

# BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

## INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MÉCANIQUES

### E4 : ÉTUDE DE PRÉINDUSTRIALISATION

SESSION 2017

## DOSSIER RÉPONSES

Contenu du dossier :

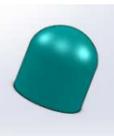
DR	Intitulé	Page(s)
DR 1	Graphe d'assemblage	Page 2 (format A3)
DR 2	Relation Produit – Procédé - Matériau	Pages 3 à 5
DR 3	Faisabilité moulage	Pages 6 à 7
DR 4	Rentabilité moulage	Pages 8 à 9
DR 5	Choix d'un processus prévisionnel	Pages 10 à 11 (format A3)
DR 6	Modification de forme	Pages 12 à 13
DR 7	Interprétation des spécifications	Page 14
DR 8	Définition d'un outil de coupe	Pages 15 à 16
DR 9	Validation d'une mise en position	Pages 17
DR 10	Vérification d'une déformation	Page 18
DR 11	Calcul d'une bride	Pages 19 à 20
DR 12	Schématisation d'un bridage	Page 21
DR 13	SYNTHÈSE	Page 22

**Problématique 1 : Proposer un graphe d'assemblage**

Question 1.1 : Compléter le graphe d'assemblage des différentes pièces équipant le collecteur, avant son montage sur l'ensemble pompe.

On précisera par **(x n)** le nombre **n** de composants identiques montés à chaque étape, par une croix **x** l'assemblage de 2 composants.

Chronologie des étapes d'assemblage

Rep	Nbr	Pièces	
1	1		(x1)  1 équipé
2	1		(x1)
3	1		
4	1		
5	1		
6	3		
7	3		
8	12		
9	2		
10	2		
11	2		
12	2		
13	1		
14	1		

**Problématique 2** : Étudier la relation produit – procédé – matériau

**Question 2.1** : Le matériau actuel est un acier inoxydable X 5 Cr Ni 18-10. Préciser sa composition.

<b>X</b>	
<b>5</b>	
<b>Cr</b>	
<b>Ni</b>	
<b>18</b>	
<b>10</b>	

**Question 2.2** : Indiquer la nécessité du faible pourcentage de carbone dans l'obtention du collecteur (voir DRS1 (1/3)).

**Question 2.3** : Quelle est la résistance minimale à la rupture par extension de ce matériau (voir DRS1 (1/3)) ?

**Question 2.4** : Quelle est la température maximale à laquelle le matériau du collecteur peut être soumis (voir dossier sujet page 5/18) ?

## DR 2-2

**Question 2.5 :** À l'aide du graphique matière 1 « Résistance à la rupture par extension / Température maximale d'utilisation » (voir DRS1 (2/3)), indiquer par une croix dans le tableau, les matériaux compatibles avec l'exigence de résistance minimale à la rupture par extension et avec l'exigence de température d'utilisation. En synthèse indiquer, dans la dernière colonne, les matériaux compatibles avec ces deux critères.

	Critères		Matériaux compatibles avec les deux critères.
	Résistance à la rupture par extension	Température maximale d'utilisation	
Acier à basse teneur en carbone			
Acier faiblement allié			
Acier inoxydable			
Alliage d'aluminium pour fonderie			
Alliage de d'aluminium pour forgeage et laminage susceptibles de durcissement par traitement thermique			
Alliage de magnésium pour fonderie			
Alliages de titane			
Fonte à graphite lamellaire			
Fonte à graphite sphéroïdal			
Mousses polymériques rigides (haute densité HD)			

## DR 2-3

**Question 2.6 :** À l'aide du graphique procédé « Taille de la série / Coût relatif de l'outillage » (voir DRS1 (2/3)), indiquer les procédés compatibles avec l'exigence de taille de série. On rappelle que la série est envisagée sur 5 ans. Indiquer dans ce même tableau les procédés compatibles avec le coût relatif faible de l'outillage pour réaliser le collecteur (formes générales et dimensions). En synthèse indiquer, dans la dernière colonne, les procédés compatibles avec ces deux critères.

