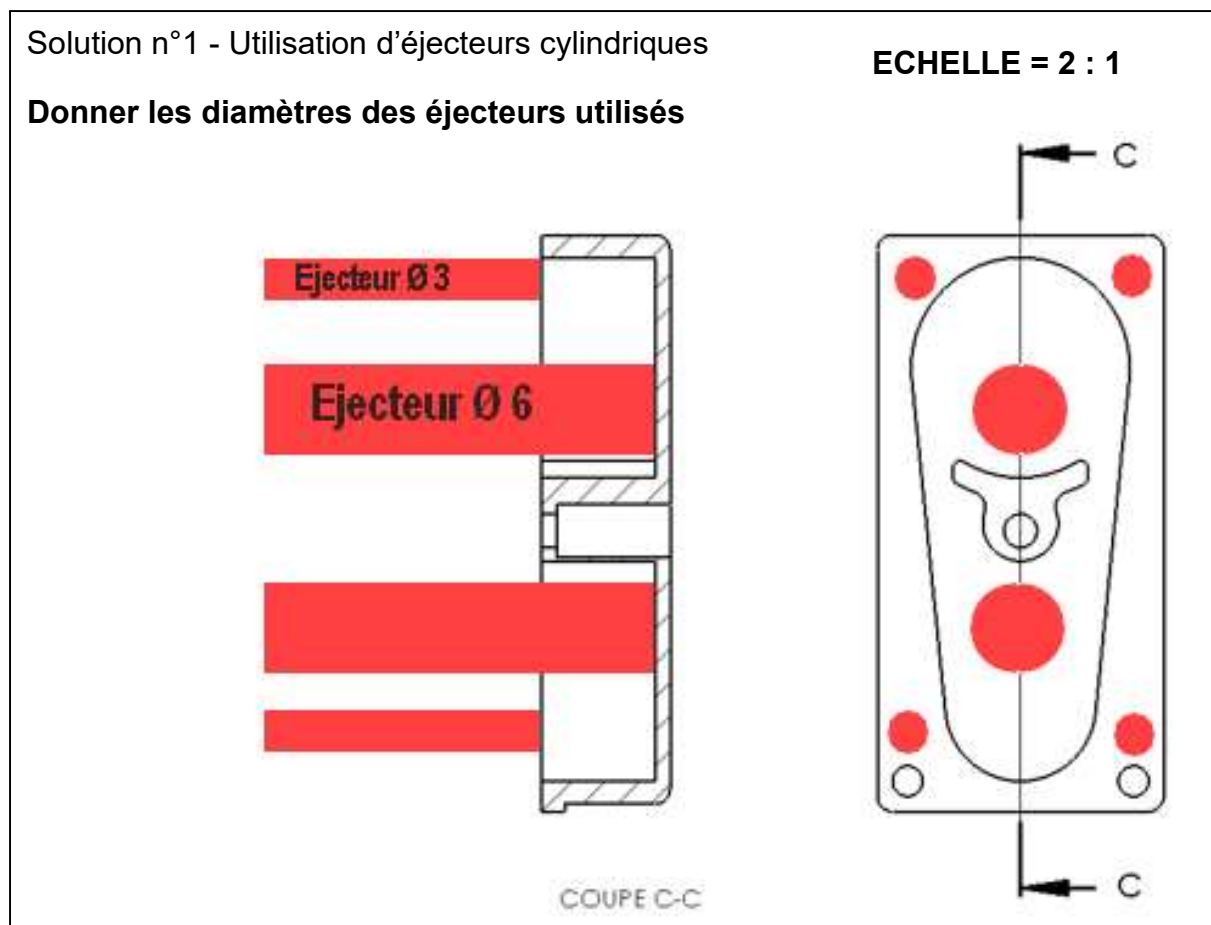
Question 4.2 : Deux systèmes d'éjection sont envisageables, un par éjecteurs cylindriques (DR4) et un par plaque dévêtisseuse (DR5).

En prenant en compte les caractéristiques de la pièce (DT9), **représenter** chacun des systèmes d'éjection envisageables.

Lister les avantages et inconvénients de chaque solution.

Choisir et justifier la solution qui semble la plus pertinente suivant les caractéristiques du carter.

Plusieurs solutions sont possibles, être au plus proche des broches des trous.

