

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**INDUSTRIALISATION DES PRODUITS MECANIQUES**

**DOSSIER DOCUMENTS CORRIGES**

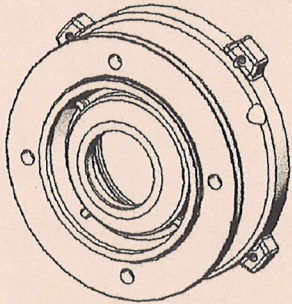
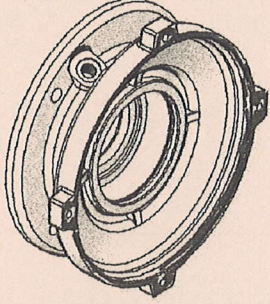
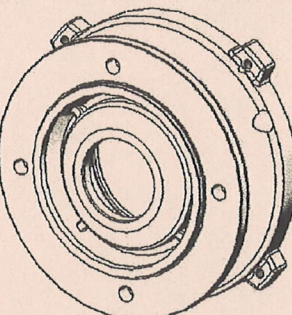
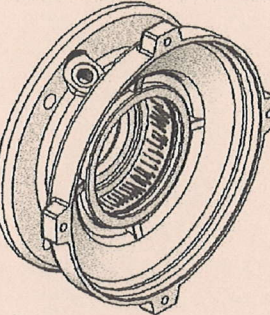
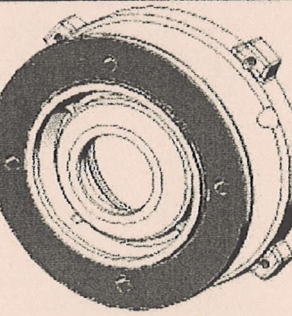
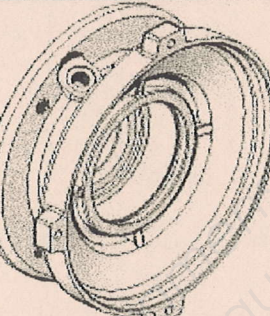
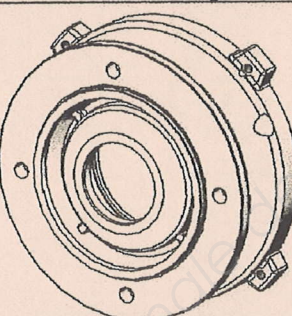
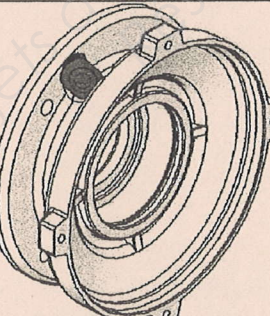
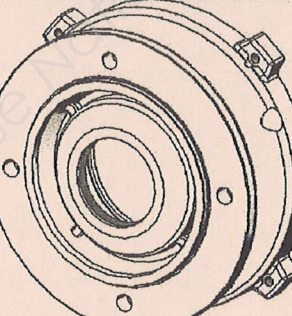
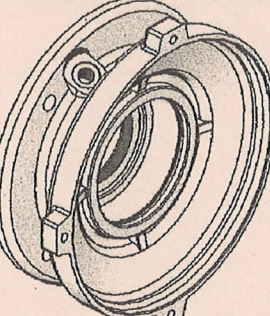
**Contenu du dossier :**

- DR1 : Fonctions
- DR2 : Fonctions et matières
- DR3 : Matières
- DR4 : Dimensions
- DR5 à DR8 : Matière et chutes
- DR9 et DR10 : Tolérances
- DR11 à 13: Méthode et fabrication
- DR14 à 15 : Main d'œuvre

## Proposition de barème

Question	Temps conseillé	Points
Lecture du sujet	30 min	
<b>ANALYSE FONCTIONNELLE (30 min)</b>		
Question 1	10 min	
Question 2	10 min	
Question 3	10 min	
<b>QUESTIONS « MATIERE » (20 min)</b>		
Question 4	10 min	
Question 5	10 mn	
<b>QUESTIONS « DIMENSIONS » (15 min)</b>		
Question 6	5 min	
Question 7	5 min	
Question 8	5 min	
<b>QUESTIONS « CHUTES » (1h15min)</b>		
Question 9	10 min	
Question 10	10 min	
Question 11	5 min	
Question 12	20 min	
Question 13	10 min	
Question 14	20 min	
<b>QUESTIONS « TOLERANCES » (45 min)</b>		
Question 15	15 min	
Question 16	15 min	
Question 17	15 min	
<b>QUESTIONS « METHODE DE FABRICATION » (45 min)</b>		
Question 18	15 min	
Question 19	15 min	
Question 20	10 min	
Question 21	5 min	
<b>QUESTIONS « STANDARDISATION » (1h10min)</b>		
QUESTION 22	10 min	
QUESTION 23	15 min	
QUESTION 24	30 min	
QUESTION 25	10 min	
QUESTION 26	5 min	
<b>QUESTIONS « MAIN D'ŒUVRE » (20 min)</b>		
QUESTION 27	10 min	
QUESTION 28	5 min	
QUESTION 29	5 min	
TOTAL :	5h50min	

Question 1 et 2 :