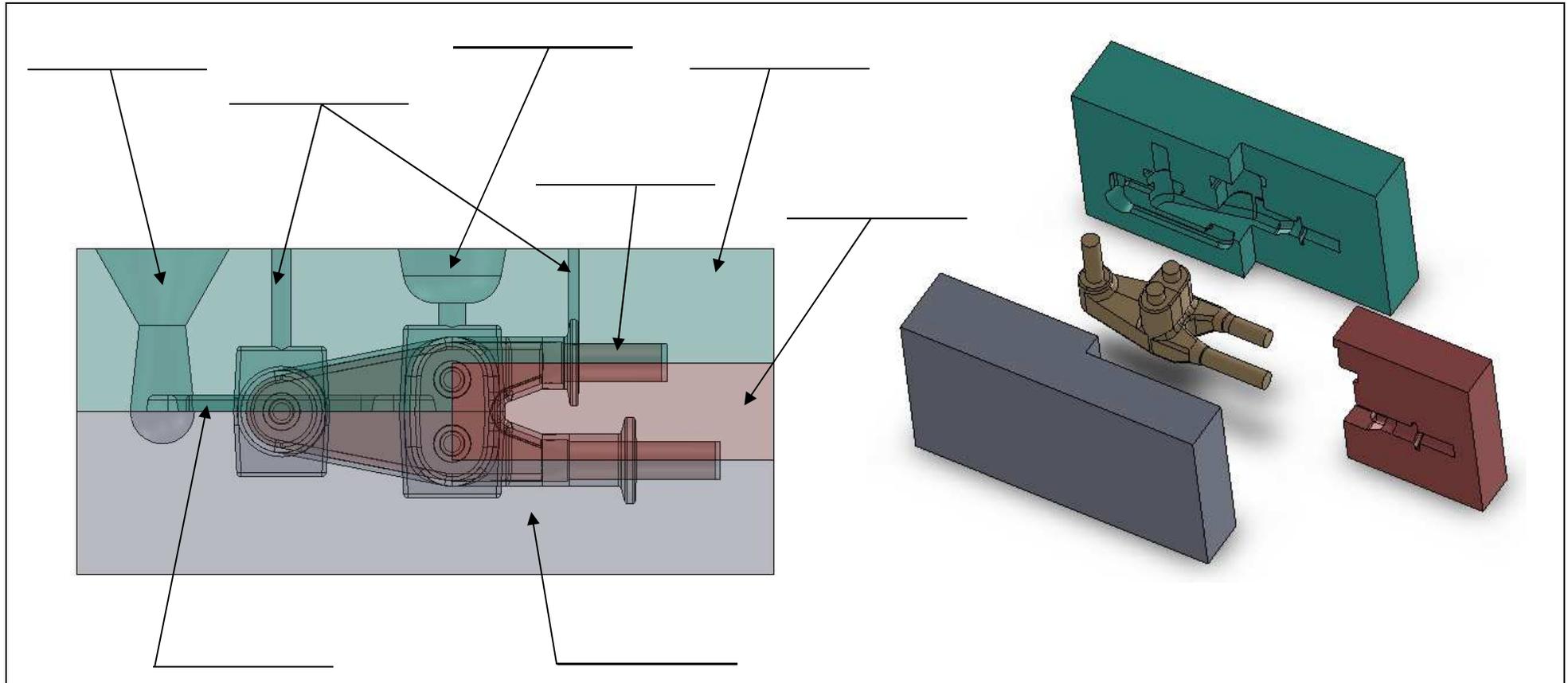
	Critères		Procédés compatibles avec les deux critères.
	Taille de la série	Coût relatif faible de l'outillage (formes générales et dimensions)	
Fonderie en sable			
Fonderie en moule vaporisable avec coquille céramique			
Fonderie à la cire perdue			
Fonderie en sable avec modèle vaporisable			
Forgeage			
Impression 3D			

**Question 2.7 :** Ce choix de procédé d'obtention du brut fait par la société Adixen vous paraît-il approprié ? Justifier.

**Question 2.8 :** À l'aide du graphique matière 2 « Coulabilité / Prix matière », en tenant compte de votre réponse à la question 2.5 (voir DRS1 (3/3)), indiquer si ce choix de matériau est approprié. Justifier.

**Problématique 3 :** Étudier la faisabilité d'un procédé d'obtention de brut

**Question 3.1 :** Repérer les deux châssis, les noyaux intérieur et extérieur, le(s) chenal(aux) de coulée, les évents, la masselotte.



**Question 3.2 :** Justifier la présence d'un noyau intérieur et d'un noyau extérieur.

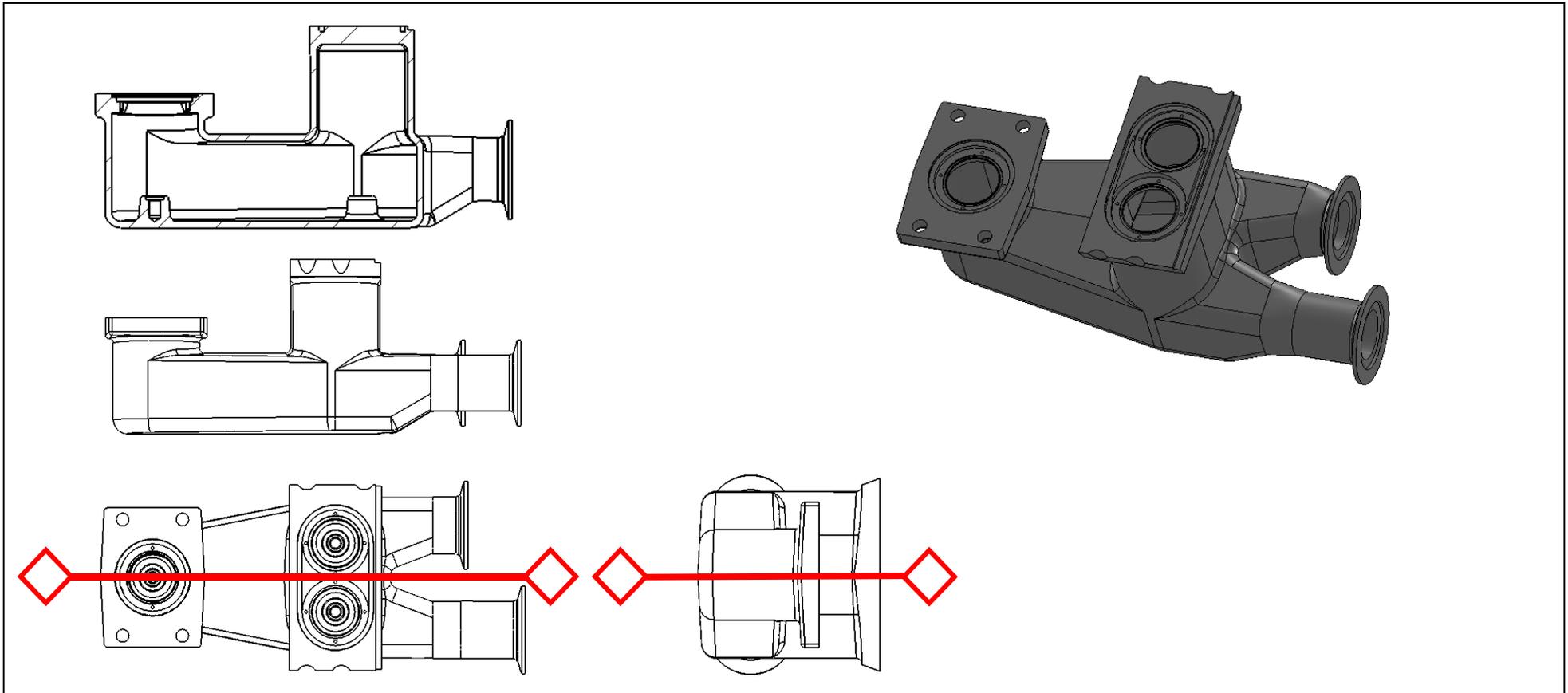
Empty box for the answer to Question 3.2.