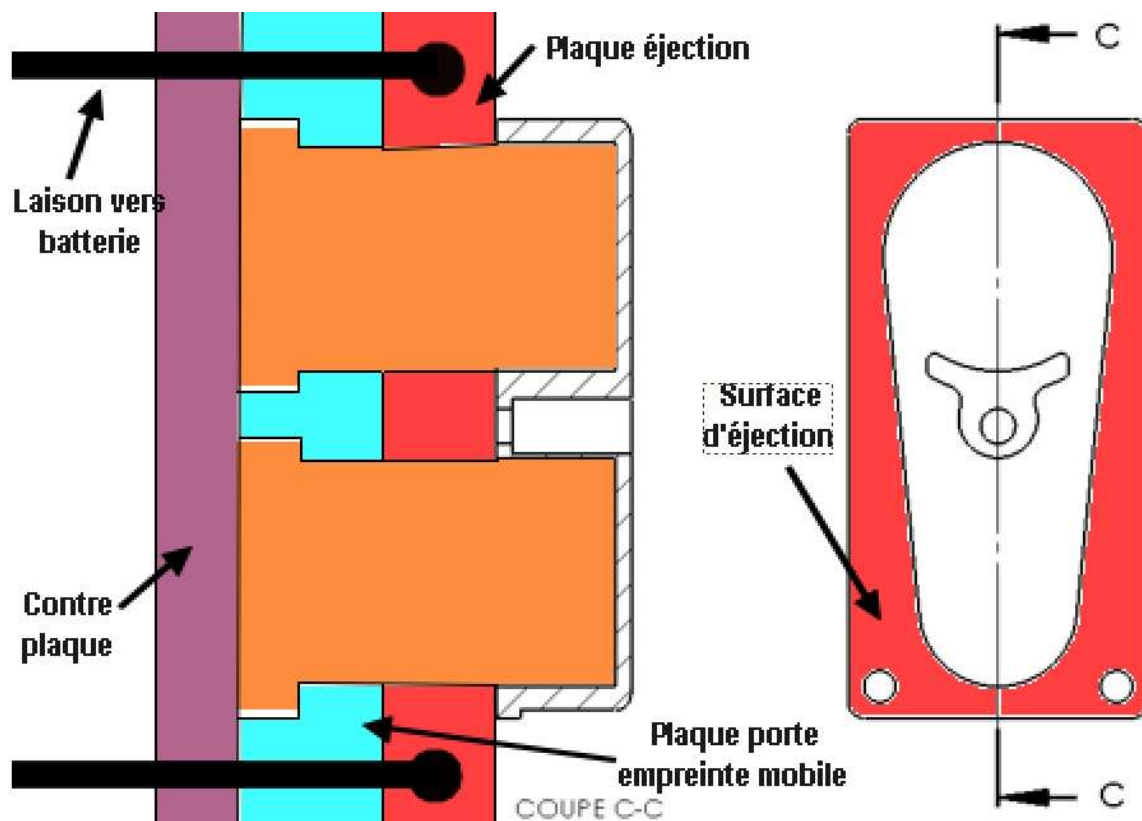


Avantage(s) : Faible cout des éjecteurs, réalisation simple .

Inconvénient(s) : Ejection sur faible épaisseur de paroi, risque déformation .
Ejection incertaine des trous .