FT1 : Lier complètement le moteur au flasque		Spécifications concernées
		Etat de surface : $R_z$ 20-30 Forme : ✓ Position : $\text{⌀} \begin{array}{ c } \hline 0,2 \\ \hline \end{array} A$ Orientation : $\text{//} \begin{array}{ c } \hline 0,2 \\ \hline \end{array} A$ Battement : $\text{∕} \begin{array}{ c } \hline 0,03 \\ \hline \end{array} D B$ Dimension (diamètre ...) : $\text{⌀} 155 H7$
FT2 : Guider l'arbre en rotation		Spécifications concernées
		Etat de surface : ✓ Forme : $\text{O} \begin{array}{ c } \hline \text{⌀} 0,13 \\ \hline \end{array}$ Position : ✓ Orientation : $\text{⊥} \begin{array}{ c } \hline \text{⌀} 0,015 \\ \hline \end{array} A$ Battement : ✓ Dimension (diamètre ...) : $\text{⌀} 72 J6$
FT3 : Lier complètement le réducteur au flasque		Spécifications concernées
		Etat de surface : $R_z$ 16 Forme : $\square \begin{array}{ c } \hline 0,05 \\ \hline \end{array}$ Position : $\text{⌀} \begin{array}{ c } \hline \text{⌀} 0,45 \\ \hline \end{array} A C$ Orientation : ✓ Battement : $\text{∕} \begin{array}{ c } \hline 0,04 \\ \hline \end{array} A B$ Dimension (diamètre ...) : $\text{⌀} 110 j6$
FT4 : Permettre la vidange de l'huile		Spécifications concernées
		Etat de surface : $R_z$ 25-30 Forme : ✓ Position : $\text{⌀} \begin{array}{ c } \hline 15 \pm 0,20 \\ \hline \end{array} \text{⌀} \begin{array}{ c } \hline 0,5 \\ \hline \end{array} A C H$ Orientation : $\text{⊥} \begin{array}{ c } \hline \text{⌀} 0,2 \\ \hline \end{array} I$ Battement : ✓ Dimension (diamètre ...) : $\text{⌀} 15 \pm 0,2$
FT5 : Assurer l'étanchéité dynamique		Spécifications concernées
		Etat de surface : $R_z$ 10-20 Forme : ✓ Position : ✓ Orientation : ✓ Battement : $\text{∕} \begin{array}{ c } \hline 0,1 \\ \hline \end{array} A B$ Dimension (diamètre ...) : $\text{⌀} 47 H8$

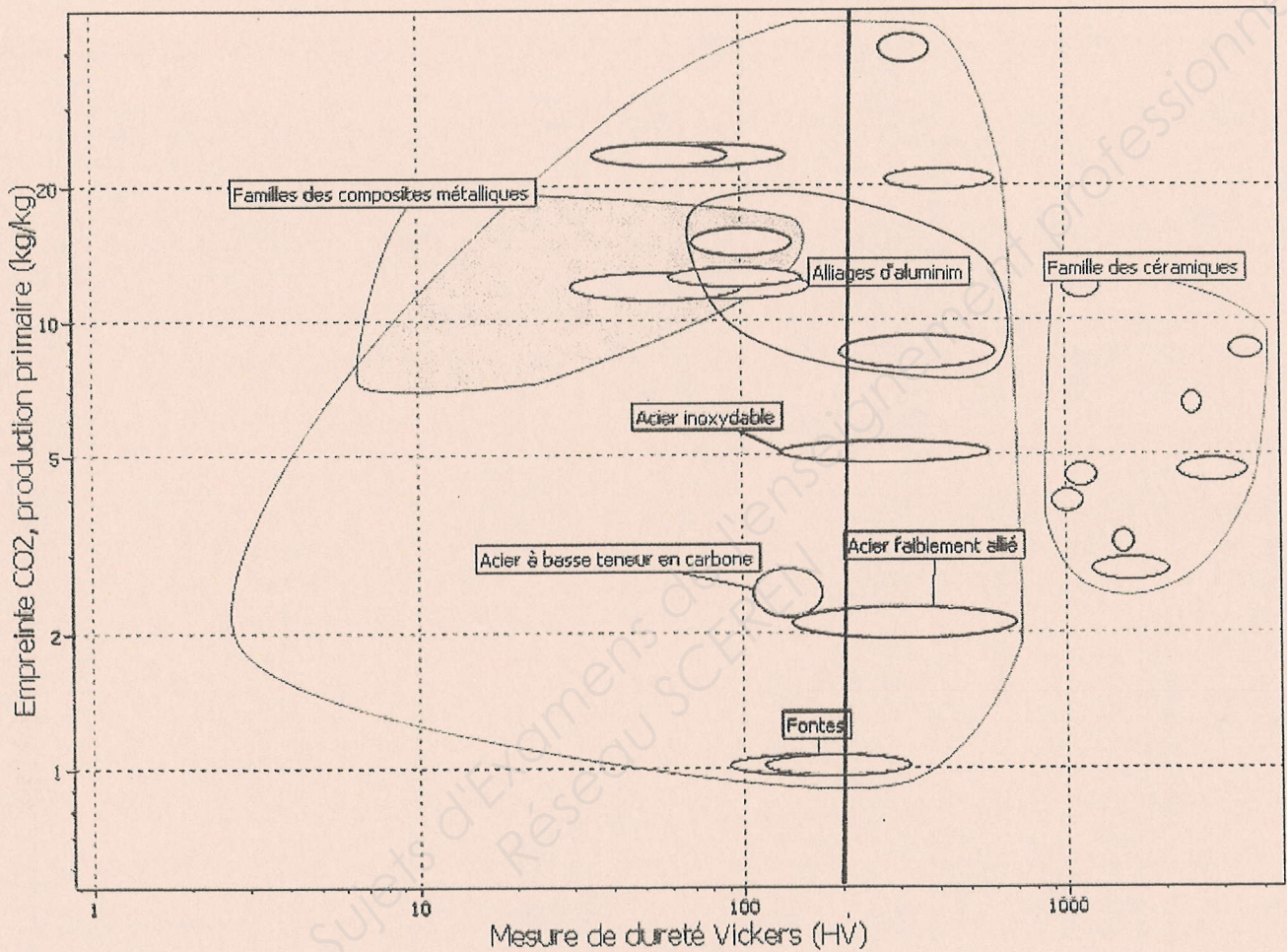
Question 3 :

Les coûts les plus représentatifs :

l'élaboration du brut → diminution de la sous-traitance  
 OP 30 - Perçage → amélioration de l'outil de product

## DR2 : Matières

Question 4 :



