

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

**ÉPREUVE E5 : CONCEPTION DÉTAILLÉE  
SOUS ÉPREUVE E51 :  
CONCEPTION DÉTAILLÉE : PRÉ-INDUSTRIALISATION**

**SESSION 2022**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

**MOULIN A POIVRE ÉLECTRIQUE**

**CORRIGÉ**

2BTS CIM - Épreuve E51 - Conception préliminaire d'un système microtechnique			Session 2022
Code : 22CDE5PI-C	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	Page de garde

**Barème :**

<b>Activité 1 - Valider économiquement une amélioration</b>	<b>6</b>
1.1 - Coût mensuel	1
1.2 - Coût d'assemblage mensuel	1
1.3 - Coût de l'investissement nécessaire	1
1.4 - Nombre de mois nécessaires à l'amortissement	2
1.5 - Validation et justification	1
<b>Activité 2 : Adapter une pièce à un procédé de fabrication</b>	<b>4</b>
2.1 - Représenter la solution de surmoulage	
✓ Surmoulage du pignon	2
✓ Formes de maintien en position	2
<b>Activité 3 : Choisir un matériau</b>	<b>4</b>
3.1 - Limite élastique du matériau	1
3.2 - Liste des matériaux	1
3.3 - Choisir un matériau	
✓ Nom du matériau	1
✓ Encadrement des critères 1 à 4	1
<b>Activité 4 : Concevoir une pièce de liaison</b>	<b>6</b>
4.1 - Dessin d'ensemble	
✓ Mise en position	1
✓ Maintien en position	1
✓ Mise en place des jeux radiaux et axiaux	1
4.2 - Dessin de définition	
✓ Trous passage vis Ø1.6	1
✓ Trous passage vis M2.5 tête noyée	1
✓ Epaisseurs constantes	1
<b>Activité 5 : Proposer une solution constructive d'un moule d'injection</b>	<b>12</b>
5.1 - Surfaces en contre-dépouille	1
5.2 - Représentation d'un tiroir	
✓ Schémas	2
✓ Largeur	0.5
✓ Course	0.5
5.3 - Choix d'un tiroir	
✓ Référence	0.5
✓ Justification	0.5
5.4 - 2 solutions techniques de réalisation des axes de satellites	
✓ Schéma	1
✓ Faisabilité et Validité	1
5.5 - Solution constructive du moule	
✓ Broches	1
✓ Noyau	1
✓ Tiroir	1
✓ Ejection	1
✓ Alimentation	1
<b>Activité 6 : Adapter une solution de découpe / emboutissage</b>	<b>8</b>
6.1 - Longueur développée de la nouvelle bride	1
6.2 - Nouvelle largeur de bande	1
6.3 - Efforts	
✓ Effort de découpe supplémentaire et total	1
✓ Effort de cambrage	1
6.4 - Validation de la presse	1
6.5 - Profil du dernier poste de cambrage	
✓ Poinçon	1
✓ Matrice	1
✓ Positions relatives des éléments	1
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>

**Activité 1 :**

Question 1.1 : **Déterminer** le coût mensuel lié à la non-conformité des produits

$$= 15000 \times 0.02 \times 80$$

$$= 24000 \text{ € par an}$$

$$= 2000 \text{ € par mois}$$

Question 1.2 : **Déterminer** le coût d'assemblage mensuel de la version améliorée des porte-satellites du réducteur

$$= (15000) \times (3 \times 4) \times 0.02$$

$$= 3600 \text{ € par an}$$

$$= 300 \text{ € par mois}$$

Question 1.3 : **Déterminer** le coût de l'investissement nécessaire

$$= 25000 + 500 + 10000$$

$$= 35500 \text{ €}$$

Question 1.4 : **Déterminer** le nombre de mois nécessaires à l'amortissement de l'investissement

$$y = \text{coût total}$$

$$x = \text{nombre de mois}$$

Equation du coût total de la non-conformité sans amélioration :

$$y = 2000.x$$

Equation du coût total de l'amélioration :