### DR 3-2

**Question 3.3 :** Désigner et repérer par une flèche le plan de joint.

**Question 3.4 :** Mettre en place sur toutes les vues, en vert, les surépaisseurs d'usinage.

**Question 3.5 :** Mettre en place sur toutes les vues, en bleu, les dépouilles et congés nécessaires à l'extraction du modèle.



**DR 4-1**

**Problématique 4 : Choisir un procédé en fonction de critères économiques**

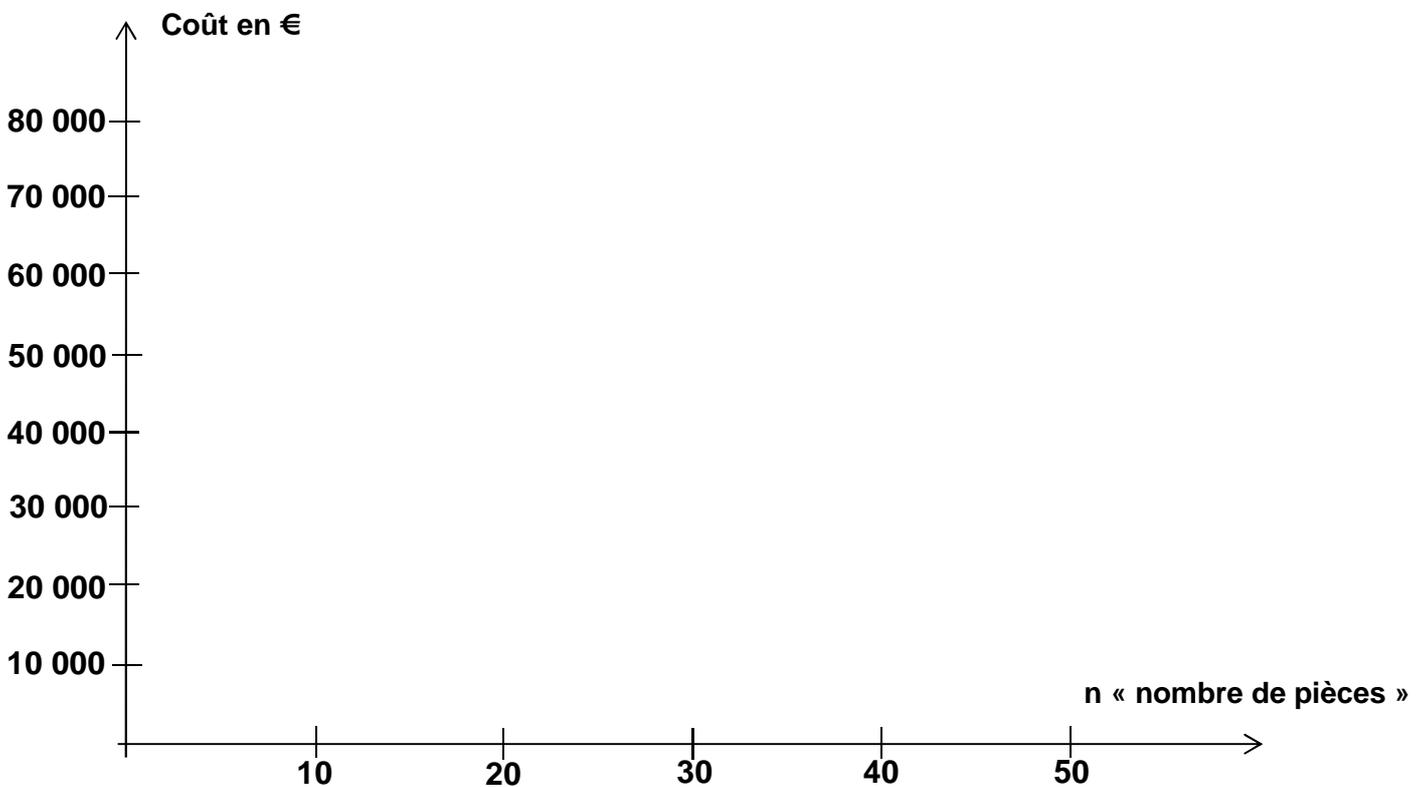
**Question 4.1 :** Compléter le tableau des données.