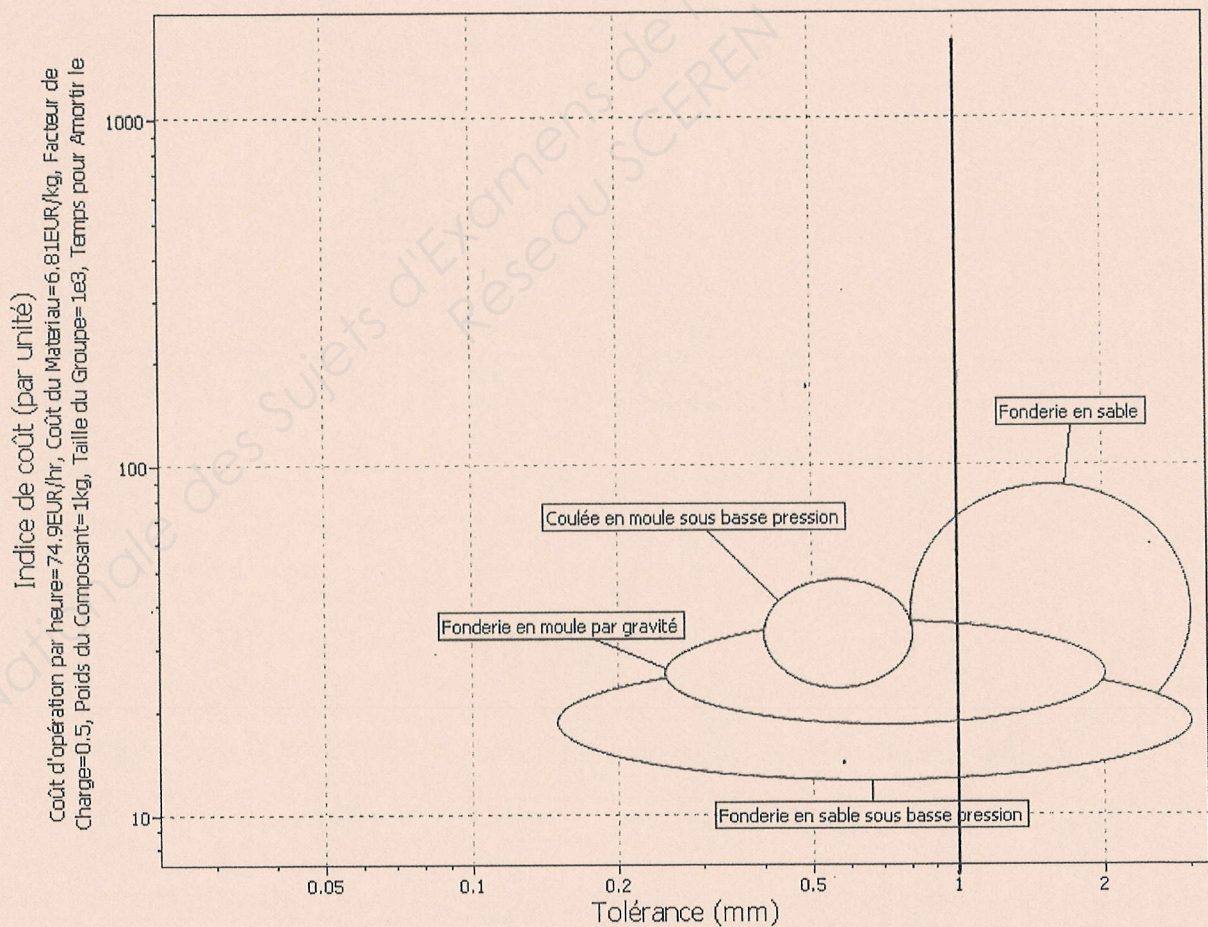
La fonte est le matériau le moins impactant, puis viennent les aciers et enfin les alliages d'aluminium.

DR3 : Matières

Critères utilisés pour une première sélection

Caractéristiques du procédé		Forme	
Procédés de mise en forme primaires	<input checked="" type="checkbox"/>	Tore à section prismatique	<input type="checkbox"/>
Procédés d'usinage	<input type="checkbox"/>	Prismatique non circulaire	<input type="checkbox"/>
Procédés de découpe	<input type="checkbox"/>	Feuille plane	<input type="checkbox"/>
Discontinu	<input type="checkbox"/>	Tôle bombée	<input type="checkbox"/>
Continu	<input type="checkbox"/>	Solid 3-D	<input checked="" type="checkbox"/>
Prototypage	<input type="checkbox"/>	Creuse 3-D	<input type="checkbox"/>
Attributs économiques		Attributs physiques	
Coût relatif de l'outillage	<input type="checkbox"/> Très haut <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Faible	Gamme de poids	Minimum: 12, Maximum: 20 kg
Coût relatif de l'équipement	<input type="checkbox"/> Très haut <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Faible	Gamme d'épaisseurs de section	mm
Importance de la main d'œuvre	<input type="checkbox"/> Très haut <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> Moyen <input type="checkbox"/> Faible	Tolérance	mm
Taille de la série (unités)	Minimum: 50000, Maximum: _____	Rugosité	µm
		Etat de surface	<input type="checkbox"/> Très lisse <input checked="" type="checkbox"/> Lisse <input checked="" type="checkbox"/> Rugueux
		Vitesse de coupe	mm/s
		Profondeur de passe minimum	mm

Question 5 :



le procédé le plus économique est la fonderie sable basse pression puis la fonderie en moule par gravité.