$$y = 300.x + 35500$$

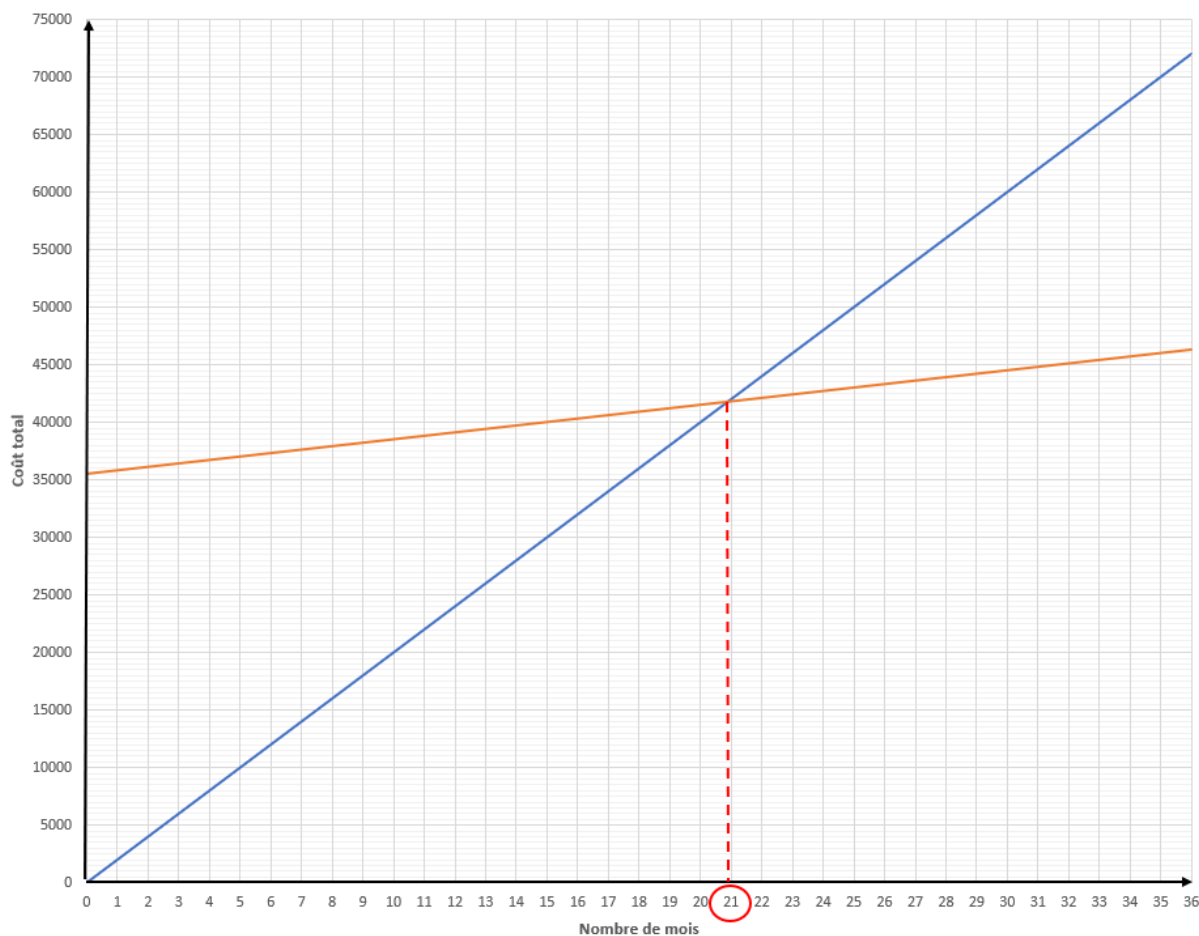
Nombre de mois avant retour sur investissement :

$$2000.x = 300.x + 35500$$

$$x = 35500 / (2000-300)$$

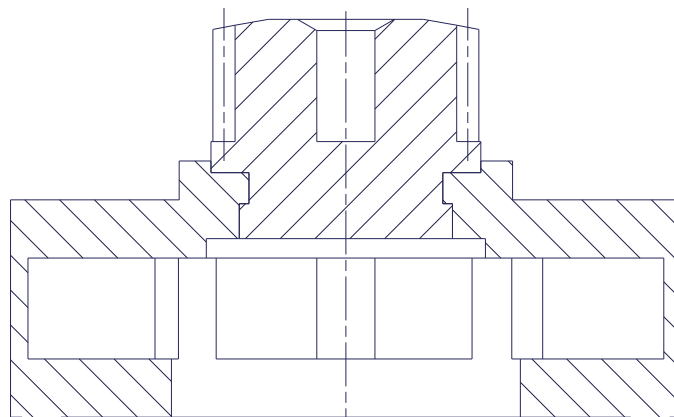
$$x = 20.88$$

$x = 21$  mois

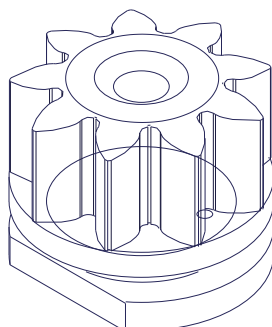
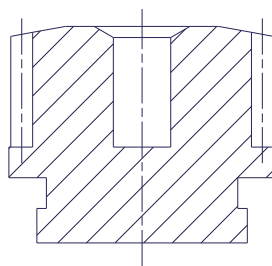
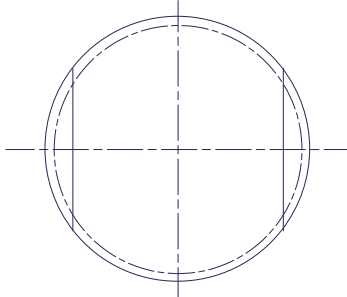


**Question 1.5 : Valider et justifier** l'acceptation du projet par l'entreprise

L'investissement étant amorti au bout de 21 mois, l'amortissement maximal de 24 mois est donc validé.