	Coût outillage	Coût pièce (hors outillage)
Processus actuel <b>P1</b>		
Processus envisagé <b>P2</b>		

**Question 4.2 :** Pour chaque procédé, écrire les équations donnant le coût de revient  $C_{P1} = f(n)$  et  $C_{P2} = g(n)$ . La variable  $n$  représente le nombre de pièces réalisées.

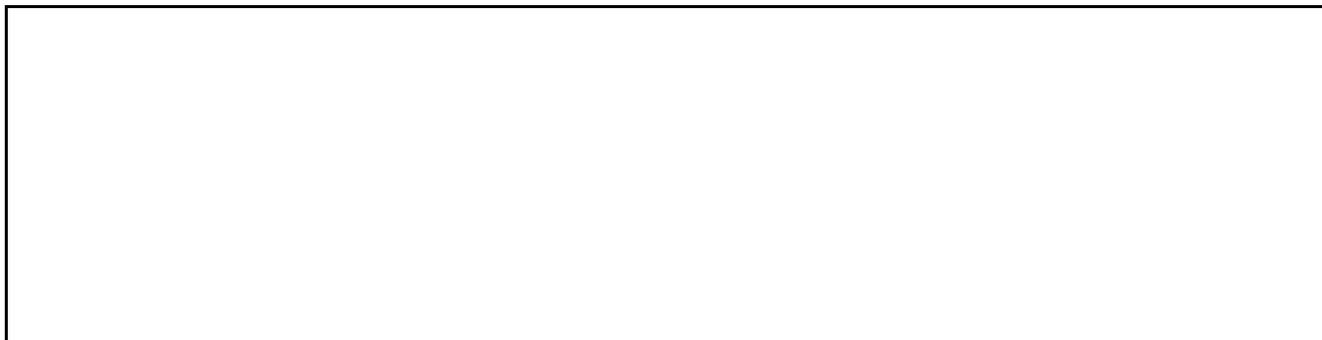
Processus actuel <b>P1</b>	
Processus envisagé <b>P2</b>	

**Question 4.3 :** Sur le graphe, tracer les deux courbes  $C_{P1} = f(n)$  et  $C_{P2} = g(n)$ .



#### DR 4-2

**Question 4.4 :** Sur le graphe, délimiter les zones de rentabilité **Zone P1** et **Zone P2** de chaque procédé. En déduire, par la méthode de votre choix (graphique ou par calcul), le seuil de retour sur investissement.



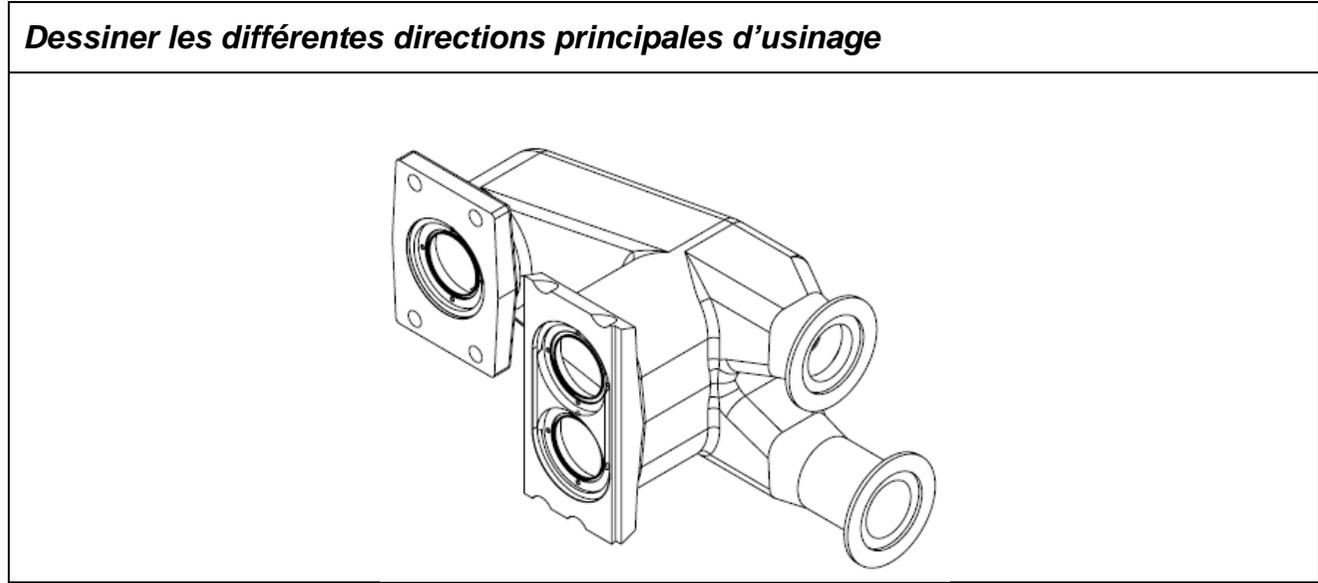
**Question 4.5 :** Le nombre de pièces par série étant connu, le groupe de travail peut-il à ce stade entériner le choix du deuxième procédé ? Justifier.