Solution n°2 - Utilisation d'une plaque dévêtisseuse

Faire apparaître la surface d'éjection



Avantage(s) : Grande surface d'éjection, pas de risque déformation du fond

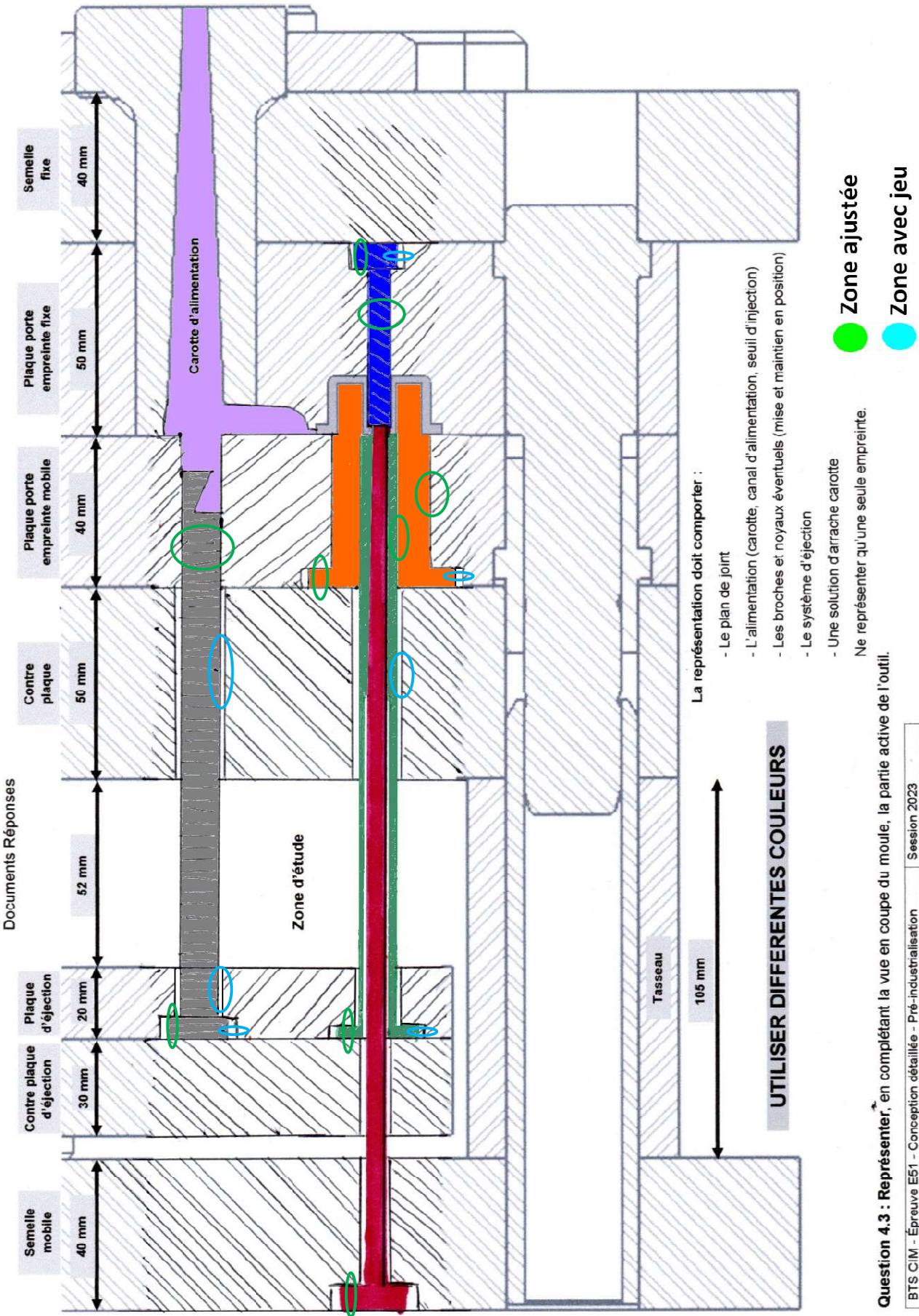
Inconvénient(s) : Montage plus complexe donc plus coûteux

1 plaque en plus

Choix de solution d'éjection et justificatif :

Plaque d'éjection car éjection plus sûre

Question 4.3 :



Question 4.4 : A partir du dessin de définition du Carter (DT7), des documents d'éjection (DT11 - DT12 - DT13) et afin de préparer la commande des éjecteurs, broches de tubulaires et tubulaires, **reproduire** et **compléter** le tableau ci-dessous.

Ajouter autant de lignes que nécessaire.

| Liste des éléments standards à commander | | | | |
|--|----------|----------|---------------|-------------|
| Nom | Diamètre | Quantité | Longueur mini | Référence |
| Ejecteur | 3 | 4 | 162 | 644-3-200 |
| Broche tub 1 | 2.2 | 2 | 241.5 | 641-2.2-250 |
| Broche tub 2 | 2 | 4 | 241 | 644-2-250 |
| Tubulaire 1 | 2.2 | 2 | 162 | 626-2.2-175 |
| Tubulaire 2 | 2 | 2 | 162 | 626-2.2-175 |

Il y a 2 empreintes donc il faut penser à multiplier les besoin d'une empreinte par 2.

Pour les longueurs, utiliser les dimensions des plaques données sur la vue en coupe du moule et le dessin de définition pour les broches des tubulaires.

Partie 2 : Production du Crochet d'entraînement

Activité 5 :

Question 5.1 : A l'aide des tableaux "jeu poinçon/matrice" (DT14), **déterminer** le jeu poinçon/matrice. **Donner** le jeu maxi, le jeu mini et l'intervalle de tolérance. Le cas d'une bavure la plus faible possible est retenu.