## DR4 : Dimensions

Question 6 :  $\sigma_{max} = 5,92$        $R_e = 140 \text{ MPa}$

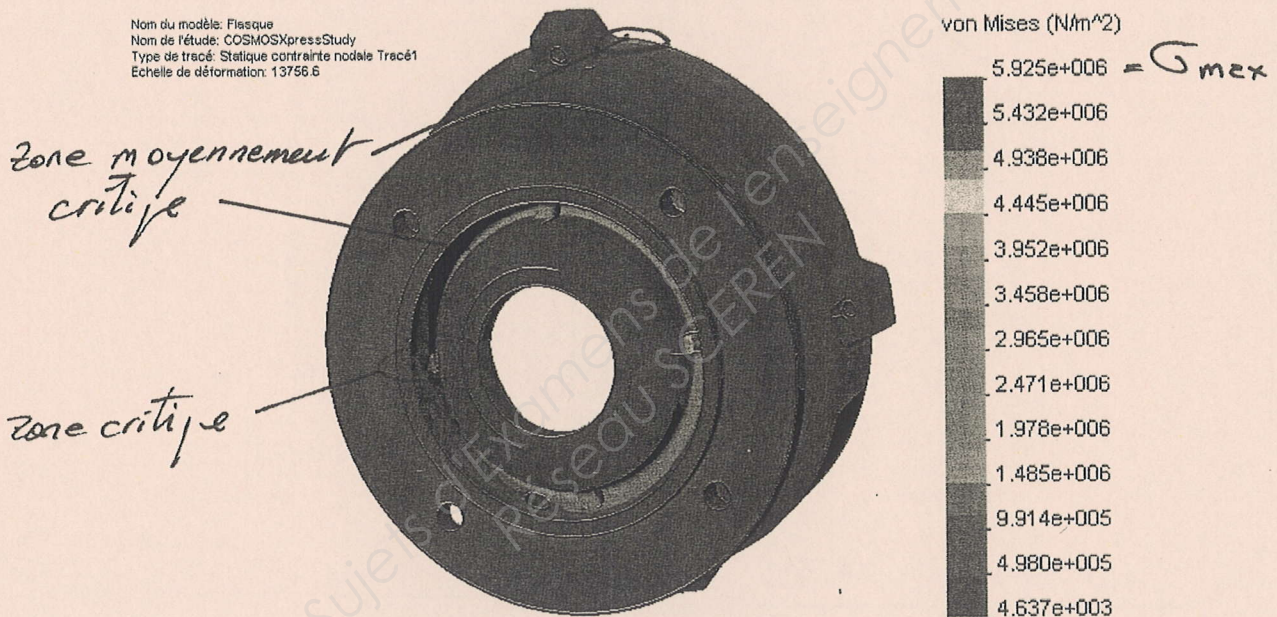
$$cs = \frac{R_e}{\sigma_{max}} = \frac{140}{5,92} = 23$$

Question 7 : *Il est possible de réduire les épaisseurs.*

Question 8 :

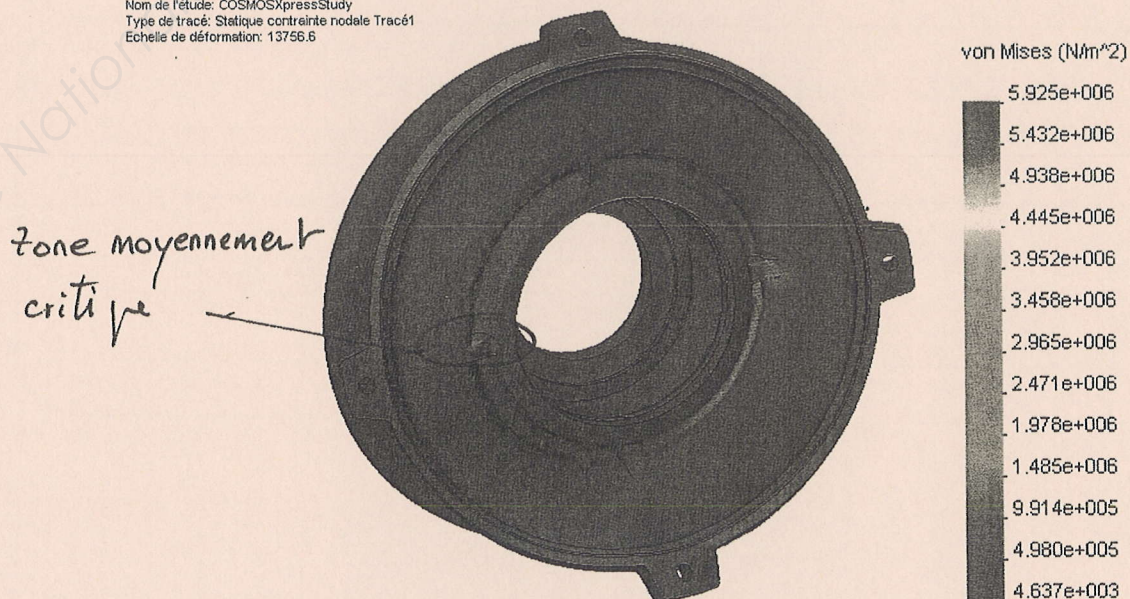
## Contraintes vue coté réducteur

Nom du modèle: Flaque  
Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy  
Type de tracé: Statique contrainte nodale Tracé1  
Echelle de déformation: 13756.6



## Contraintes vue coté moteur

Nom du modèle: Flaque  
Nom de l'étude: COSMOSXpressStudy  
Type de tracé: Statique contrainte nodale Tracé1  
Echelle de déformation: 13756.6



## DR5 : Matière, et chutes

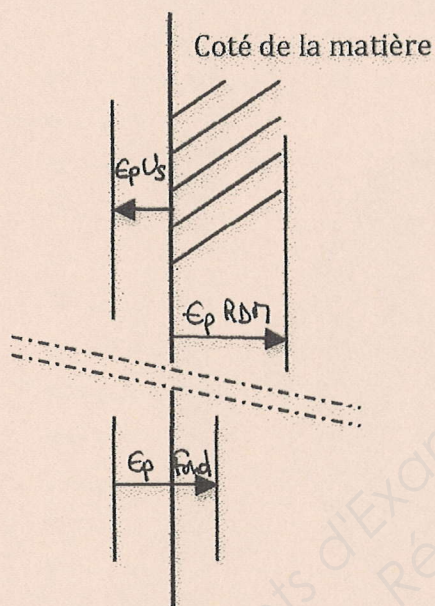
**Question 9** : Placer les épaisseurs sur les surfaces fonctionnelles.  
L'échelle est 4/1

Dans le cas 1, replacer les épaisseurs suivantes sur les flèches:

- Epaisseur minimale de la pièce finie : **Ep RDM**
- Surépaisseur d'usinage : **Ep Us**
- Epaisseur minimale à respecter en fonderie : **Ep Fond**

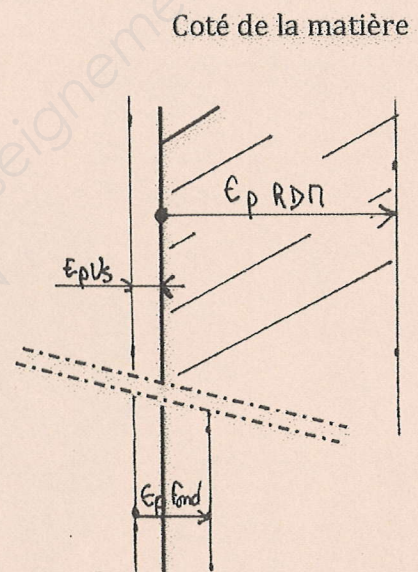
Puis effectuer un tracé similaire dans le cas 2 du moulage en coquille.

