

**SESSION 2023**

# **BTS EuroPlastics et Composites**

## **(EPC)**

**E4 : Conception préliminaire**

# **CORRIGÉ**

«

BTS EuroPlastics et Composites (EPC)	SESSION 2023	
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	23EP4RACP-C	Page 1 sur 12

**ÉTUDE 1 Choix d'un procédé composite pour la réalisation du carter**  
**Choix des renforts et de la résine**

**Q1.1 si deux critères, considérer que la réponse est bonne**

Critères à retenir pour le choix	Techniques possibles			
	Moulage au contact avec un contre moule	Infusion	RTM Light	Moulage par projection simultanée
<b>les 2 faces lisses</b>	non	non	oui	non
<b>Contrainte mécaniques élevées</b>	non	oui	oui	non
La taille de la série (600 pièces par an),	non	non	oui	oui
les dimensions moyennes de la pièce	oui	oui	oui	oui
Le prix	oui	non	oui	non
Choix et justifications : et conduisent au choix du <b>RTM light</b>				

**Q1.2 si deux critères considérer, que la réponse est bonne**

Critères à retenir pour le choix	Type de résine disponible			
	Résine 200	Résine 401	Résine 600	Résine 632
La fonction FC2 impose une bonne résistance à l'humidité	Non orthophtalique	Non orthophtalique	oui	oui
une bonne résistance aux chocs	3	2	1	4
une résine de faible viscosité,	2	1	2	1
prix	1	2	4	3
Choix et justifications : On s'orientera donc vers des résines Polyester de type Résimer 600 ou Résimer 632. Résistance à l'humidité viscosité <b>Résimer 632</b> .				

**Q1.3**

**Choix de l'empilement :**

Valeurs de la contrainte à la limite élastique (MPa)			
Lancore	Multicore	Multimat	Unifilo
120	80	140	100

#### Q1.4

#### Configuration(s) retenue(s) d'un point de vue mécanique avec justification :

On retiendra d'un point de vue mécanique l'empilement du type **Multimat**.

En effet, si on applique le coefficient de sécurité de 1,2, on obtient une contrainte maximum de :  $1,2 \times 108 = 129,6$  MPa. Seul avec le renfort Multimat, on ne dépasse pas la limite élastique (140 MPa).

### ETUDE 2 Etude économique du carter

#### Q2.1 Coût matière :

- Résine :  $380 \times 1,1 = 418$  g (volume de  $380 \text{ cm}^3$  et masse volumique de  $1,1 \text{ g/cm}^3$ )  
Donc coût résine :  $0,418 \times 3,85 = 1,61$  €/carter
- Renforts : 3,85€/carter
- Gel coat :  $0,094750 \times 550 \times 6,50 / 1000 = 0,34$  €/carter
- Consommables : 0,8 €/carter

**Coût total matière :  $1,61 + 3,85 + 0,34 + 0,8 = 6,60$  €/carter**

**Q2.2 Coût outillage :  $2000 / (600 \times 5) = 0,67$  €/carter**

**Q2.3 Coût opérateur :  $20 / 60 \times 55 = 18,33$  €/carter**

**Coût machine :  $10 / 60 \times 55 = 9,16$  €/carter**

La somme des temps de réalisation (avec présence de l'opérateur) est de 49 min.