Critères : Bavure la plus faible possible : Cas 3 avec bavure = 3 à 6% de e

: Matière S235 : acier doux associé au cas 3 alors jeu = 8 à 10 % de e

Avec e= 1, le jeu diamétral poinçon/matrice est de 8 à 10 % de 1mm

$J_{mini} = 8\% \text{ de } 1 = 0.08\text{mm}$ $J_{maxi} = 10\% \text{ de } 1 = 0.1$ $IT = J_{maxi} - J_{mini} = 0.02\text{mm}$

Question 5.2 : Définir la dimension du poinçon et de la matrice pour le poinçon Ø2.2 mm du poste 2.

La partie découpée est une chute alors le jeu est sur la matrice et le poinçon est à la cote.

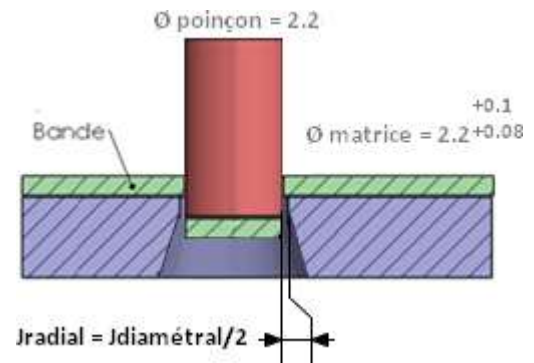
Ø poinçon = 2.2 mm

Ø matrice = $2.2^{+0.08/+0.1}$ mm

Question 5.3 : A l'aide de la définition d'un poste de découpage (DT17), **représenter**, sans échelle mais en respectant les proportions, l'outil fermé. **Faire apparaître** le jeu, **coter** le poinçon et la matrice.

Utiliser une pénétration en matrice de la valeur de l'épaisseur.

La réserve d'affutage doit recevoir 1 pièce pour limiter l'effort d'éjection.



Activité 6 - Choix de la presse de découpe

Question 6.1 : Trois dispositions sur bande sont proposées (DT 17). Par le calcul, **déterminer** l'utilisation de matière nécessaire pour produire un Crochet.

Choisir une disposition et **Justifier** ce choix.

| | Surface Crochet (mm ²) | Pas (mm) | Largeur bande (mm) | Surface consommée (mm ²) = Pas x Largeur bande |
|----------------------------|---------------------------------------|----------|-----------------------|---|
| Disposition horizontale | 228,5 | 31,5 | 16,37 | 515,66 |
| Disposition verticale | 228,5 | 12,14 | 32,96 | 400,13 |
| Disposition de biais | 228,5 | 26,57 | 18,22 | 484,11 |

La solution à retenir est la disposition verticale car elle consomme le moins de matière.

Question 6.2 : Pour la disposition retenue, l'entreprise souhaite ne veut pas avoir un pourcentage (%) de perte supérieur à 50%.

Calculer le pourcentage (%) de perte et **conclure** sur le souhait de l'entreprise.

400,13 correspond à 100% d'utilisation

228,50 correspond à X% d'utilisation

$X\% \text{ utilisation} = (228,5 \times 100) / 400,13$

$X\% \text{ utilisation} = 57,1 \%$ d'utilisation

100% surface d'un pas = % perte + % utilisation

$\% \text{ perte} = 100\% - X\% \text{ utilisation} = 100\% - 57,1\% = 42,9 \%$

La disposition est validée car elle répond au souhait de l'entreprise d'avoir moins de 50% de perte.

Question 6.3 :

Calculer les efforts de découpage (DT15 - DT16). **Donner** la formule à utiliser et **préciser** les unités.

Le périmètre total de poinçonnage et découpage = 102.80mm.

Matière S235 (acier doux) : $R_c = 400 \text{ Mpa}$

$F_{\text{dec}} (\text{N}) = R_c (\text{MPa}) * \text{périmètre découpé (mm)} * \text{épaisseur (mm)}$

$F_{\text{dec}} = 400 * 102.80 * 1 = 41\,120 \text{ N}$

Calculer l'effort d'éjection.

Il est estimé à 1.30% de l'effort de découpage.

$F_{\text{jec}} = 41\,120 * 0.013 = 534.56 \text{ N}$

Calculer l'effort d'extraction (ou de dévêtissage).

Il est estimé à 7% de l'effort de découpage.

$F_{\text{extrac}} = 41\,120 * 0.07 = 2\,878.4 \text{ N}$

Question 6.4 : Calculer L'effort total que la presse doit fournir pour produire le Crochet.