Cas 1 : Moulage sable (fonte)



Surface fonctionnelle usinée

Cas 2 : Moulage coquille (Al)



Surface fonctionnelle usinée

Cas 1 : Calcul et vérifications. Epaisseur de la pièce :  $E_p \text{ pièce}$

$$E_p \text{ pièce} = \text{Sup}(E_p \text{ Us} + E_p \text{ RDM} ; E_p \text{ Fond})$$

$$E_p \text{ pièce} = 4 + 2 = \underline{6 \text{ mm}}$$

Cas 2 : Calcul et vérifications

$$E_p \text{ pièce} = 8 + 1 = \underline{9 \text{ mm}}$$



## DR6: Matière, et chutes

## Question 10 : Analyse multicritère

	Fonderie Sable Procédé DISAMATIC (En sous-traitance)	Fonderie Aluminium En coquille par gravité (en Interne)
Rapport : volume coulé/volume pièce =(mise au mille)	① <sup>car procédé DISAMATIC</sup>	①
Précision	②	①
Formes obtenues sans usinage	②	①
Surépaisseurs d'usinage	②	①
Dureté	①	②
<b>12 3</b> Coût	①	②
Recyclage des déchets de fonderie	①	①
Impact écologique (énergie dépensée pour la fusion d'une pièce)	②	①

## Question 11 : Premier choix de procédé, Expliquer votre réponse.

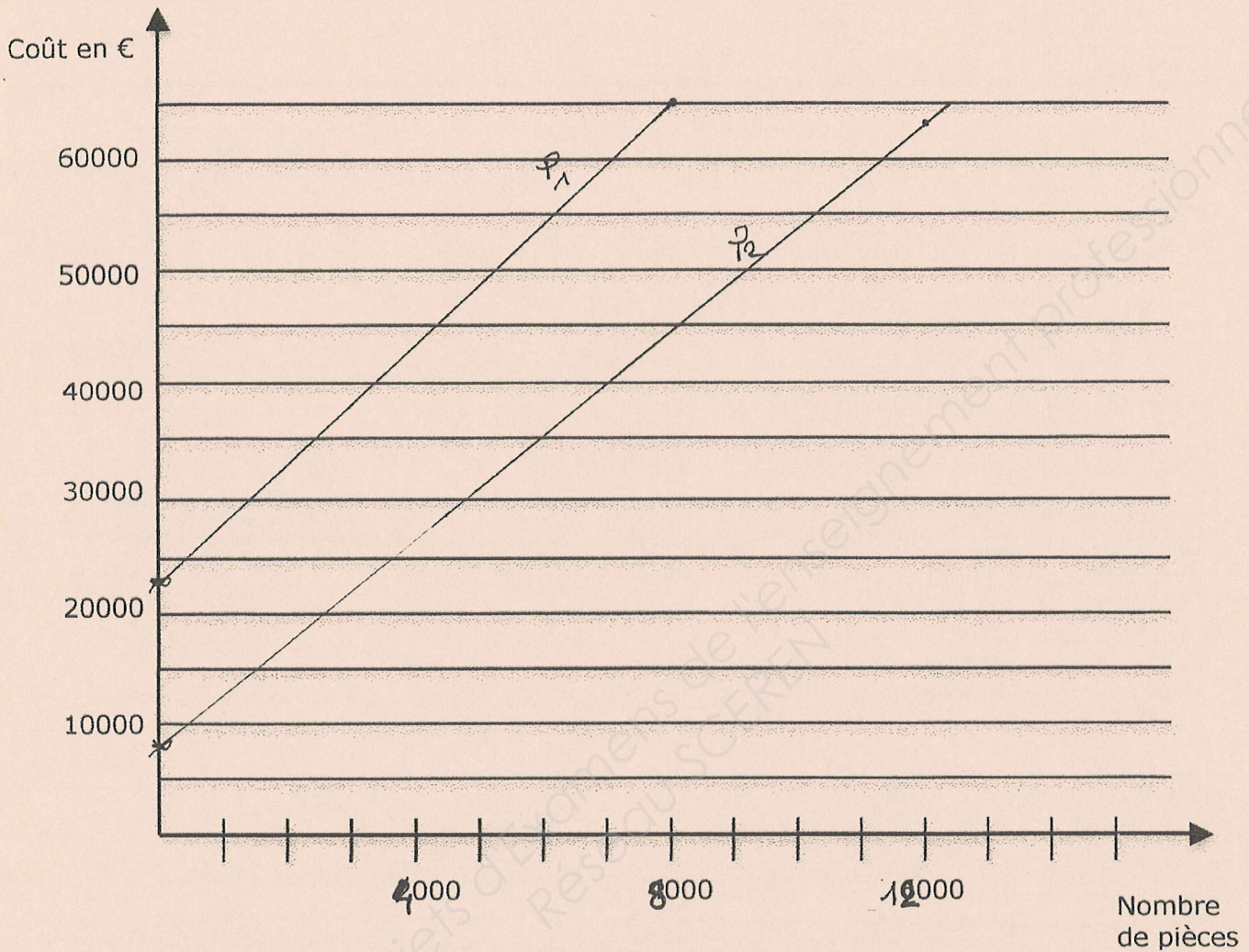
Selon les critères de choix retenus, la fonderie Alu semble plus performante (car elle répond à un nombre plus important de critères)  
 Mais la dureté est un critère important, et pourrait être pondérée;  
 de plus, le coût n'a pas encore été étudié.