**Q2.4 Coût total =  $6,60 + 0,67 + 18,33 + 9,16 = 34,76$  €/carter**

**Q2.5** Le coût de revient du carter en composites est donc inférieur à celui des pièces en Alu assemblées (91 euros).

Il est donc pertinent de produire la pièce en composites

## Q3.1

## Contrôle de la viscosité de la résine :

PROCEDURE DE DETERMINATION DE LA VISCOSITE BROOKFIELD		
<b>Préparation de l'essai :</b>	Résine utilisée : (entourer la bonne réponse) Epoxyde <b>Polyester</b> Phénolique	
Données du fournisseur de résine :	Viscosité $\eta$ : <b>11 <math>\pm</math> 0,2 Pa.s</b>	
Caractéristiques du viscosimètre :	Type de viscosimètre <b>A</b> B C (Entourer la bonne réponse)	
	Fréquence de rotation recommandée	<b>10 tr.min<sup>-1</sup></b>
	Température d'essai	<b>23°C</b>
Choix du numéro de mobile en fonction de la viscosité maximale $\eta_{\max}$ à déterminer	N° de mobile : <b>4</b>	Viscosité maximale $\eta_{\max}$ : du mobile <b>20Pa.s</b>
<p>La valeur cherchée <math>\eta</math> devra se trouver entre 45 % et 95 % de la valeur maximale de viscosité <math>\eta_{\max}</math></p> <p><b>Formule : <math>45\% \times \eta_{\max} \leq \eta \leq 95\% \times \eta_{\max}</math></b></p> <p>Vérifier que le mobile est valide pour l'essai</p> <p><b><math>9 &lt; 11 &lt; 19</math></b></p> <p>A partir des 3 mesures effectuées : 10,3Pa.s - 11,0 Pa.s - 10,8 Pa.s</p> <p>Déterminer la viscosité Brookfield</p> <p><b>10,9 Pa.s</b></p> <p><b><math>10,8 &lt; 10,9 &lt; 11,2</math></b></p> <p>La résine contrôlée est-elle conforme à la fiche technique : <b>oui</b> non</p>		

**Q3.2** l'écart entre 10,3 et 11 est supérieur à 3 %. L'écart entre 11 et 10,8 est inférieur à 3%. On retiendra donc la valeur moyenne entre 11 et 10,8 soit **10,9 Pa.s**.

**Q3.3** La résine contrôlée est donc conforme puisque la valeur retenue est dans la tolérance souhaitée : **11 ±2**.

### **Optimisation du temps de polymérisation:**

En référence aux questions Q3.4, Q3.5


<b>Taux de catalyseur</b>	Enthalpie totale de réticulation $\Delta H_{\text{tot}}$ J.g <sup>-1</sup>	Enthalpie résiduelle de réticulation $\Delta H_{\text{résid}}$ J.g <sup>-1</sup>	Taux de réticulation %
<b>2 %</b>	329	64	80,5
2,5%	329	28	91,5
3 %	329	10	96,9

### **Q3.6**

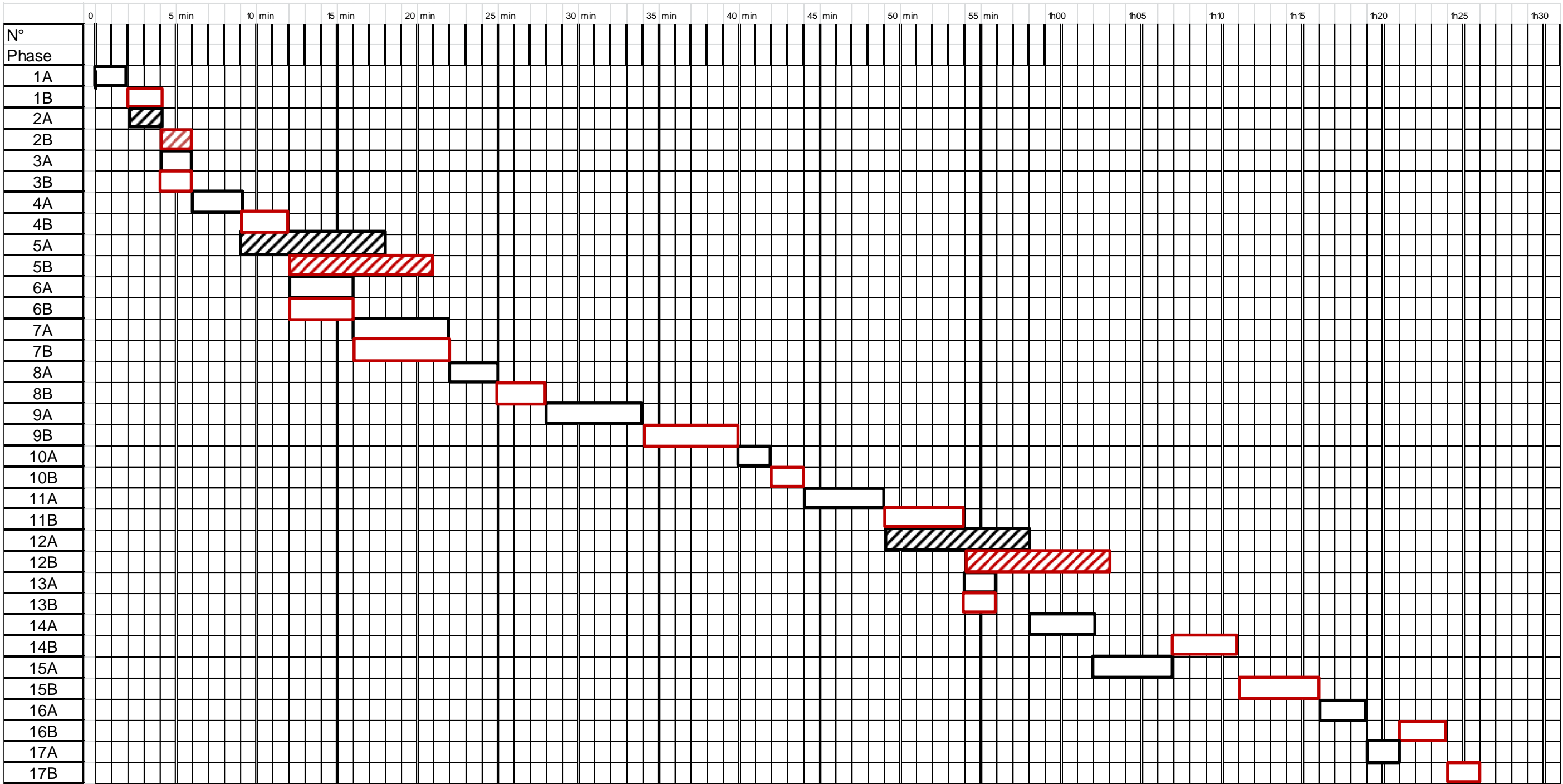
Il faut choisir un taux de catalyseur de 2 %. est suffisant pour assurer un taux de réticulation à 80,5%