**DR1****Activité 2 :****Question 2.1 :** Conception du surmoulage planétaire/pignon **ECHELLE 6**

Vues annexes du  
pignon planétaire :  
**ECHELLE 6**



**DR2****Activité 3 :**

Question 3.1 : **calculer** la limite élastique du matériau pour les facteurs de sécurité minimal et maximal et proposer un encadrement de  $\sigma_e$  :

**Calculs:** on a  $\sigma_e = s \sigma_{MAX}$   
d'où  $2 \sigma_{MAX} \leq \sigma_e \leq 3 \sigma_{MAX}$  et  $2 \times 64 \leq \sigma_e \leq 3 \times 64$

**Encadrement de  $\sigma_e$  :**  $128 \text{ MPa} \leq \sigma_e \leq 192 \text{ MPa}$

Question 3.2 : **Etablir** la liste des matériaux satisfaisant à l'encadrement de la limite élastique déterminé précédemment :

TPU® (30% long glass fiber)

PA66 (30-33% glass fiber)

PARA (30% glass fiber)

Question 3.3 : **Choisir** un matériau répondant aux différents critères précisés en données de conception.

Prix minimal et empreinte CO<sub>2</sub> < 6 kg/kg : TPU® (30% long glass fiber)

Limite de fatigue > 70 MPa : TPU® (30% long glass fiber) et PARA (30% glass fiber)

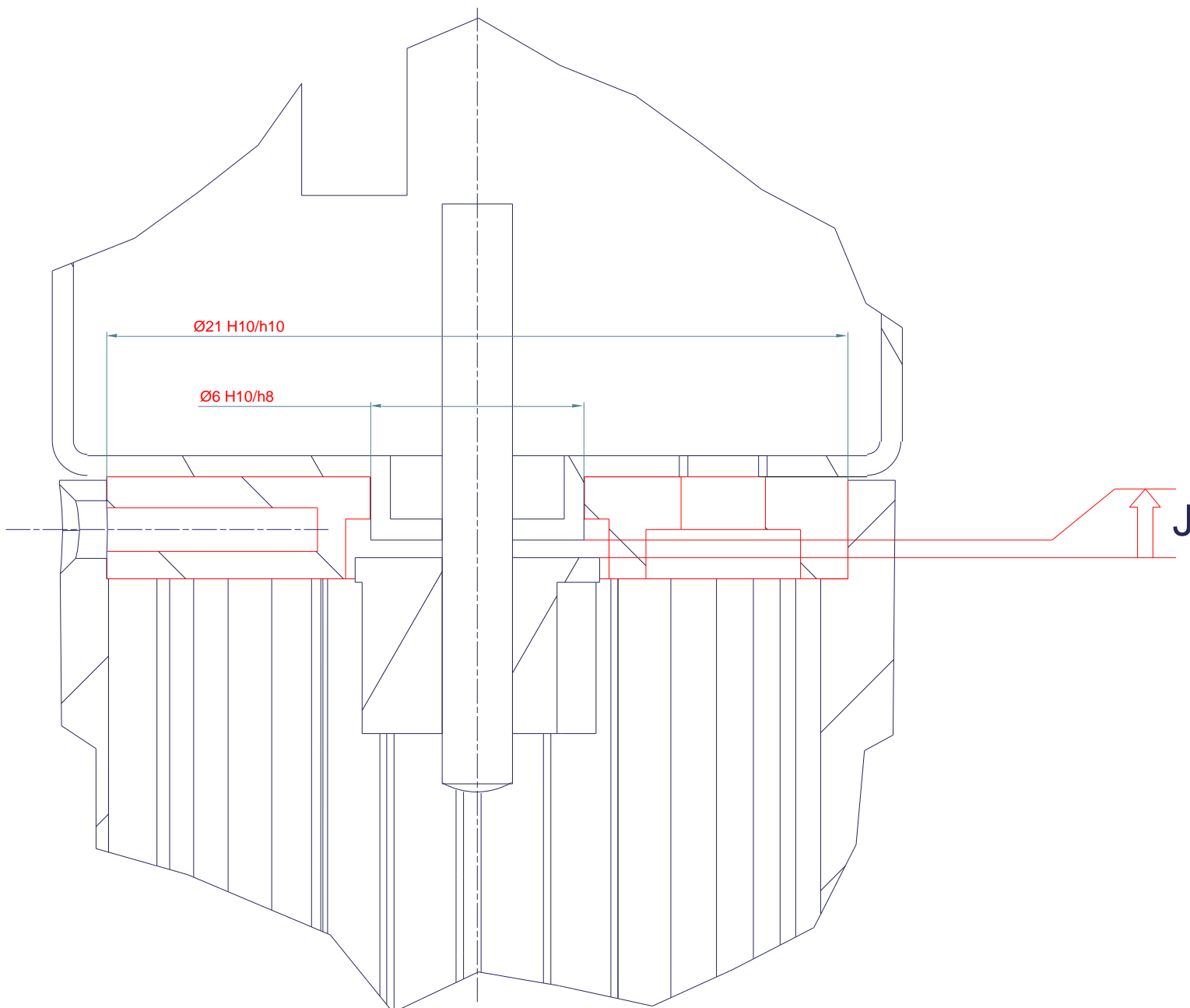
**Nom du matériau proposé :** TPU® (30% long glass fiber)