DR 5-1

**Problématique 5** : Définir le processus prévisionnel de fabrication

**Question 5.1** : Définir les différentes directions principales d'usinage de la pièce. Sur la vue en perspective du collecteur, noter par **WI** chacune des directions principales d'usinage, **I** étant le numéro de cette direction (1, 2, 3, .....)



**Question 5.2** : Proposer différents processus d'usinage soit avec une fraiseuse 3 axes à broche verticale (FR3A BV) ou bien d'une fraiseuse 4 axes à broche horizontale (FR4A BH).

		Ordonnancement des Phases			
Type MOCN	Nb posages	Phase 10	Phase 20	Phase 30	Phase 40
FR3A BV					
FR4A BH					

**Question 5.3** : Choisir le processus le mieux adapté aux objectifs cités ci-dessus.

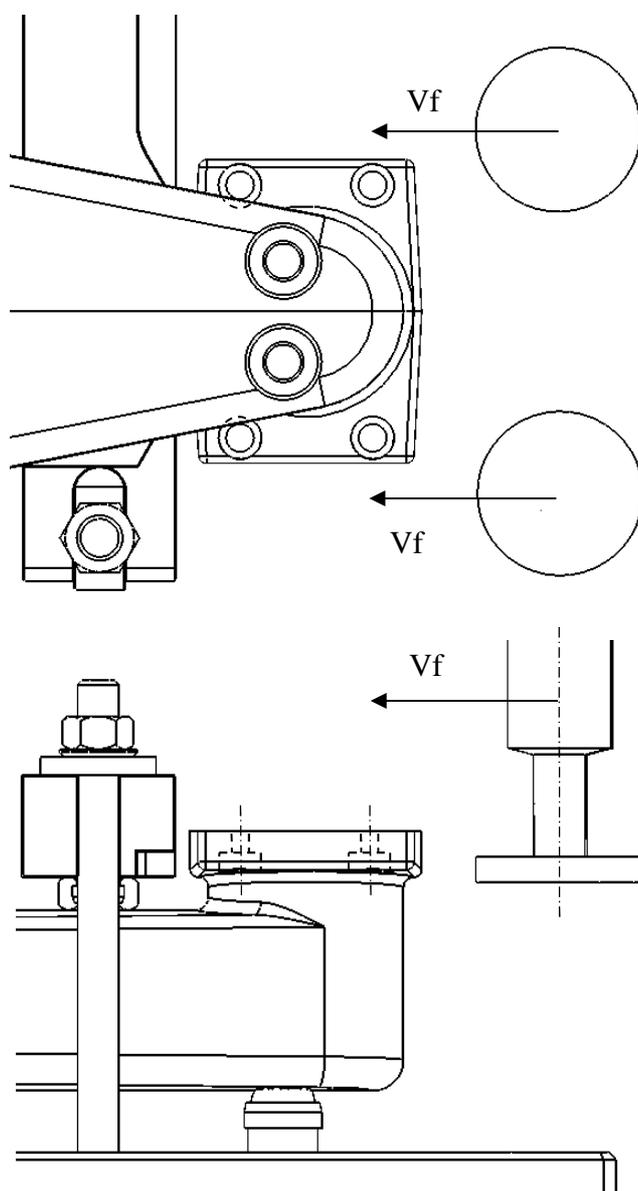
Question 5.4 : Élaborer l'avant-projet d'étude de fabrication pour le processus avec la fraiseuse 4 axes à broche horizontale (FR4A BH).

AVANT PROJET D'ÉTUDE DE FABRICATION		Ensemble	
		Élément	
		Matière	
Date	Nom	Programme de fabrication	
N° de Ph	Désignation	Machines et outillages	Schéma de Phase
			<p>The technical drawing consists of two views of a mechanical part. The top view is a cross-section showing a cylindrical body with a central bore, a shoulder, and a flange. The bottom view is a perspective view showing the part's geometry, including a chamfered edge with a 15-degree angle, a diameter of 75 (Ø75), a total height of 90, and a diameter of 15 (Ø15) for a lower section. A coordinate system is defined with the Z-axis pointing up, the X-axis pointing right, and the Y-axis pointing out of the page.</p>

**Problématique 6 :** Remettre en cause éventuellement une forme.

**Question 6.1 :** Donner la désignation de l'outil permettant de réaliser les lamages (voir DRS5 1/2 et 2/2).

**Question 6.2 :** En considérant l'utilisation d'une fraise 3 tailles (fraise à Té, DRS5 2/2) et du sens de déplacement imposé sur le document DR 6-1, représenter sur les deux vues la modification des formes des 4 lamages qui deviennent alors des épaulements usinés par contournage extérieur du groupe n°3.



## DR 6-2

**Question 6.3 :** Faire le choix entre un outil à lamer en tirant ou une fraise à Té (qui nécessite une modification de forme du collecteur) sachant que le coût de chaque outil est identique. Justifier votre choix par un calcul de temps d'usinage. Donner le type d'outil retenu.