Q4.1 Diagramme de GANTT

Légende pour compléter le diagramme de Gantt :

Temps de réalisation (présence de l'opérateur nécessaire) : 

Temps de séchage et/ou de polymérisation : 



**Q4.2**

Le temps de réalisation pour 2 carters est de : 1h 26 min soit de 86 min

Le coût opérateur pour 2 carters est donc de :  $\frac{20 \times 86}{60} = 28,66 \text{ €}$  donc **14€33 par carter**

**Q4.3**

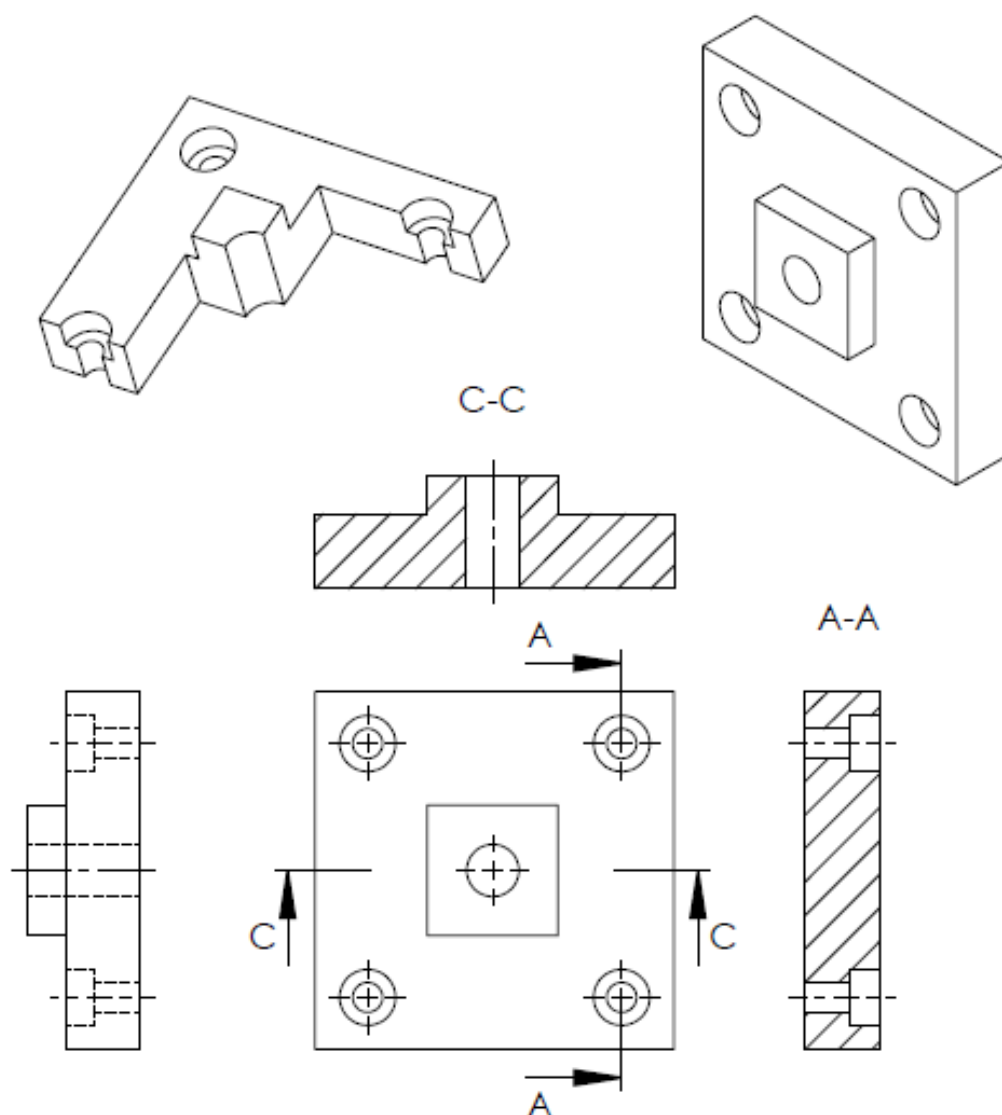
Coût de revient total du carter= **6,60 + 1,34 + 14,33 = 22,27 €/carter**