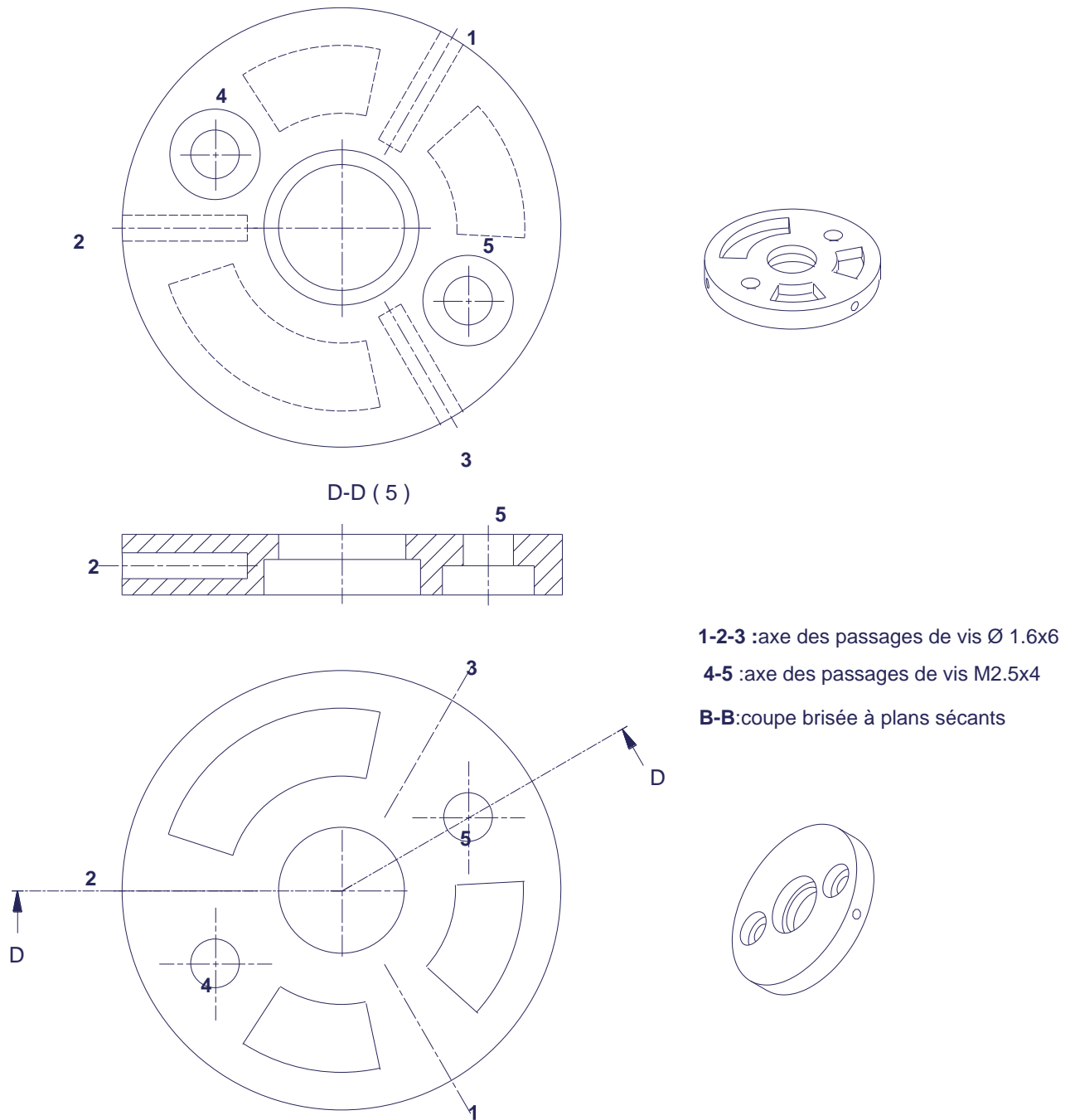
**Critère 1 :**  $128 \leq \text{Limite élastique (Yield strength)} \leq 192$