Type fraise	n en tr/min	f en mm/tr	Lg usinée en mm	Taux horaire en €/min	Calcul temps usinage en min
Fraise à Té		0.4	2 x 100	2	
Fraise à lamer en tirant		0,15	4 x 20	2	

**Choix de l'outil :**

**Problématique 7 : Décoder une spécification géométrique**

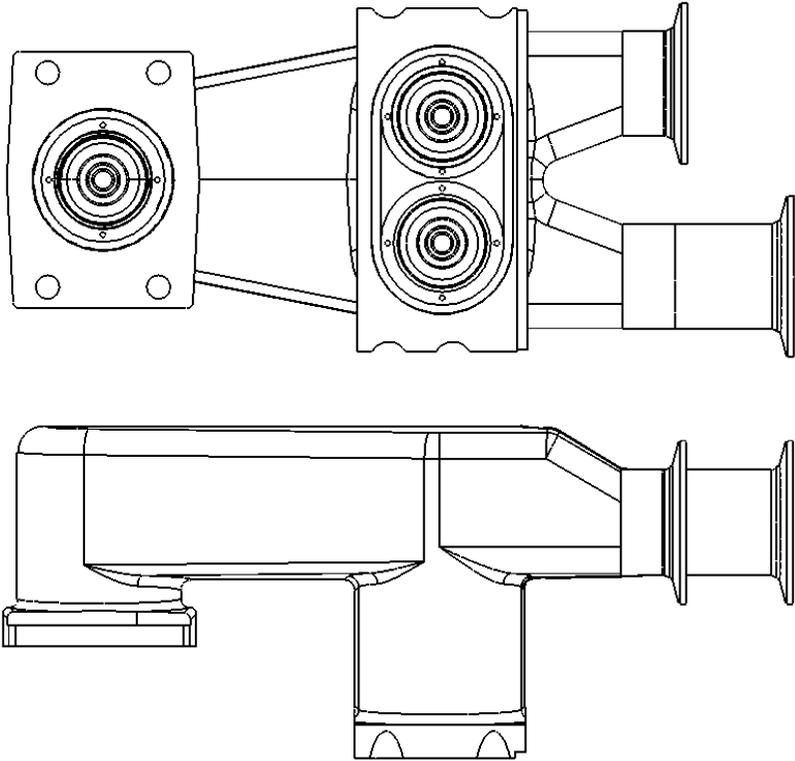
Question 7.1 : Décodage de la spécification géométrique // 0.1 C

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification: Nom de la spécification:	5 Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		6 Eléments idéaux		
Type de spécification	Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
<input type="checkbox"/> Forme <input type="checkbox"/> Orientation <input type="checkbox"/> Position <input type="checkbox"/> Battement	Unique  Groupe	Unique  Multiple	Simple Commune Système	Simple  Composée	<b>Contraintes orientation et position par rapport à la référence spécifiée</b>
Extrait du dessin de définition :  					<b>Condition de conformité :</b>  L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance

**Problématique 8 : Définir un outil de coupe**

**Question 8.1 :** Proposer une schématisation de l'outil en position d'usinage permettant d'usiner les deux collerettes (l'une après l'autre). Vous placerez l'outil de telle façon qu'il soit dans la position la plus contraignante.

**Question 8.2 :** Définir la forme et les dimensions de cet outil (voir DT2 page 6 – coupe B-B et vue de dessus).

Dessiner la partie active de l'outil coupant ainsi que la queue d'attache de celui-ci :	<i>Forme et dimensions de l'outil.</i>
	