$F_t = F_{\text{dec}} + F_{\text{jec}} + F_{\text{extrac}} = 41\,120 + 534.56 + 2\,878.4$

$F_t = 44\,532.96 \text{ N}$

Question 6.5 : Plusieurs presses sont disponibles (DT16), **Choisir** une presse et **justifier** ce choix.

Il faut une presse avec 1 effort > à F_t

Comme $F_t = 44\,532.96 \text{ N}$ soit environ 44.5 KN

Alors il faut la presse de 60 KN car $60 \text{ KN} > 44 \text{ KN}$

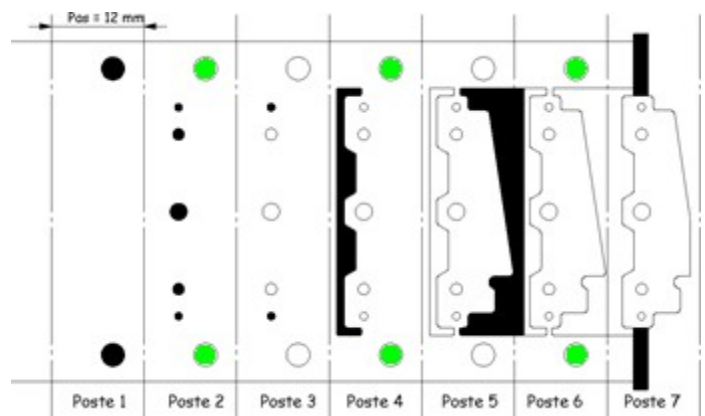
Activité 7 - Définition de l'outil de découpe

Question 7.1 : Des essais de découpe du Ø1H8 (DT 16) ont montré que la tolérance H8 n'était pas tenue en une seule opération.

A partir des silhouettes données (DR 6)

Dessiner une nouvelle mise en bande pour assurer l'obtention de la cote du Ø1H8.

Faire apparaître le squelette de la bande, **colorier** les poinçons en noir et les pilotes en vert. Tous les postes peuvent ne pas être utilisés. **Nommer** les postes.



Plusieurs solutions sont envisageables.

Il faut ajouter un poste de finition pour le Ø1H8 et faire une ébauche avant.

| | |
|---------|--|
| Poste 1 | Poinçonnages Ø3 mm pour les pilotes |
| Poste 2 | Pilotage par 2 pilotes Ø3 mm Poinçonnage du trou Ø2,2 mm Poinçonnage des 2 trous Ø1,5 mm Poinçonnage en ébauche des 2 trous Ø1H8 avec un poinçon Ø0,9mm |
| Poste 3 | Poinçonnage Ø1H8 mm en finition |
| Poste 4 | Découpage du contour gauche de la pièce et pilotage |
| Poste 5 | Découpage du contour droit de la pièce |
| Poste 6 | Poste à vide et pilotage |
| Poste 7 | Découpage final de la pièce |

Question 7.2 : Le poinçon de découpe du côté gauche de la pièce est donné (DT18).

Pour préparer la modélisation du maintien en position du poinçon dans le porte-poinçons (DT15), **représenter** en complétant les vues données, une solution n'utilisant pas de vis.

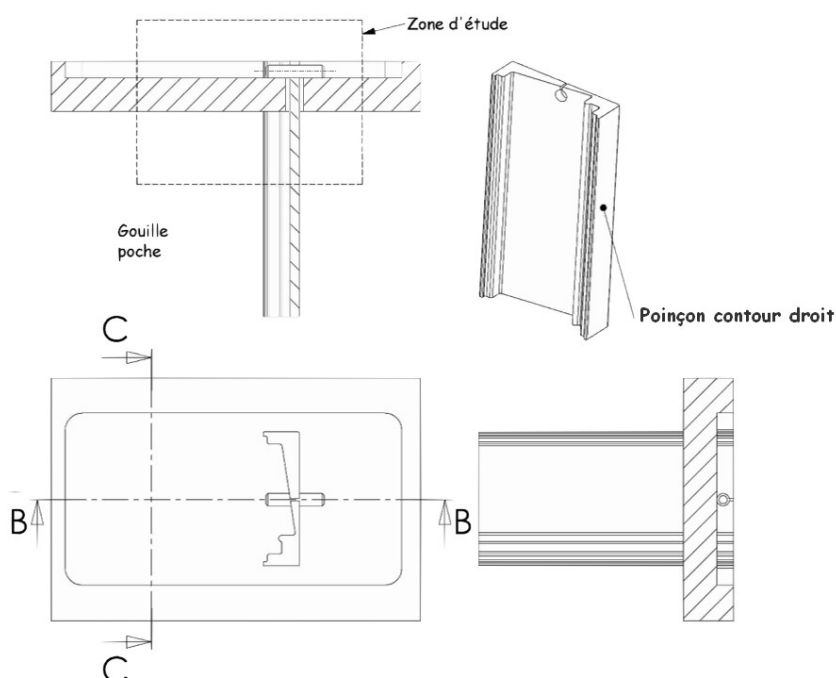
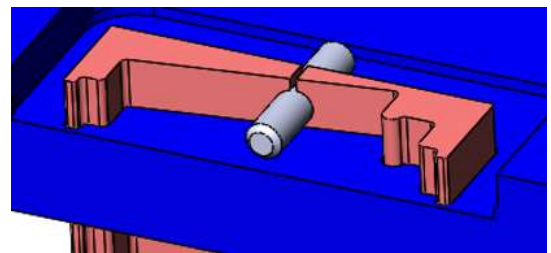
Plusieurs solutions sont envisageables.

