

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONCEPTION ET INDUSTRIALISATION EN MICROTECHNIQUES

SESSION 2024

ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE

SOUS-ÉPREUVE E51 :
CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

ROBOT NETTOYEUR DE VITRES

| |
|------------------|
| BARÈME - CORRIGÉ |
|------------------|

Les calculs sont demandés avec une précision au 1/100

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité DR 3

ÉTUDE 2 : Fonction guidage

2. Étude de l'outillage d'injection DR 4

3. Analyse des formes en contre dépouilles DR 5

4. Validation du procédé DR 6

5. Amélioration du produit

1. Choix d'un matériau DR 6-7

2. Optimisation du moule DR 7

3. Calcul de gain DR 8

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande

1. Choix d'une presse de découpe DR 9

2. Validation mise en bande DR 9

| | | | |
|--|------------------|----------|--------------|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR1/8 |

ÉTUDE 1 : Fonction transmission

1. Étude de rentabilité

Question 1 : Coût d'une poulie crantée assemblée. Compléter le tableau ci-dessous.

| | Solution 1 Assemblage par vis | Solution 2 Assemblage par clip |
|---|---|-----------------------------------|
| Coût de production roue et flasque | 0,07 € | 0,07€ |
| Coût d'une vis | 0,03 € | 0,03 € |
| Coût d'un ensemble Poulie non assemblée | $0,07 + (2 \times 0,03) = 0,13 \text{ €}$ | $0,07 \text{ €}$ |
| Taux horaire d'assemblage | 15 € / heure | 15 € / heure |
| Cadence d'assemblage | 240 Ensembles Poulies / heure | 600 Ensembles Poulies / heure |
| Coût d'un assemblage par Poulie | $15 / 240 = 0,063 \text{ €}$ | $15 / 600 = 0,025 \text{ €}$ |
| Coût total d'un ensemble Poulie assemblée | $0,13 + 0,0623 = 0,193\text{€}$ | $0,07 + 0,025 = 0,095 \text{ €}$ |
| Coût de modification des moules (roue et flasque) | Moule amorti | 3 500 € |

Question 2 : Equations du coût d'une série de X poulies crantées assemblées.

Solution 1 (vis) : $Y_1 = a_1 X_1 + b_1$ avec $b_1=0$ et $a_1=0.193$

$$Y_1 = 0,192 X$$

Solution 2 (clips) : $Y_2 = a_2 X_2 + b_2$ avec $a_2=0.095$ et $b_2=3\ 500$

$$Y_2 = 0,095 X + 3\ 500$$

Question 3 : Seuil de rentabilité entre solution 1 (vis) et solution 2 (clips).

Le seuil de rentabilité de la solution 2 se situe au nombre de produits pour lequel le coût est identique soit $Y_1 = Y_2$ avec $X_1 = X_2$

$$D'où \quad 0,1925 X = 0,095 X + 3500$$

$$x=3500/(0,1925-0,095)=35898 \text{ Poulies assemblées}$$

Question 4 : Conclusion par rapport à la quantité demandée.

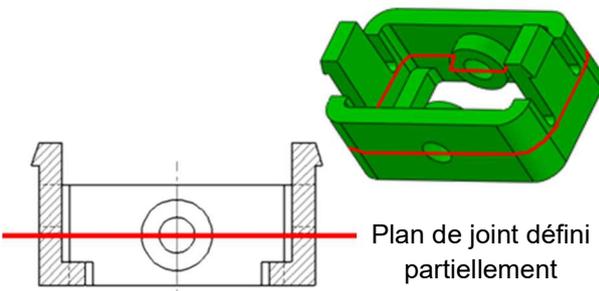
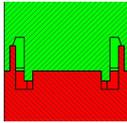
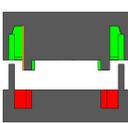
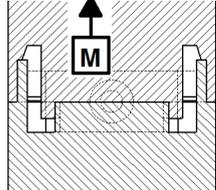
Le nombre de produits à fournir étant de 50 000, il est supérieur au seuil de rentabilité, donc la solution 2 est moins coûteuse pour la série attendue que la solution 1. La solution 2 est plus rentable et sera retenue.