**Critère 2 :**  $58 \leq \text{Limite de fatigue (Fatigue strength)} \leq 76$

**Critère 3 :**  $4.28 \leq \text{Prix (Price)} \leq 4.58$

**Critère 4 :**  $4.3 \leq \text{Empreinte carbone (CO}_2 \text{ Footprint)} \leq 4.6$

**DR3****Activité 4 :****Question 4.1 : Conception de la bague de liaison ECHELLE 6**

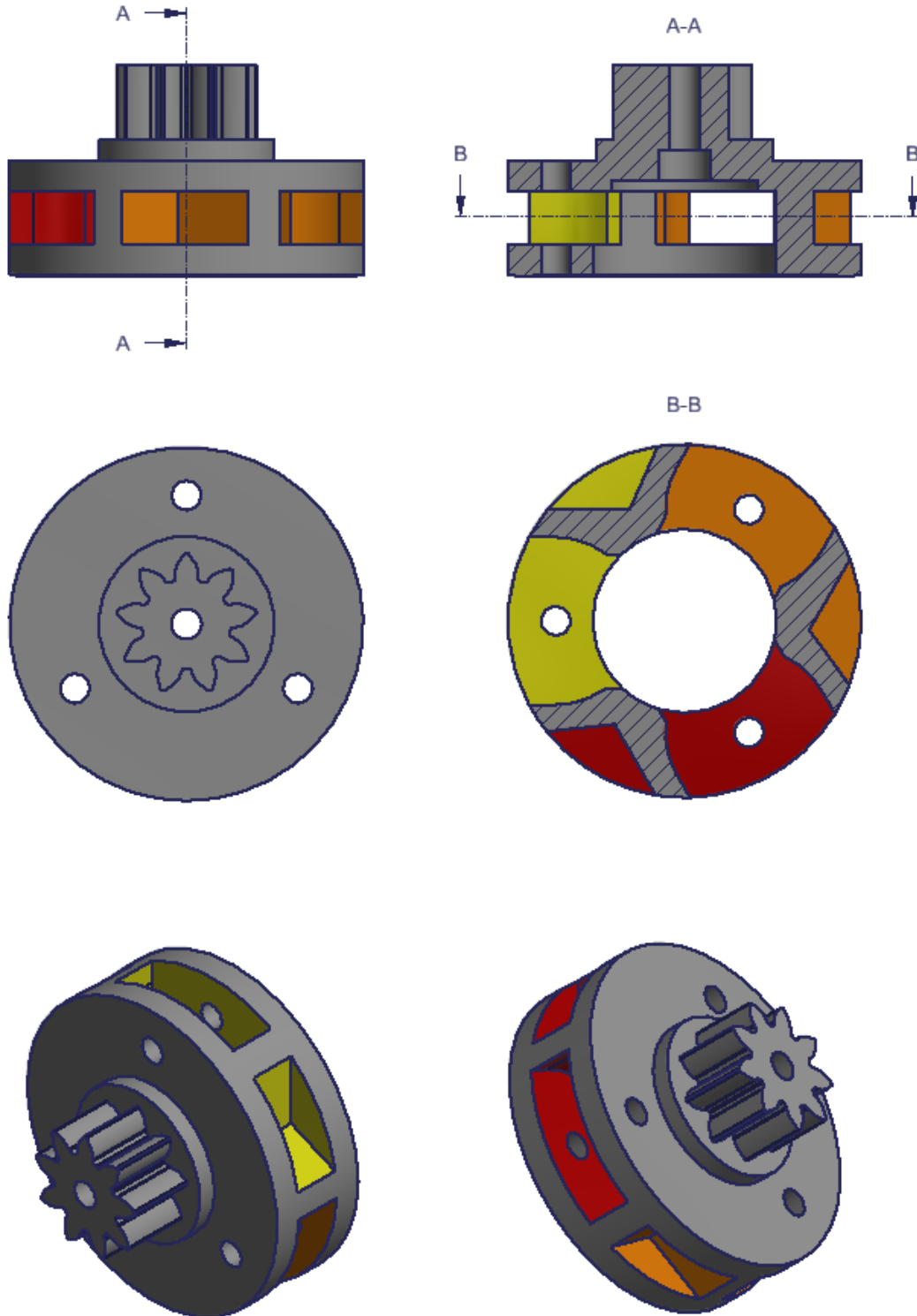
**DR4****Activité 4- suite :****Question 4.2 : Dessin de définition de la bague de liaison ECHELLE 4**