(nouveau coût outillage par carter :  $2 \times 2000 / (600 \times 5) = 1,34 \text{ €}$ )

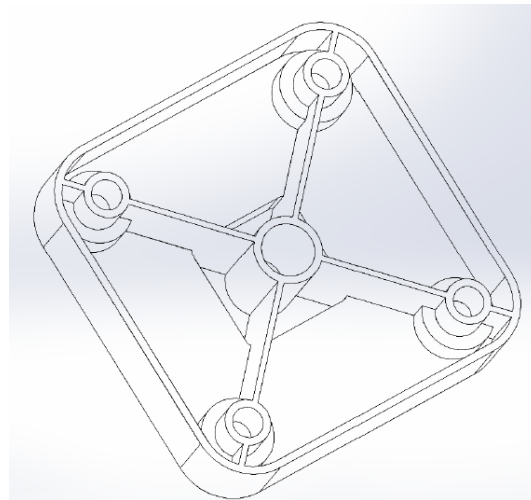
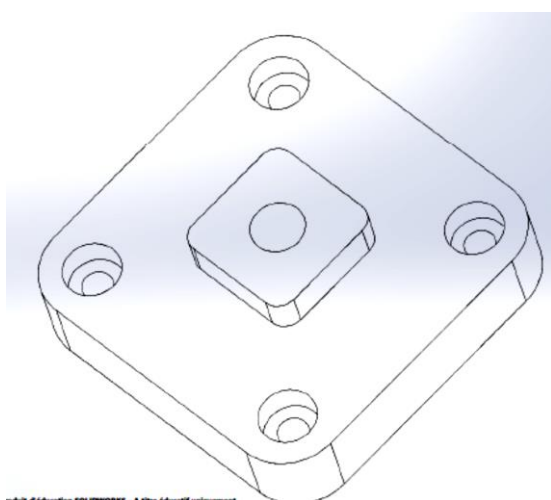
**Q4.4**

La mise en fabrication d'un deuxième outillage est pertinente puisqu'elle fait gagner 12,49 € par carter, soit environ 30 % du prix de revient

En référence à la question Q5.1 :



Croquis de votre solution :



## **Q5.2 Choix de la presse :**

### **Calcul de la pression dans le moule**

Pression dans le moule (bars) = Pression d'injection (bars) - % de perte de charge  
Donc 600 bar - 30% = 420 bar

### **Calcul de la force de verrouillage**

Force verr.(daN) = surface moulée (cm<sup>2</sup>) \* pression dans le moule (bars) \* coef. sécurité  
 $F_v = 88.11 * 420 * 1.1 = 40\,706.82 \text{ daN} / 100 = 407.07 \text{ kN}$

### **Calcul du volume de la moulée**

$26.094 \text{ cm}^3 / 0.85 = 30.70 \text{ cm}^3$   
 $30.70 \text{ cm}^3 + 10\% = 33.77 \text{ cm}^3$

### **Passage entre colonne nécessaire (380\*380\*250)**

Je choisis la presse Billion Select 75T car le moule (380\*380\*250) peut être monté et la force de verrouillage maximale est suffisante  $750 \text{ kN} > 407 \text{ kN}$ .