| | | | |
|--|------------------|----------|--------------|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR2/8 |

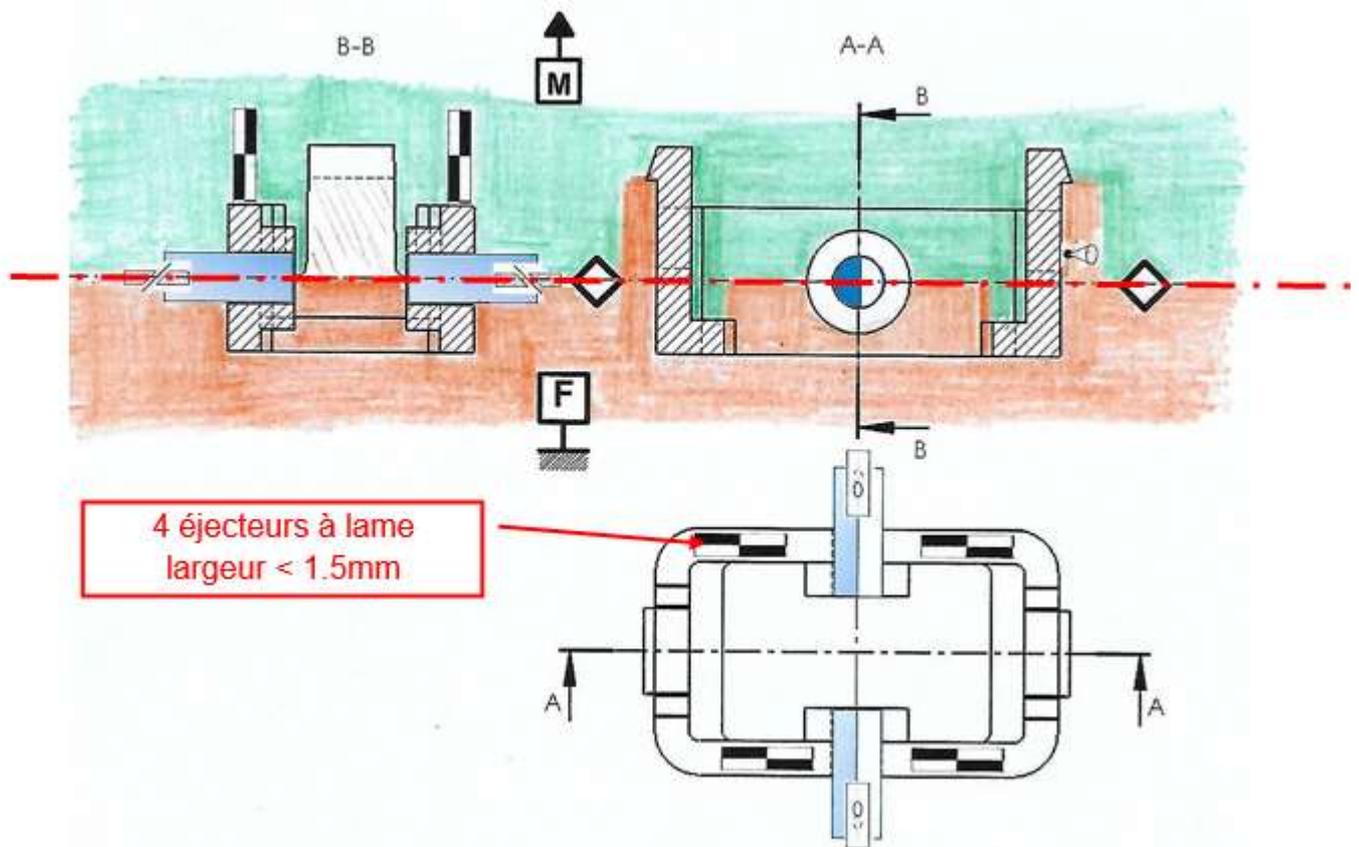
ÉTUDE 2 : Fonction guidage

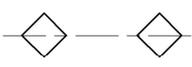
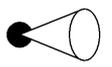
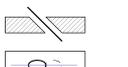
2. Étude de l'outillage d'injection