## DR 8-2

**Question 8.3 :** Pour chaque matériau, calculer la flèche au bout de l'outil lors de l'usinage.

**Question 8.4 :** Sur quelle cote va agir la déformation de l'outil précédent ?

## DR 9

**Problématique 9** : Étudier et valider une mise en position.

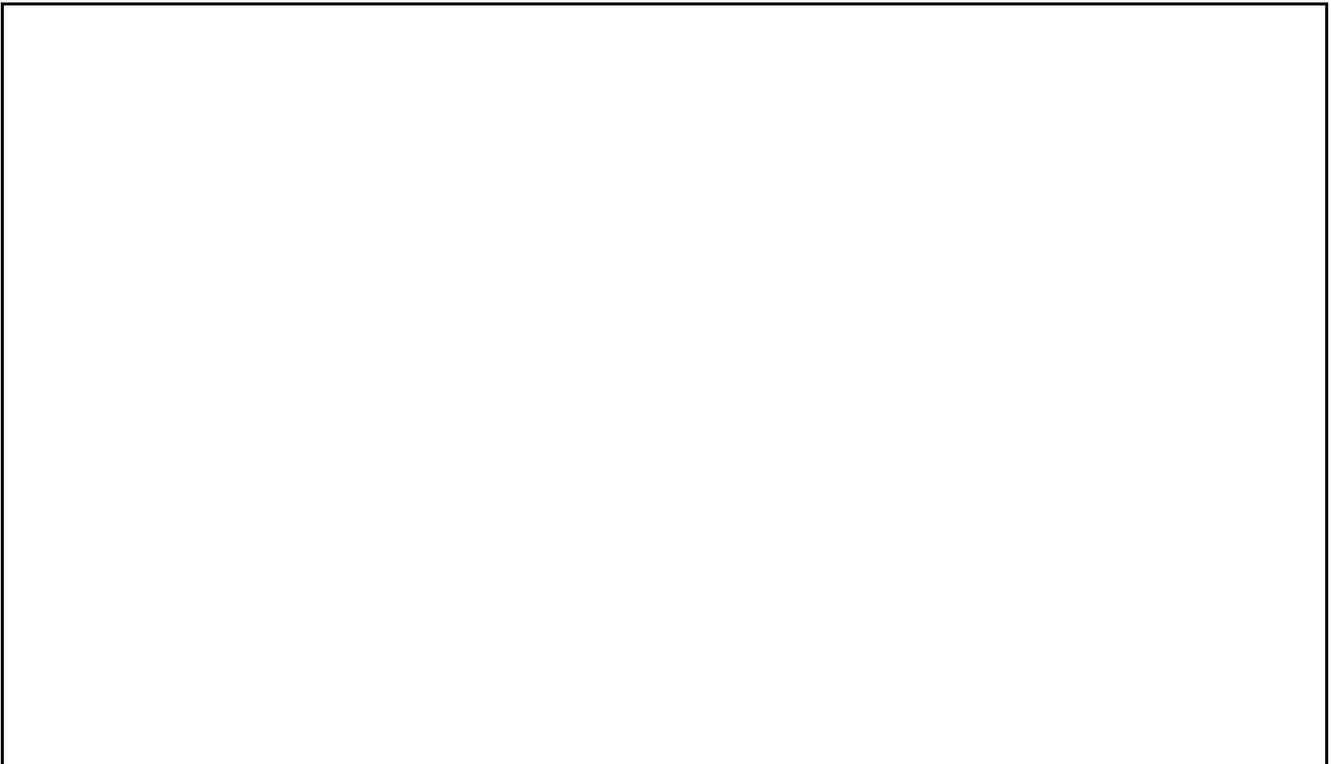
Quel est l'effort de bridage minimal à assurer afin de maintenir le collecteur sur ses appuis ?

**Question 9.1** : Quelle devra être la valeur minimale de l'effort de bridage pour assurer le maintien du collecteur sur les appuis O, A et B ? Justifier.

**Problématique 10** : Vérifier une déformation.

Le parallélisme entre les deux surfaces planes, de mise en position du collecteur sur le corps de la pompe à vide, pourra-t-il être obtenu ?

**Question 10.1** : Après calcul des angles **a** et **b** (arrondir les valeurs à  $10^{-4}$  degrés près), déterminer la valeur **DEF** du défaut théorique de parallélisme.



**Question 10.2** : Quelle conclusion peut tirer le groupe de travail au regard de la tolérance imposée par le cahier des charges ?



DR11-1

**Problématique 11** : Calculer l'effort de serrage et proposer un outillage pour assurer le bridage

**Question 11.1** : Isolement de la bride 2 (voir DRS9 (1/2)). Compléter le tableau des actions mécaniques extérieures agissant sur la bride. Mettre un ? dans toute case ne pouvant être renseignée.

Isolement de la bride 2 - Bilan des actions mécaniques extérieures.

Point	Actions	Direction	Sens	Intensité en N	Modélisation dans le repère (0, Y, Z)
A	$\overrightarrow{A_{5/2}}$	Z	Z ↑	4500	$\overrightarrow{A_{5/2}} = \begin{pmatrix} 0 \\ 4500 \end{pmatrix}$
B	$\overrightarrow{B_{1/2}}$				

**Question 11.2** : Étude de l'équilibre de la bride 2. En appliquant le principe fondamental de la statique en O, déterminer la force que devra indirectement exercer l'écrou 9 sur la bride 2. Précision des résultats : 2 chiffres significatifs.

## DR11-2

**Question 11.3 :** Rechercher le couple de serrage à exercer sur l'écrou (voir DRS9 (2/2)).

**Question 11.4 :** Proposer, par sa référence, l'outillage le plus approprié qui permettra d'assurer le couple de serrage. Justifier.

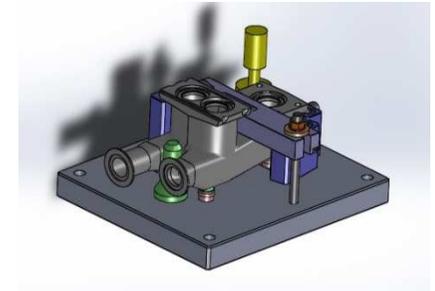
## DR12

**Problématique 12 :** Définir un complément au système de maintien en position.

Quel complément au système de maintien en position actuel peut-on proposer afin de limiter les déformations et les vibrations du collecteur lors de l'usinage des collerettes ?

Sur la vue principale, définir sous forme d'un schéma cinématique minimal, le bridage complémentaire. On prendra soin de différencier les différents groupes cinématiques par des couleurs.