Usiner un logement de goupille (en fraisage ou en érosion à fil).

Usiner une rainure dans le porte-poinçons

Monter le poinçon et sa goupille dans le porte poinçon.

L'arrêt en translation est donné par la tôle de choc (non représentée).

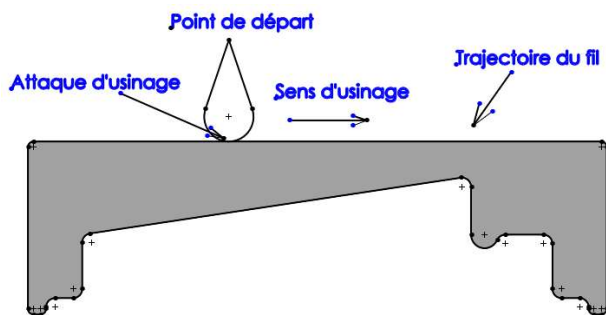


Question 7.3 : Afin de préparer la fabrication du corps du poinçon, **proposer** un mode obtention de celui-ci.

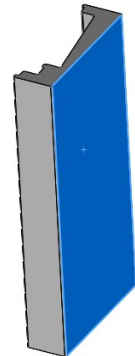
Le poinçon de découpage côté gauche sera obtenu en électro érosion à fil.

Question 7.4 : Représenter la trajectoire de l'outil et **justifier** son point de départ.

En bleue, surface de découpage non fonctionnel car elle ne découpe pas, c'est sur cette face que doit démarrer l'usinage au fil. Pour limiter influence de l'attaque.



Attaque possible en creux sur face non fonctionnelle pour limiter influence de l'attaque.



Question 7.5 : Afin d'assurer le bon fonctionnement du dévêtisseur, 4 ressorts sont utilisés (DT15 - DT19). Avant de les commander, il faut les dimensionner.

A partir de la démarche donnée, **calculer** la longueur à vide (L_v) puis la raideur (K).

A l'aide d'extraits de catalogue (DT19), **Donner** et **justifier** la référence du ressort à commander. Pour cette étude, prendre l'effort de dévêtissage égal à 2 050 N.

Dimensionnement des ressorts :

| | | Calcul |
|----------------------------|--|--|
| Course travail (C_t) | $C_t = 2 \cdot e + 2$ e : épaisseur bande | $C_t = (2 \cdot 1) + 2 = 4 \text{ mm}$ |
| Longueur de précontrainte | $L_{pc} = 4,5 \text{ mm}$ | |
| Longueur à vide L | $L = 5 \cdot (L_{pc} + C_t)$ | $L = 5 \cdot (4,5 + 4) = 42,5 \text{ mm}$ |
| Force de dévêtissage total | $F_{dév}$ | 2 000 N |
| Raideur ressort K (N/mm) | $K = \frac{F_{dév}}{\text{Nombre de ressorts} \cdot (L_{pc} + C_t)}$ | $K = 2000 / (4 \cdot (4,5 + 4)) = 60,3 \text{ N/mm}$ |

Données du catalogue – Justifier les choix

| K : raideur | D (diamètre ext) | L : longueur à vide | Couleur |
|--|------------------|-----------------------------|---------|
| 60.9 la plus proche au dessus | 16 | 44 la plus proche au dessus | Jaune |
| Référence du ressort (désignation de la référence : REF – D – L – K) | | | |
| Référence du ressort : 358 – 16 – 44 – 60.9 | | | |