Question 5 : Justification du plan de joint.

| Plan de joint proposé | Justification |
|---|--|
|  <p style="text-align: center;">Plan de joint défini partiellement</p> | <p style="color: red;">Besoin de tiroirs pour alésage passage axe. Broches et tiroirs dans le plan de joint. Plus simple que broche et tiroirs noyés.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> |

Question 6 : Solution constructive du moule.



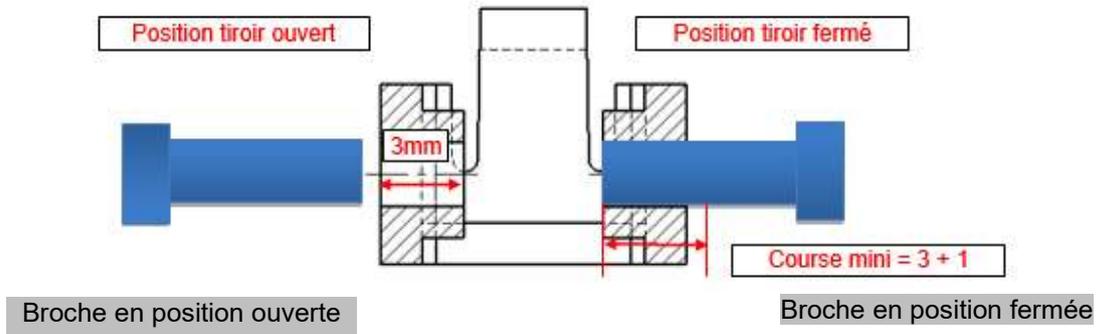
| | | | | | |
|---------------------|------------------|---|---|---------------|---|
| Plan de joint | Couleur rouge |  | Seuil d'injection | Couleur noire |  |
| Moule partie fixe | Couleur orange |  | Ejecteur cylindrique et éjecteur à lame | Couleur noire |  |
| Moule partie mobile | Couleur verte |  | Noyau ou broche | Couleur bleue |  |
| Tiroir | Couleur violette |  | Ejecteur tubulaire | Couleur noire |  |

3. Analyse des formes en contre dépolis

| | | | | |
|--|------------------|----------|--------------|--|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 | |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR3/8 | |

Question 7 : Positions des broches et course tiroir.

Course minimum 4 mm.



Question 8 : Choix, justification et référence de l'unité de tiroir.