DONC : A la vue des critères étudiés on choisit la fonderie  
 ALUMINIUM EN COQUILLE PAR GRAVITE

## Question 12 : 12-1 :

Procédé	Formule littérale : P=F(N)
Moulage coquille d'aluminium	$P = A + N \left( B + E + \frac{C}{D} \right)$
Moulage DISAMATIC	$P = A + N \left( B + E + F + \frac{C}{D} \right)$

## DR7: Matière, et chutes

12-2. Tracé des courbes :**Conclusion :**

La courbe  $P_2$  (Disarmatic) a une pente plus faible et est située sous  $P_1$ .  
 $\Rightarrow$  Le procédé est rentable dès la 1<sup>ère</sup> pièce.

**Question 13 :**

Temps pour produire 2000 pièces : 24h / jour

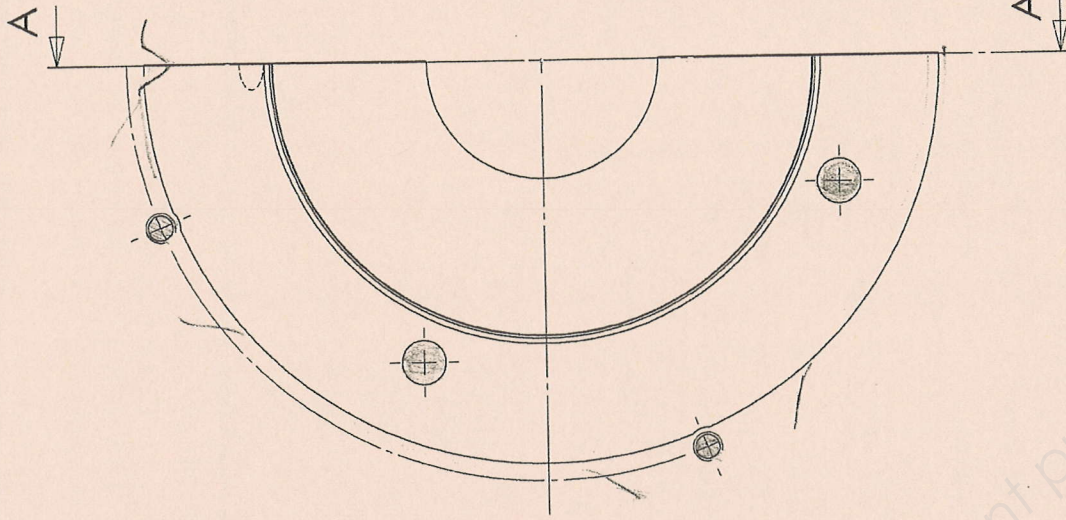
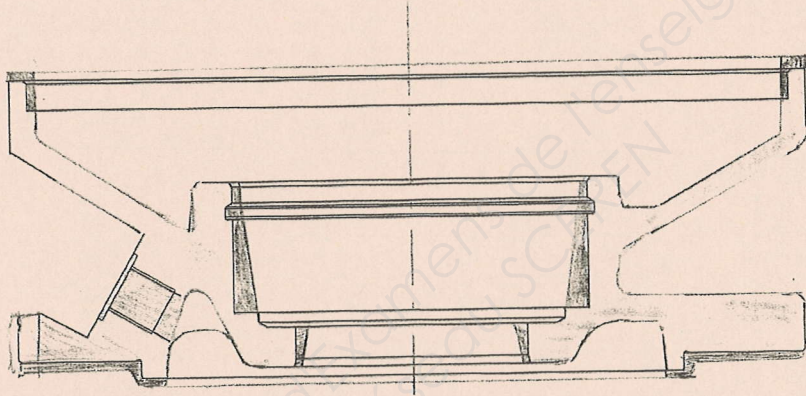
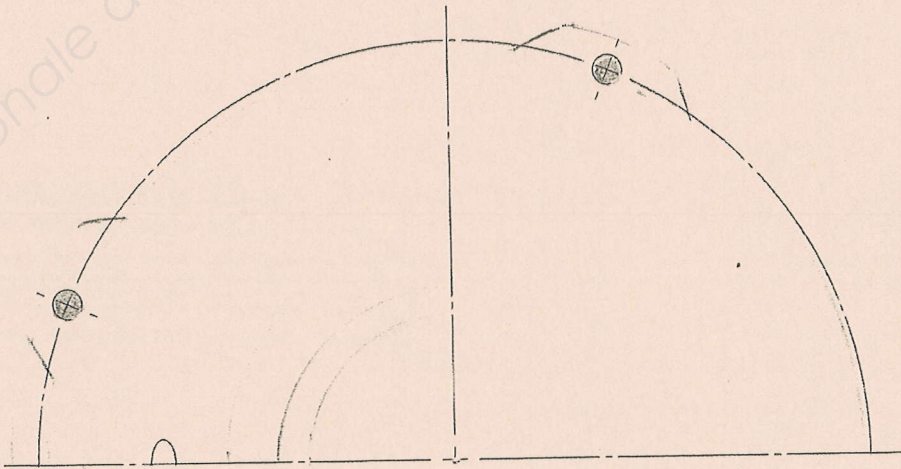
$2000 \times 3 = 6000 \text{ min}$  pour produire 2000 pièces.

donc 100 heures ou 4,16 jours

Choix de procédé et justification : Le moulage sable donne plus de flexibilité, et a un coût beaucoup moins élevé au regard de la quantité produite. De plus ce procédé évite une fabrication en interne qui nécessite des coûts de gestion importants.

DONC  $\Rightarrow$  ON CHOISIT LE DISARMATIC

COUPE A-A  
ECHELLE 1:1



Rayon non coté :  $R = 2 \text{ mm}$   
Dépouille du modèle :  $2^\circ$   
Les bruts doivent être étanche à l'huile  
Surfaces extérieures lisseet propre