*Les vis M2.5 devront être noyées soit par lamage ou fraisage*



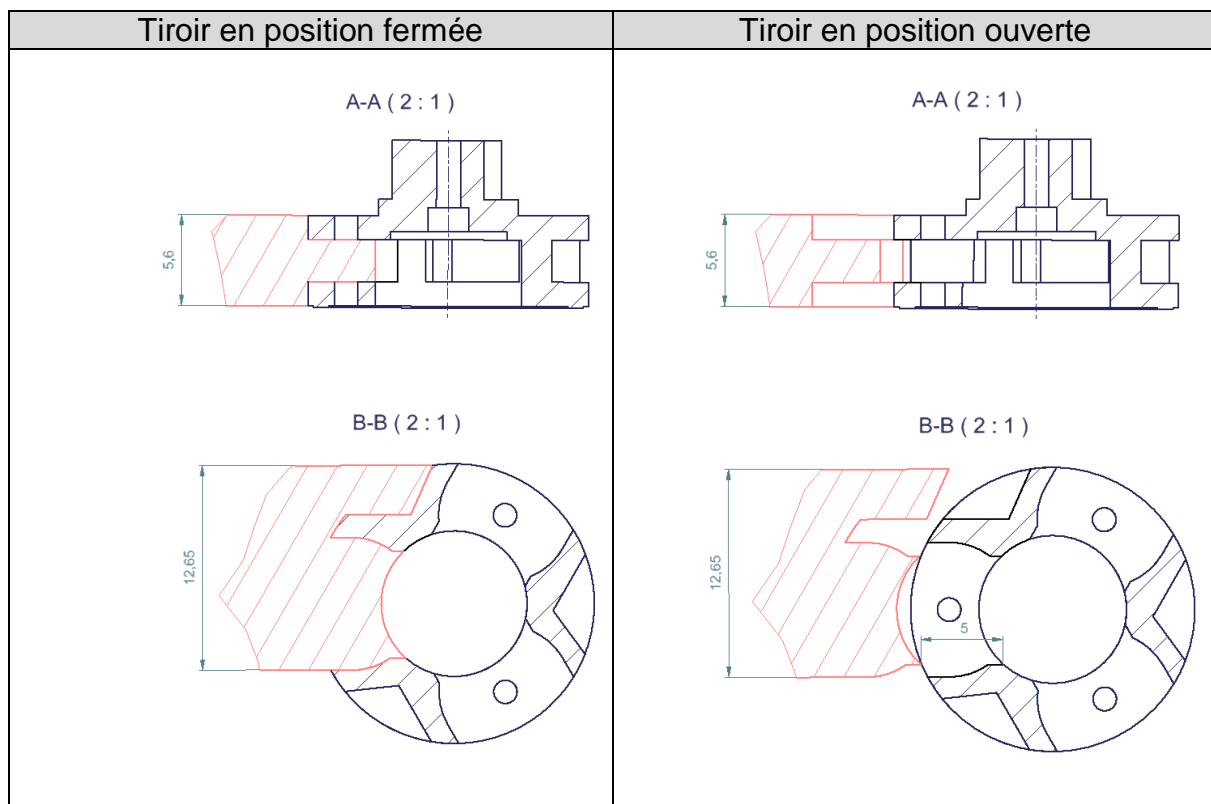
**DR 5****Activité 5 :**

**Question 5.1 :** Indiquer sur le porte-satellite, par des couleurs différentes par tiroir, les surfaces en contre-dépouille nécessitant l'utilisation de 3 tiroirs.



**DR 6**

**Question 5.2 :** Représenter et placer un tiroir en position fermée puis ouverte.



**Relever** la largeur L, la hauteur H, et la course C minimale des tiroirs

Largeur L	12,65 mm
Hauteur H	5,6 mm
Course C	5 mm

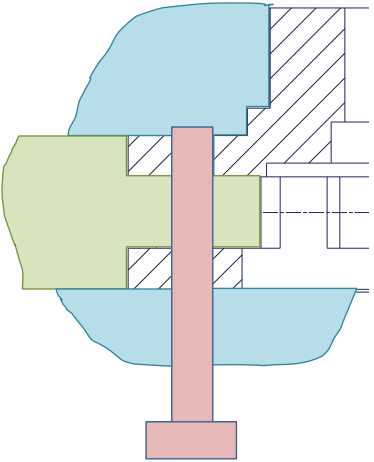
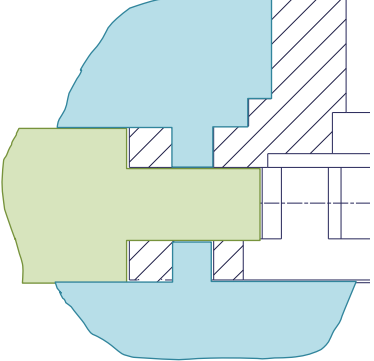
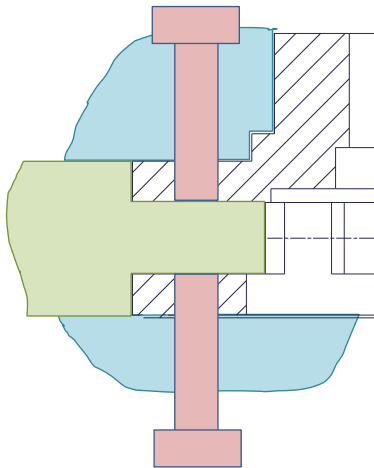
**Question 5.3 :** Choisir une référence d'un tiroir standard adapté pour la réalisation des formes en contre-dépouille à partir des données techniques de l'unité de tiroir.

Référence et justification	Comme la course minimale est de 5mm, la référence <b>E3310/15/15x12</b> avec une course de 5,2mm pourrait convenir mais la marge de 0,2mm est inférieure au 0,5mm nécessaire, la seule référence offrant une course supérieure de 6,2mm est <b>E3310/18/18x14</b>
----------------------------	---

**DR 7**

**Question 5.4 :** Proposer 2 solutions techniques permettant la réalisation des trous supportant les axes des satellites.