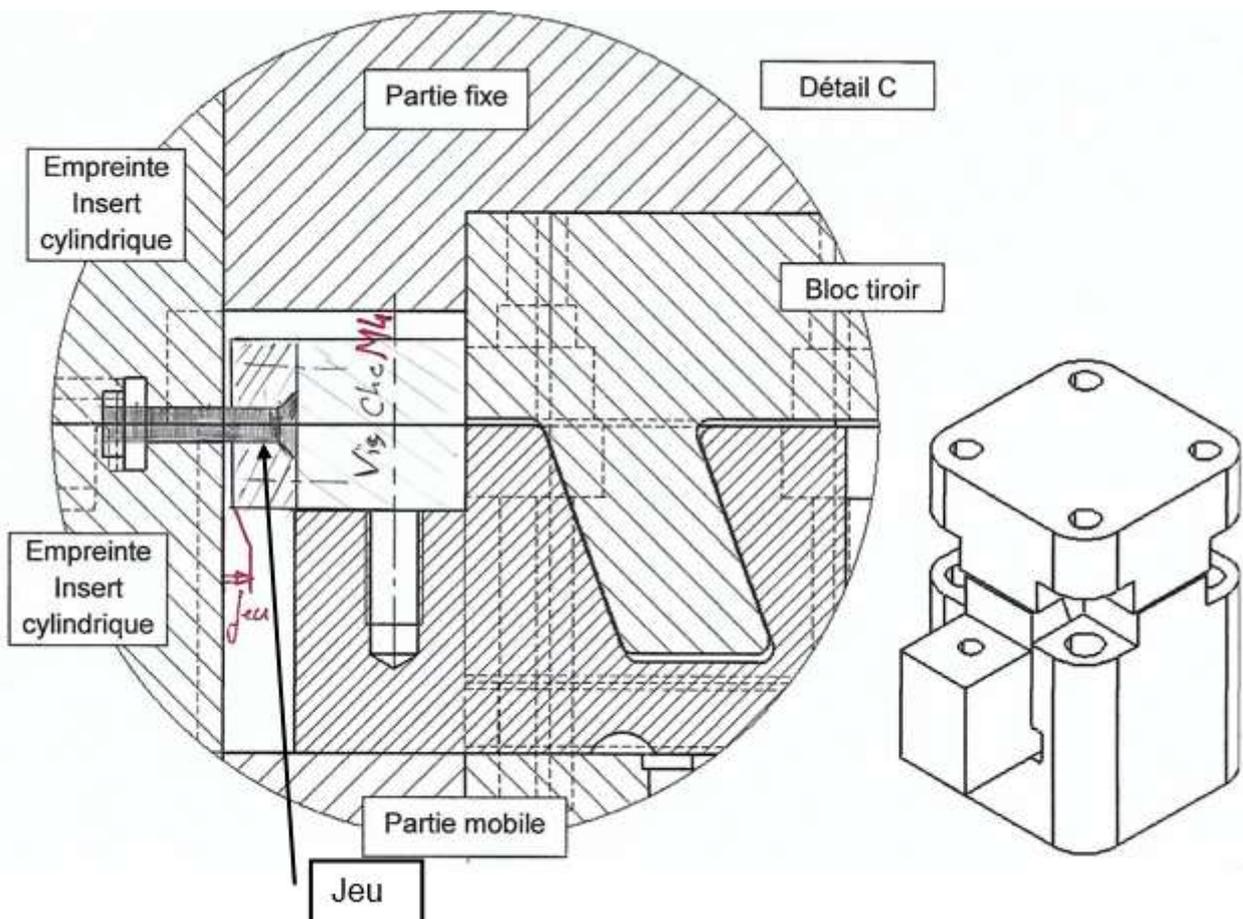
Besoin de $S_{\text{mini}} = 1\text{ mm de sécurité} + 3\text{ mm pièce} = 4\text{ mm minimum.}$

Unités de tiroirs STRACK possible : Z 4294-0 course S de 4,9mm prix 380€

Z 4294-1 course S de 6,7 mm prix 540€

Unité retenue : STRACK Z 4294-0 car c'est la moins chère

Question 9 : Solution fixation de la broche en bout de tiroir et jeu(x) fonctionnel(s).



| | | | |
|--|------------------|----------|--------------|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR4/8 |

4. Validation du procédé

Question 10 : Pression d'injection à régler sur la presse.

Pression d'injection de 150 MPa cas le plus défavorables
 Pression presse à régler = $P_{injection} - (30\% P_{injection})$
 = $P_{injection} \times 0,7$

Pression presse à régler = $150 / 0,7 = 214 \text{ MPa}$

Question 11 : Force de verrouillage nécessaire de la presse.