**DR8 : Plan du brut**

DR9 : Tolérances

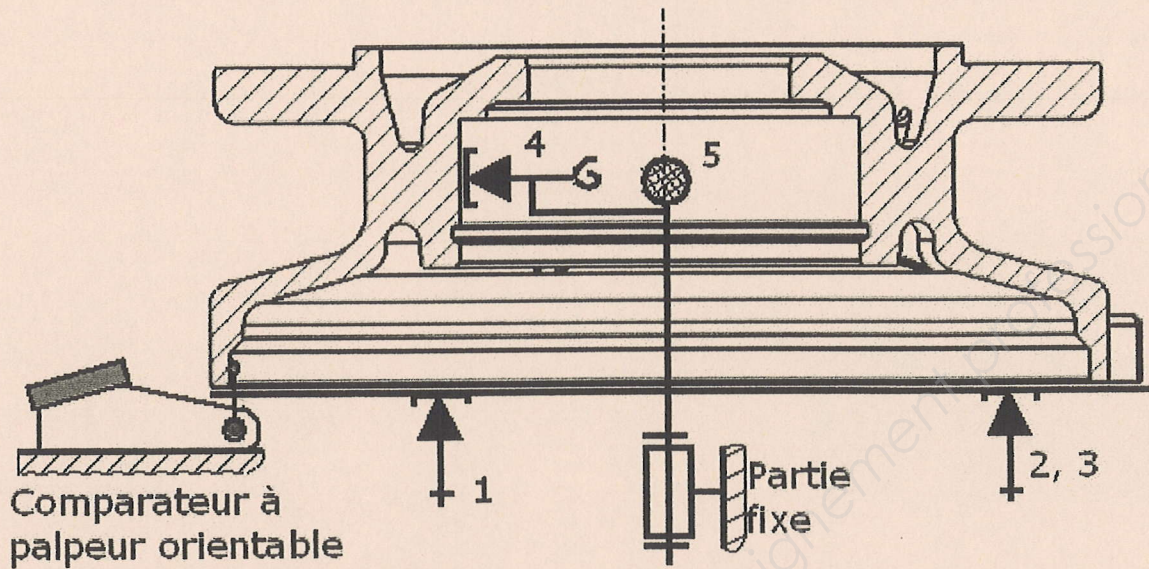
Spécification

TOLERANCEMENT NORMALISE		Analyse d'une spécification par zone de tolérance			
Symbole de la spécification:		Eléments non idéaux extraits du « Skin Modèle »		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"/> Position <input type="checkbox"/> Orientation <input checked="" type="checkbox"/> Battement CIRCULAIRE SIMPLE RADIAL	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée	Contraintes orientation et position par rapport à la référence spécifiée
Extrait du dessin de définition : 	Toutes lignes repoussées circulaires dans des plans // au plan de référence D 	Surface repoussée plane D 	Ref primaire: Plan D contraint tangent côté libre de la matière Ref secondaire: Droite B axe du cylindre associé à la surface B critère diamètre maxi, contraint L à D 	Surface plane limitée par deux cercles concentriques sur B et distant de 0,03 // dans des plans // à D 	La condition s'applique dans chaque plan de section de l'élément tolérancé pris dans des plans // à D
Condition de conformité: L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance					

## DR10 : Tolérances

## Outillage de contrôle

Schéma de principe de l'outillage de contrôle



Question 16 : Solutions technologiques

- Solution 1 : un centreur expansible de type mandrin à pinces.
- Solution 2 : un système de rondelles de type RINGSPANN.

Question 17 : Mode opératoire de contrôle

- Poser la pièce sur le montage
- Ajuster le mandrin à serrage concentrique
- Vérifier la posit. du comparateur
- Faire tourner la pièce
- Contrôler

NB: A la vue de la hauteur du cylindre une seule mesure est suffisante

**DR11 : Méthode de fabrication**

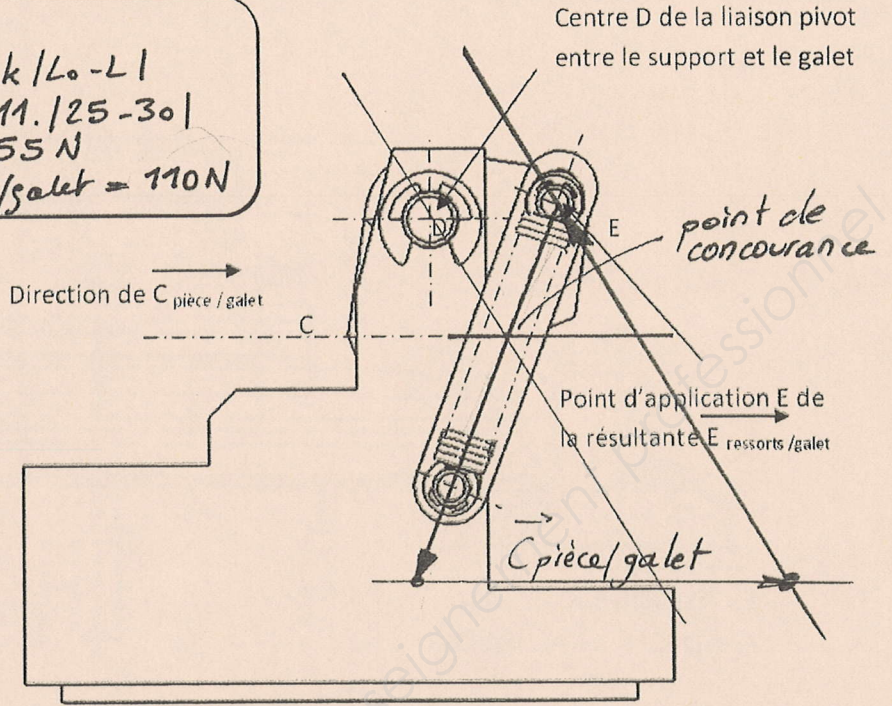
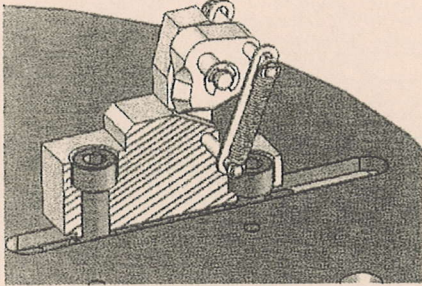
**Etude statique**

Questions 19 et 20 : Etude de l'équilibre du galet

Calcul de  $E_{ressorts / galet}$  :

pour 1 ressort :  $E = k \Delta l = k |L_0 - L|$   
 $= 11 \cdot |25 - 30|$   
 $= 55 \text{ N}$