Une vis d'injection diamètre 22 mm permet un volume injectable maxi de  $54 \text{ cm}^3 > 33.77 \text{ cm}^3$   
(Adapté pour la production de la platine).

## **Q5.3 Conditions de mises en œuvre de matière**

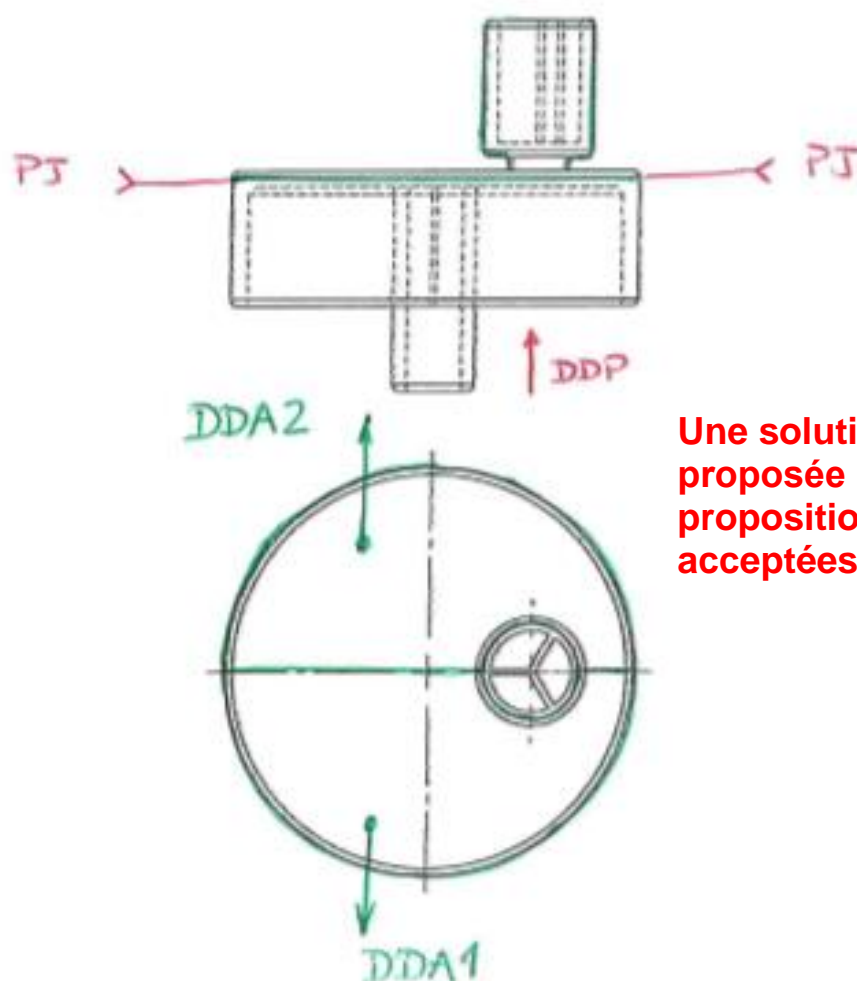
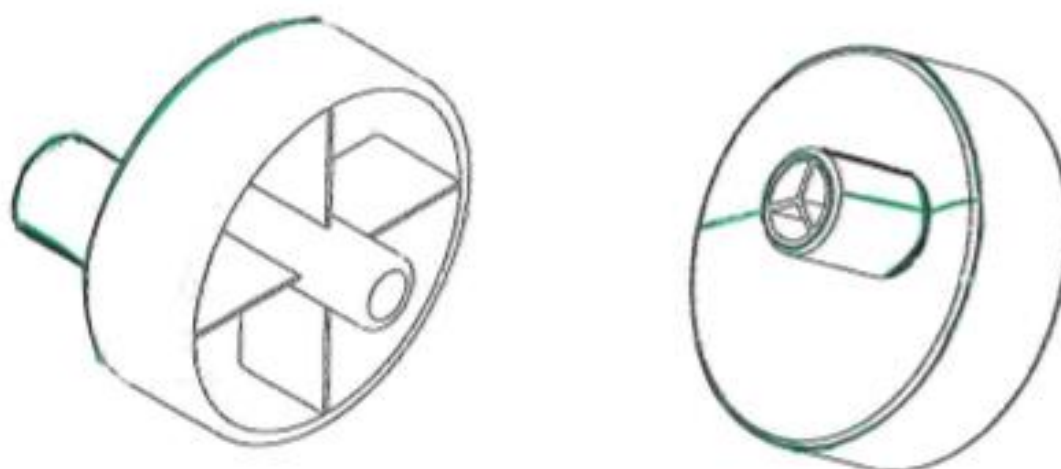
Température d'étuvage : 80 °C

Temps d'étuvage : 2 à 3 heures

Température de mise œuvre 230 à 270 °C

Température de régulation outillage 40 à 70 °C

En référence à la question Q6.1



Une solution de correction proposée mais d'autres propositions peuvent être acceptées si réalisable.