$F_v (N) = P (Mpa) \times S (mm^2)$ Avec $P = 214 \text{ Mpa}$ et $S = (2 \times S_p) + S_{Palim} = 240 + 211 = 451$
 = 214×451

$F_v = 96\,514 \text{ N} = 96,5 \text{ KN}$

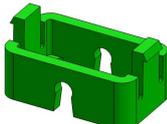
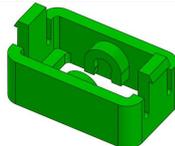
Question 12 : Comptabilité de la presse utilisée (pression et force de fermeture).

- FV presse 250 KN, besoin moule < Dispo presse soit $96,5 \text{ KN} < 250 \text{ KN}$: Fv OK
- Pression max presse 250 MPa, besoin de 214Mpa soit $214 \text{ Mpa} < 250 \text{ MPa}$: Pinjec OK

5. Amélioration du produit.

5.1 Choix d'un matériau

Question 13 : Analyse comparative des solutions de clipsage.

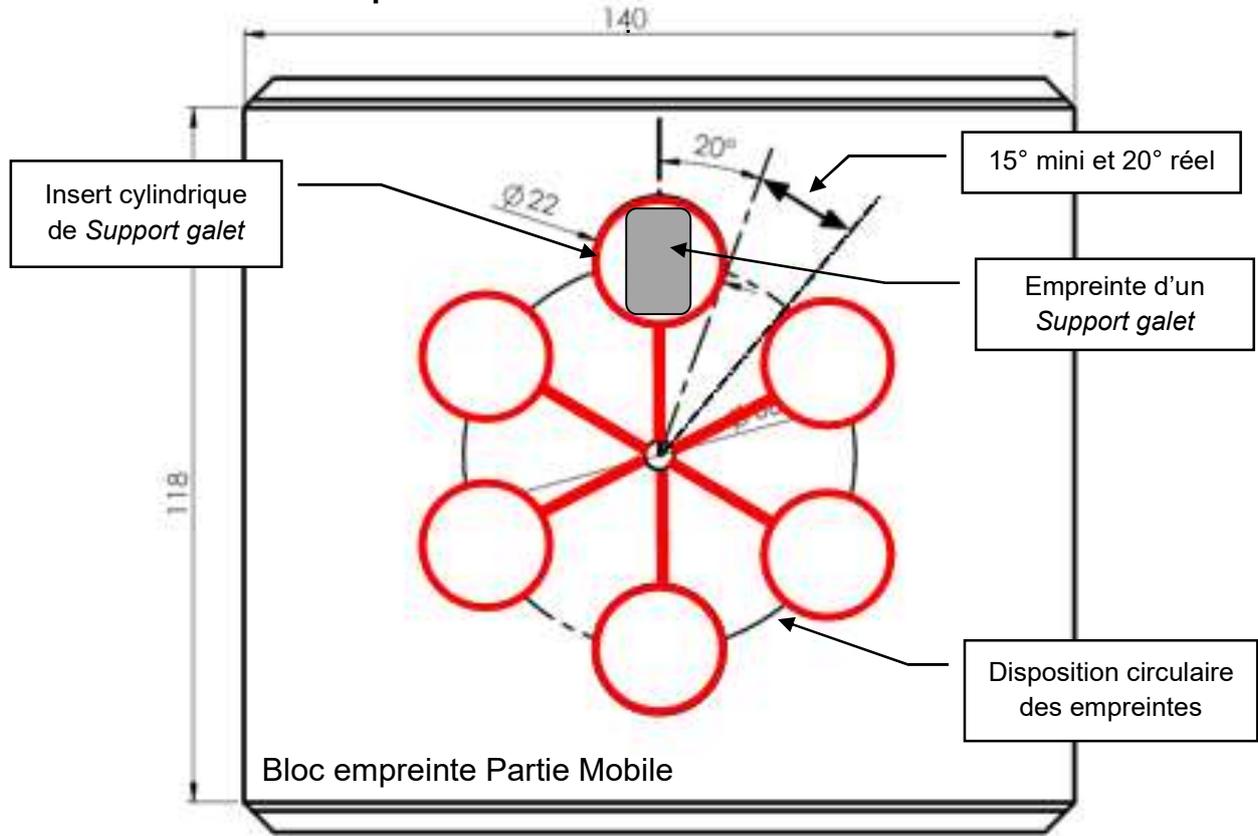
| | | | Solution 1 | Solution 2 |
|----------------|-----------------------|---|--|--|
| | | |  |  |
| Matière POM | Limite élastique (Re) | = | 60 | 60 |
| | Contrainte Maxi | = | 113 | 103 |
| | Solution acceptable | | <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON | <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON |
| Matière ABS | Limite élastique (Re) | = | 50 | 50 |
| | Contrainte Maxi | = | 72,9 | 29,2 |
| | Solution acceptable | | <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON | <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON |
| Matière PA6 | Limite élastique (Re) | = | 103,6 | 103,6 |
| | Contrainte Maxi | = | 94 | 387 |
| | Solution acceptable | | <input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON | <input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON |

Question 14 : Choix de la solution, du matériau et justificatif.

Le couple qui satisfait aux conditions est la **solution 1** avec le polyamide **PA6**
 La limite élastique est supérieure à la contrainte maximale
 Les formes de la solution 1 est plus simple pour un volume matière mini (506mm³) ce qui permet l'assemblage et le démoulage par déformation élastique.

5.2 Optimisation du moule.

Question 15 : Nombre d'empreintes.



| | |
|--|--|
| <p>Nombre d'empreintes : Angle entre insert = $40 + 15 = 55$ Nbr d'inserts (d'empreintes) = $360 / 55 = 6,54$ Soit 6 inserts donc 6 empreintes</p> | <p>Validation angle : 6 empreinte donc $360 / 6 = 60^\circ$ pas angulaire Angle insert = 40° donc 20° entre insert 15° mini demandé < 20° réel donc angle validé</p> |
|--|--|

Question 16 : Compatibilité presse d'injection.

| Conditions | Validation, justification |
|--|--|
| <p>Volume nouvelle grappe : 6 empreintes 6 volume pièce + 6 volume canal + carotte (6x506) + (6x400) + 1000 3036 + 2400 + 1000</p> <p>V grappe = $6436 \text{ mm}^3 = 6,43 \text{ cm}^3$</p> | <p>Volume injectable max = 30 cm^3 Besoin $6,4 \text{ cm}^3$ $6,4 < 30$ donc presse compatible</p> |
| <p>Force de fermeture nécessaire : 213 000 N</p> | <p>Force de fermeture presse = 250 KN Besoin 213 KN $213 < 250$ donc presse compatible</p> |

5.3 Calcul du gain.

Question 17 : Prix de revient d'un Support galet avec tiroir en matière POM.

$$\text{Coût divers} = 4\,000 + 3\,500 + (4 \times 380) = 9\,020\text{€}$$

$$\text{Coût lancement} = (240\,000 / 40\,000) \times 150 = 900\text{€}$$

$$\text{Coût matière} = (240\,000 / 2) \times 0,008 = 960\text{€}$$

$$\text{Coût production} = (240\,000 / 2) \times 0,097 = 11\,640\text{€} \quad 35\text{€ pour 3600s donc } 0,097\text{€ pour 10s}$$

$$\text{Coût unitaire d'une pièce} = (9\,020 + 900 + 960 + 11\,640) / 240\,000$$

$$\text{Coût unitaire d'une pièce} = 0,094\text{€}$$

Question 18 : Prix de revient d'un Support galet avec tiroir en matière PA6.