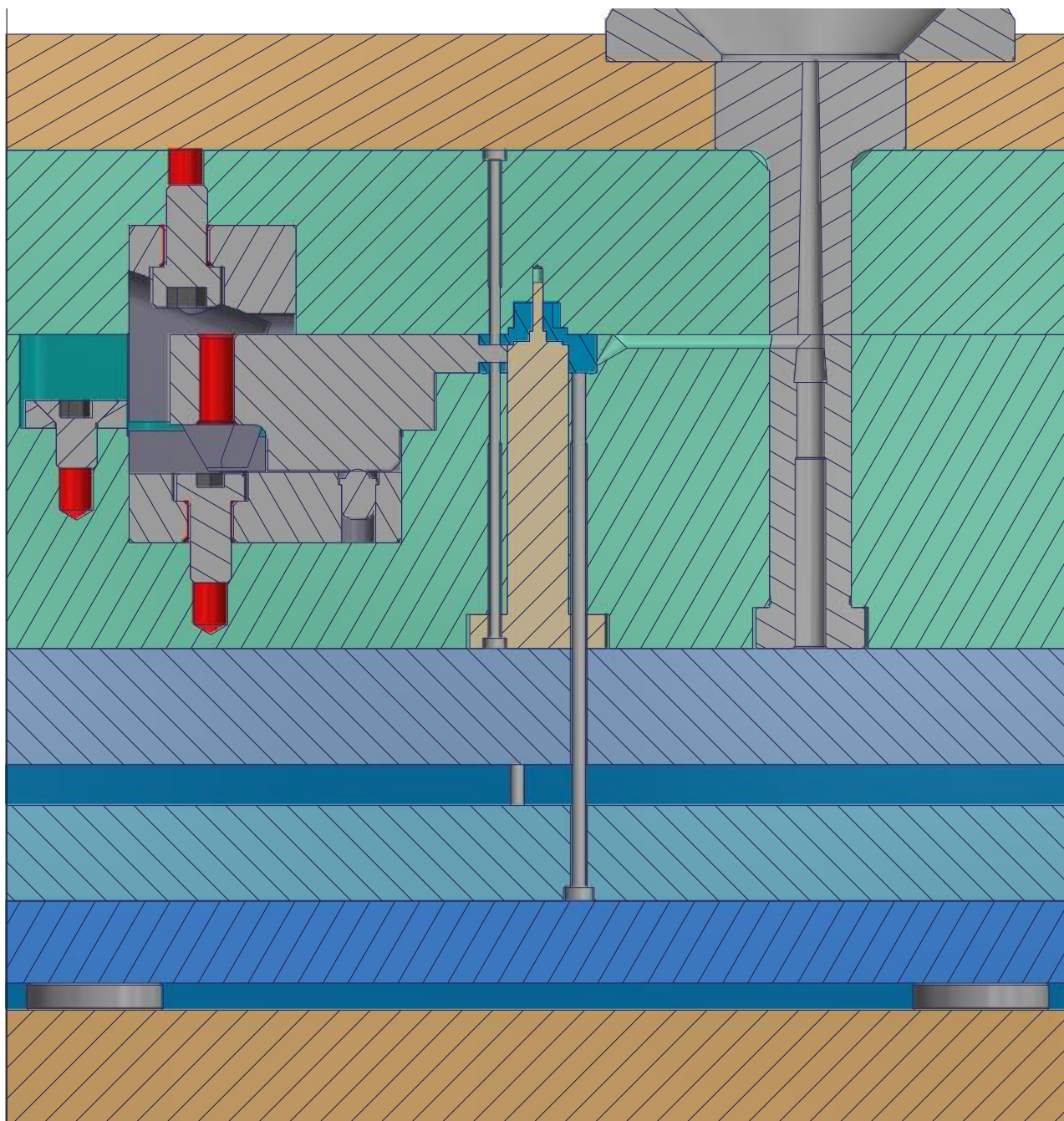
**Schématiser** chacune d'entre elles et **analyser** la faisabilité de chacune d'elle.

Solution 1	Solution 2	Solution 3
		
Faisabilité	Faisabilité	Faisabilité
<p>La réalisation du trou avec une broche traversante ne peut être envisagée car cela empêche le déplacement du tiroir lors de l'ouverture du moule. Il faudrait alors une translation retardée du tiroir.</p> <p><b>Cette solution ne sera pas retenue.</b></p>	<p>La réalisation monobloc des éléments réalisant les trous dans les empreintes fixe et mobile est difficilement usinable. L'état de surface et la fragilité des éléments sortant engendrerait une usure rapide et un remplacement compliqué.</p>	<p>La réalisation des trous en deux broches venant s'appuyer sur le tiroir permet de réaliser les trous sans empêcher la translation du tiroir, leur interchangeabilité permet une maintenance plus aisée en cas de casse.</p>

**DR 8**

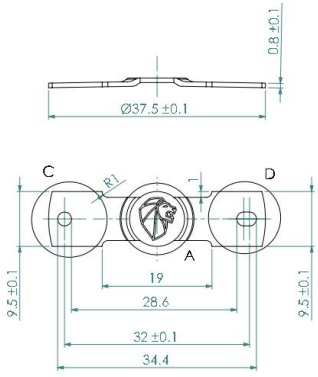
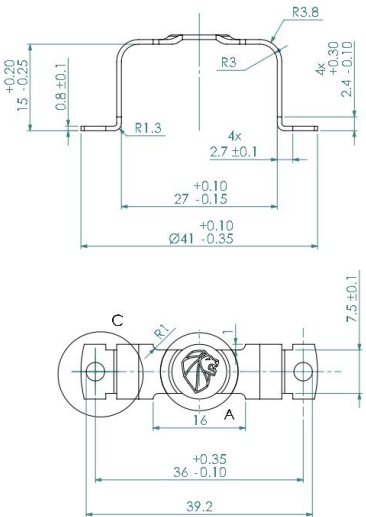
**Question 5.5 :** Représenter une solution constructive du moule prenant en compte la cinématique d'ouverture des tiroirs standards.