## Q6.2

Données de départ :

- $\varnothing$  de l'axe  $D1 = 8 \text{ mm}$  ;
- $\varnothing$  extérieur du bossage  $D2 = 12 \text{ mm}$  ;
- Module de relaxation sur 10 ans  $E_r(t) = 800 \text{ N/mm}^2$
- Longueur d'emmanchement prévue = 10 mm

$$p = \frac{s}{D1} \cdot E_r(t) \cdot \frac{1}{A+v}$$

$$p = 0,02 \cdot 800 \cdot 0,35 \quad \text{avec} \quad \frac{D2}{D1} = \frac{12}{8} = 1,5 \quad \text{donc} \quad \frac{1}{A+v} = 0,35$$
$$p = 5,6 \text{ MPa}$$

$$C_{\max} = \pi \cdot \frac{D1^2}{2} L \cdot p \cdot \mu$$

$$C_{\max} = \pi \cdot \frac{8^2}{2} 10 \cdot 5,6 \cdot 0,25$$

$$C_{\max} = 1,4 \text{ Nm avec } \mu = 0,25 ; 2,2 \text{ Nm avec } \mu = 0,4$$

Le couple max est très inférieur aux attentes du CDCF (4 Nm). Les risques sont réels de détérioration de la liaison encastrement entre l'axe et la molette de réglage si un problème survient (blocage partiel de la rotation, résistance lors de la rotation...).

La solution est de jouer sur la longueur d'emmanchement donc prévoir un alésage suffisamment profond et/ou augmenter la taille du  $\varnothing D2$  (diamètre du bossage extérieur).

### DR7 Etude rhéologique nouvelle Molette de réglages + Evolution de la molette

En référence à la question Q6.3 - **Analyse des résultats rhéologiques**

	<b>SOLUTION 1</b>	<b>SOLUTION 2</b>	<b>SOLUTION 3</b>
Réalisation - Faisabilité et complexité	OUI mais difficile de réaliser une alimentation dans les coquilles ou tiroirs	OUI mais seuil en courge = difficile à réaliser mais possible.	OUI Solution simple à mettre en place. Alimentation avec une busette chaude.
Temps de cycle	Acceptable à la vue du temps de remplissage mais peut être augmenté par l'évacuation de la grappe.	Même remarque que pour la solution 1	Temps de remplissage très légèrement supérieur mais compensé par l'élimination de la grappe.
Alimentation sans déchets	Impossible	Impossible	Possible
Montage de l'axe	Très peu de déformation (légère ovalisation) au niveau de l'alésage 0,06 mm donc possible	Très peu de déformation (légère ovalisation) au niveau de l'alésage 0,1 à 0,14 mm donc possible	Très peu de déformation (légère ovalisation) au niveau de l'alésage 0,1 à 0,16 mm donc possible
Aspect	Trace du PI visible sur la surface supérieure. Légères retassures qui peuvent être minimisées avec la pression de maintien.	Pas de trace du PI visible. Légères retassures qui peuvent être minimisées avec la pression de maintien.	Pas de traces du PI visible. Légères retassures qui peuvent être minimisées avec la pression de maintien.
<b>CHOIX RETENU : SOLUTION 3</b>			
<b>JUSTIFICATION : Plus facile à réaliser, élimination de la grappe.</b>			

Argumenter brièvement pour chaque réponse.

Solutions d'évolution de la pièce d'un point de vue géométrique :

Ajouter des légères surépaisseurs dans l'alésage pour limiter le contact cyl/cyl et augmenter l'effet d'emmanchement en force.

Revoir la conception des nervures (épaissir, dépouiller...) pour obtenir une seule zone de fin de remplissage et éviter une chute de la température front de matière.

Faire évoluer le rayon de raccordement sur la face supérieure du bouton pour diminuer les retassures.

Faire évoluer la forme extérieur du bouton pour favoriser la prise en main (Stries, rainures...).