$$\text{Coût divers} = 4000 + 3\,500 + 800 = 8\,300\text{€}$$

$$\text{Coût lancement} = (240\,000 / 120\,000) \times 150 = 300\text{€}$$

$$\text{Coût matière} = (240\,000 / 6) \times 0,028 = 1\,120\text{€}$$

$$\text{Coût production} = (240\,000 / 6) \times 0,126 = 5\,040\text{€} \quad 35\text{€ pour 3600s donc } 0,126\text{€ pour 13s}$$

$$\text{Coût unitaire d'une pièce} = (8\,300 + 300 + 1\,120 + 5\,040) / 240\,000$$

$$\text{Coût unitaire d'une pièce} = 0,062\text{€}$$

Question 19 : Conclusion sur les calculs d'étude de moule.

$$\text{Gain (ou perte)} = 240\,000 \times (0,097 - 0,062) = 240\,000 \times 0,062$$

$$\text{Gain} = 8\,400\text{€}$$

Validation d'une solution et justification :

Nouvelle grappe rentable pour la série

Matière plus coûteuse mais pas de tiroirs, coût production plus faible car plus d'empreintes par cycle et moins de lancement de séries.

| | | | |
|--|------------------|----------|--------------|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR7/8 |

ÉTUDE 3 : Fonction indexage

6. Étude de la mise en bande

6.1 Choix d'une presse

Question 20 : Effort de découpage et justification.

$$F \text{ découpe} = R_c \times e \times P \quad F_d \text{ en N, } e \text{ en mm, } P \text{ en Mpa}$$

$$F \text{ découpe} = 400 \times 1 \times 383$$

$$F \text{ découpe} = 153\,200 \text{ N}$$

Question 21 : Effort de cambrage et dévêtissage.

$$\text{Effort cambrage} = 50\% \text{ du } F_{\text{découpe}} \text{ des poste de cambrage}$$

$$\text{Périm cambré} = 4 \times \text{largeur bande} = 4 \times 14 = 56 \text{ mm}$$

$$= 0.5 \times (400 \times 1 \times 56)$$

$$= 11\,200 \text{ N}$$

$$\text{Effort dévêtissage} = 10\% \text{ de } F_{\text{découpe}} = 15\,320 \text{ N}$$

Question 22 : Effort total nécessaire pour produire la pièce.

$$F_{\text{total}} = F_{\text{découpe}} + F_{\text{cambrage}} + F_{\text{devetissage}} = 153\,200 + 11\,200 + 15\,320$$

$$F_{\text{total}} = 179\,720 \text{ N} = 19\,769 \text{ DaN soit environ } 19,8 \text{ tonnes}$$

Question 23 : Choix de la presse et justification.

Il faut une presse avec capacité > au besoin soit une presse de 25 tonnes

6.2 Validation mise en bande

Question 24 : Calcul des surfaces.

Surface à plat du *Carter* (en considérant la pièce comme un rectangle) =

$$S_{\text{pièce à plat}} = 14 \times 86 = 1\,204 \text{ mm}^2$$

Surface nécessaire pour produire le *Carter* =

$$S_{\text{besoin}} = \text{pas} \times \text{largeur bande} = 18 \times 94 = 1\,692 \text{ mm}^2$$

Question 25 : Calculer le pourcentage (%) de perte.

$$100\% \text{ pour } 1\,692 \text{ mm}^2 \quad \%_{\text{util}} = (1\,024 \times 100) / 1\,692 = 60,3\%$$

$$\%_{\text{util}} \text{ pour } 1\,024 \text{ mm}^2 \quad \%_{\text{perte}} = 100\% - 60,3\% = 39,7\%$$

Question 26 : Validation mise en bande et justification.

40% maxi de perte attendu donc 39,7% donc la mise en bande est validée

| | | | |
|--|------------------|----------|--------------|
| BTS CIM - Epreuve E51 Conception détaillée - Pré-industrialisation | | | Session 2024 |
| Code de l'épreuve : 24CDE5PI | Durée : 4 heures | Coef : 2 | DR8/8 |