Vous ferez apparaître les broches, les noyaux, les tiroirs, les systèmes d'éjection et d'alimentation avec dégrappage automatique



**Activité 6 :**

**Question 6.1 : Estimer** la longueur développée de la nouvelle bride pliée après la mise à plat des plis (l'emboutissage étant négligé)

Bride plate	Bride pliée en U
	
Longueur : 37.5 mm	Longueur à déterminer

$$\begin{aligned}
 &= [(27/2 - 3) + (2\pi \times 3.4) / 4 + (15 - 3 - 1.3) + (2\pi \times 0.9) / 4 + (41/2 - 27/2 - 1.3)] \times 2 \\
 &= (10.5 + 5.34 + 10.7 + 1.41 + 5.7) \times 2 \\
 &= \mathbf{67.3 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

**Question 6.2 : En déduire** la nouvelle largeur de bande nécessaire par analogie avec la mise en bande de la bride plate

Bride plate	Bride pliée en U
Longueur de pièce = 37.5 mm	Longueur de pièce = 67.3 mm
Largeur de bande = 44 mm	Largeur de bande <b>à déterminer</b>

$$\begin{aligned}
 &= (44 - 37.5) + 67.3 \\
 &= 73.8 \text{ mm} \\
 &= \mathbf{74 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

**Question 6.3 : Déterminer** les efforts de découpe et de pliage liés aux modifications du plan méthode

Bride plate	Bride pliée en U
Longueur de pièce = 37.5 mm	Longueur de pièce = 67.3 mm
Largeur de pièce = 9.5 mm	Largeur de pièce = 9.5 mm
Effort de découpe = 43 kN	Effort de découpe <b>à déterminer</b>
Effort d'emboutissage = 26 kN	Effort d'emboutissage = 26 kN
Efforts de cambrage = 0 kN	Efforts de cambrage <b>à déterminer</b>
Effort total = 64 kN	Effort total <b>à déterminer</b>

Longueur découpée supplémentaire =  $(67.3 - 37.5) \times 2 = 59.6$  mm

Effort de découpe supplémentaire =  $P \times e \times R_g = 59.6 \times 0.8 \times 4/5 \times 550 = 21$  kN

Efforts de découpe =  $43 + 21 = 64$  kN

Longueur de cambrage supplémentaire =  $4 \times 9.5 = 38$  mm

Effort de cambrage supplémentaire =  $(P \times e \times R_g) \times 0.1 = 1.34$  kN

**Question 6.4 : Vérifier** que la presse de découpe est capable d'accepter les efforts supplémentaires générés

Bride plate	Bride pliée en U
Effort total = 64 kN	Effort total <b>à déterminer</b>

Effort total =  $64 + 26 + 1.34 = 91.34$  kN soit environ 9 tonnes

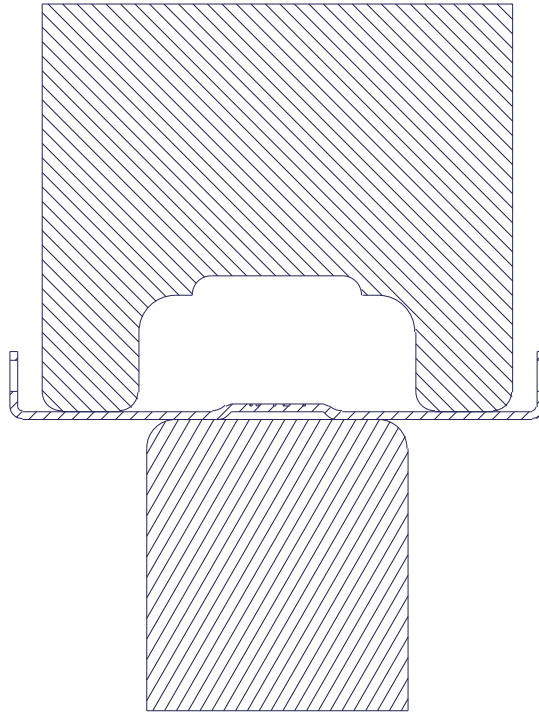
Effort maximal acceptable par la presse =  $15 \times 0.8 = 12$  tonnes

La presse de 15 tonnes convient donc pour la nouvelle version de la bride pliée en U.

**DR 9****Activité 6 :**

**Question 6.5 :** Représenter le profil du poinçon et de la matrice du dernier poste de pliage

*Profils du poinçon et de la matrice position outil relevé (PMH) avant pliage*



*Profils du poinçon et de la matrice position outil abaissé (PMB) après pliage*