**Question 12.1 :** Sur la vue de profil, définir par un rectangle en traits mixtes de couleur rouge, la zone où le bridage



Vue de profil

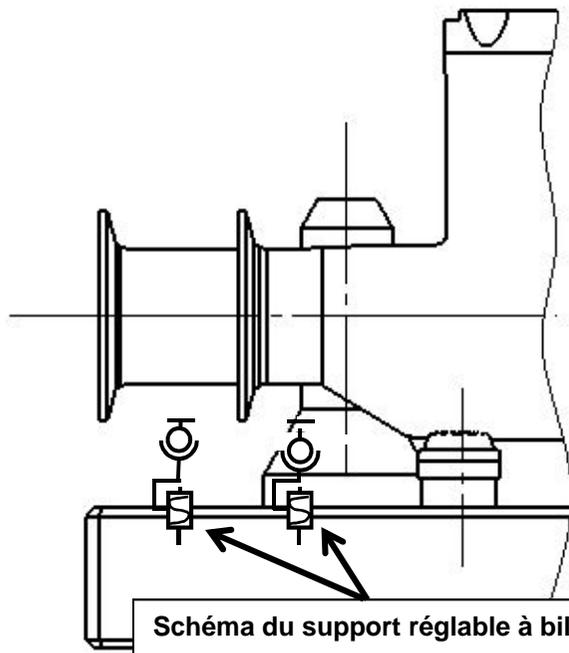
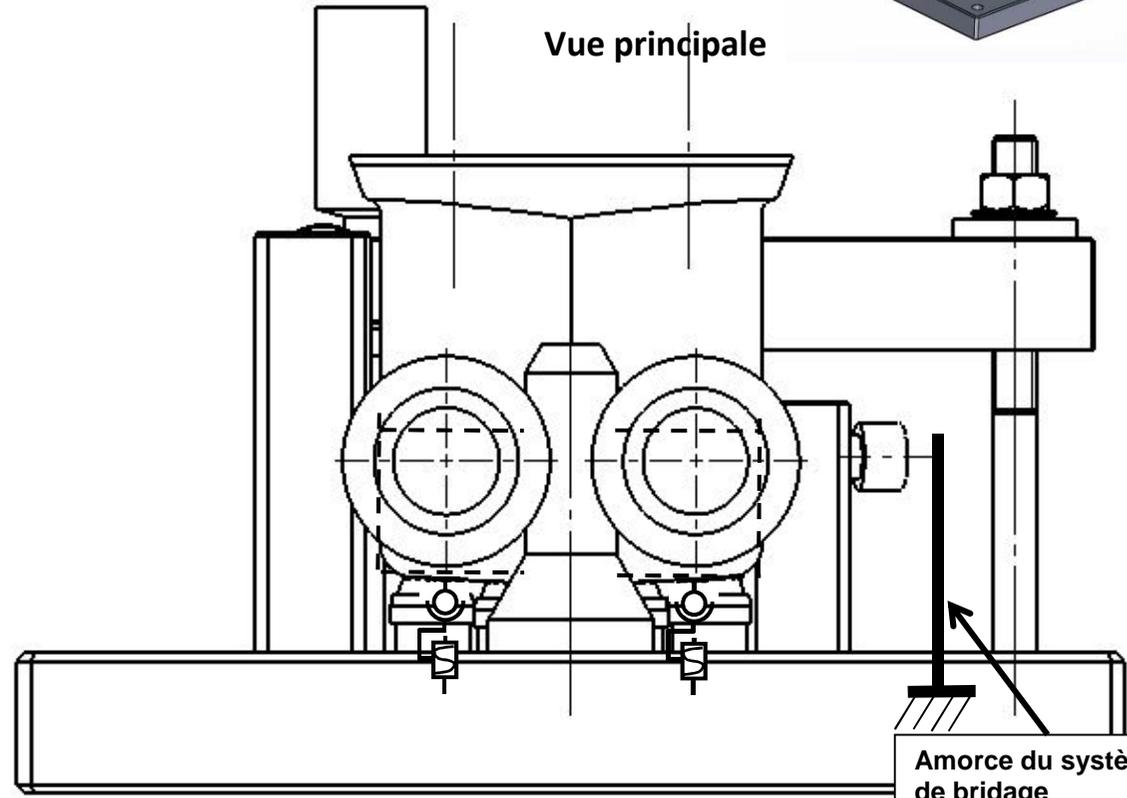


Schéma du support réglable à bille oscillante

Vue principale



Amorce du système de bridage complémentaire

<b>SYNTHÈSE DES RÉSULTATS</b>
-------------------------------

**Question 13.1** : Compléter le tableau de synthèse des différents résultats.

**Données initiales concernant le collecteur objet de l'étude :**

- Le brut du collecteur est actuellement obtenu en mécano-soudé.
- La matière est un acier inoxydable **X 5 Cr Ni 18-10**.
- La masse actuelle du collecteur est de l'ordre de **5 kg**.
- La température maximale d'utilisation est de **220 °C**.
- La cellule d'usinage qui assure la reprise des surfaces fonctionnelles est composée de 3 centres d'usinage 4 axes à broche horizontale KITAMURA 800 Hi et d'un FASTEM automatisé de stockage et chargement/déchargement de 60 palettes.

**Donnée concernant le contexte de production :**

La production prévue est de **400 ensembles** par an renouvelable sur **5 ans**.

<b>Problématiques posées</b>	<b>Conclusions du groupe de travail</b>	
	<b>OUI ou NON</b>	<b>Commentaires - Justifications</b>
Peut-on envisager un changement de matériau ?		
Peut-on envisager un procédé d'obtention du brut plus rentable ?		
L'usinage du collecteur peut-il se faire en un seul posage ?		
Le maintien en position du collecteur sur ses appuis peut-il être assuré ?		
Le maintien en position ne va-t-il pas être préjudiciable à la tolérance de parallélisme ?		
L'effort principal de bridage peut-il se faire de manière aléatoire ?		
La mise en place d'un bridage complémentaire, afin de limiter les déformations et les vibrations, est-il possible ?		