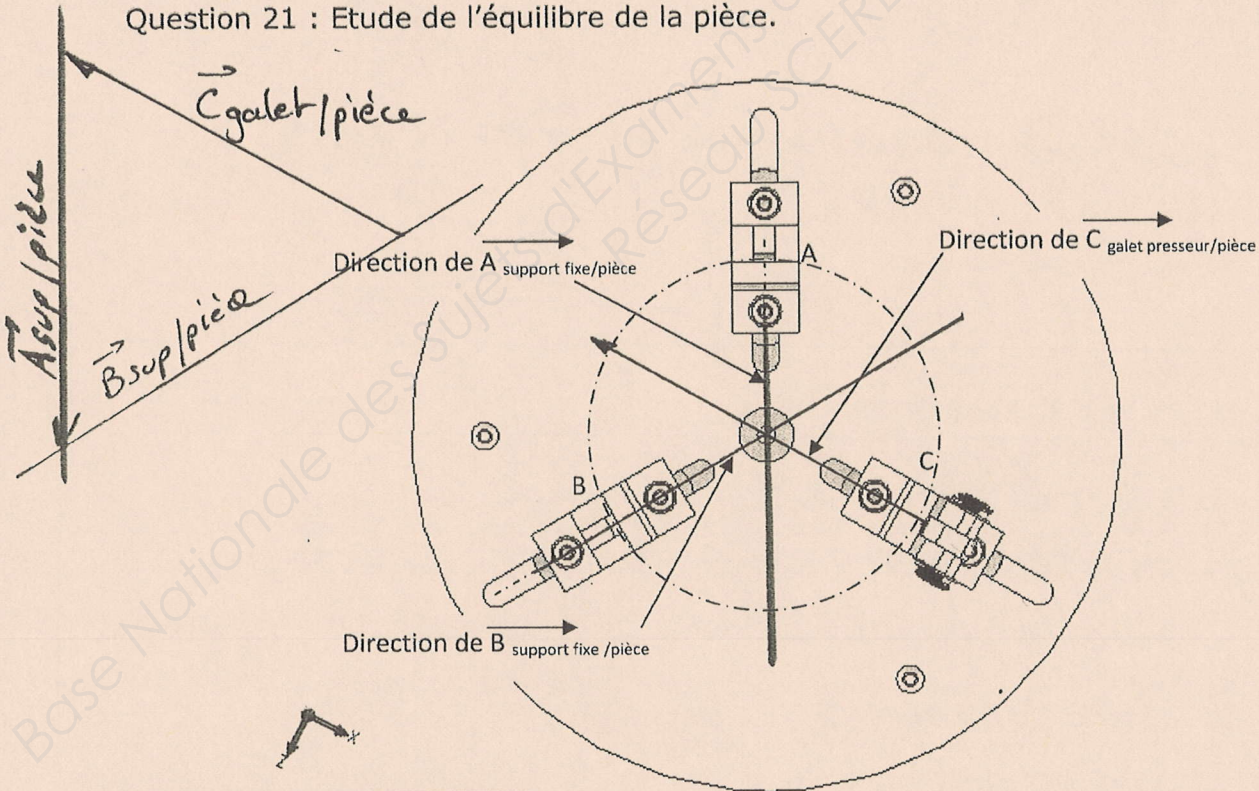
pour 2 ressorts :  $E_{ressorts / galet} = 110 \text{ N}$



$C_{pièce / galet} = 104 \text{ N}$

Echelle des efforts : 10 N => 5 mm

Question 21 : Etude de l'équilibre de la pièce.



$A_{support / galet} = 104 \text{ N}$

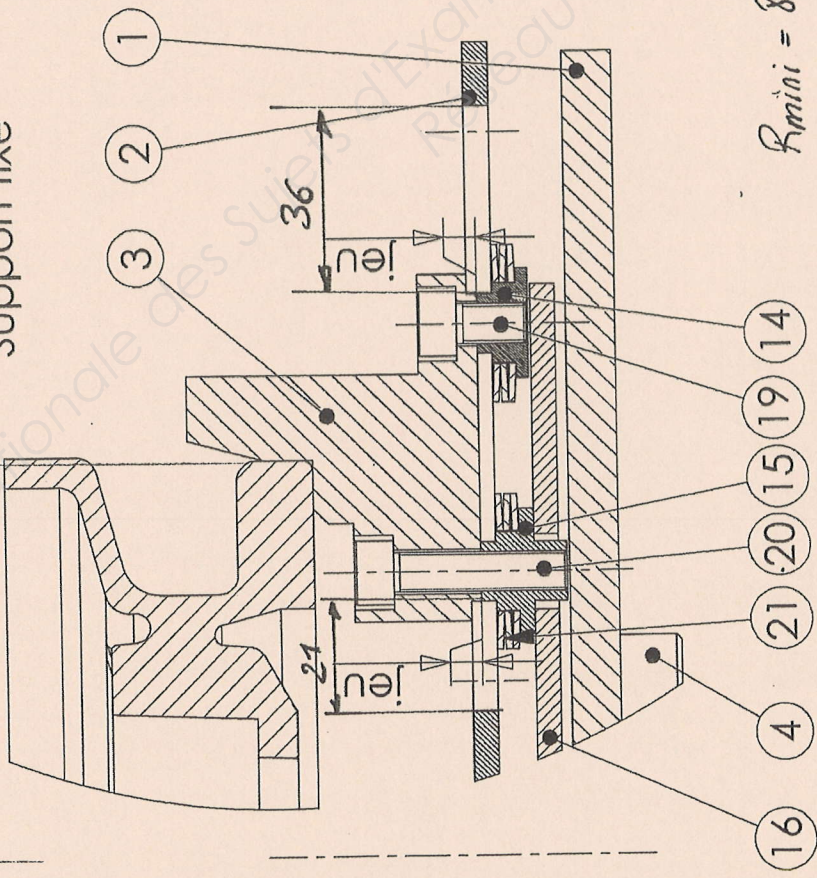
$B_{support / galet} = 104 \text{ N}$

Echelle des efforts : 10 N => 5 mm

Le cahier des charges est-il respecté ? oui car les efforts sont compris dans les limites d'acceptation  $95 < F < 105 \text{ N}$ .

DÉTAIL D  
ECHELLE 1 : 1  
Support fixe

$R_{piéa} = 80 \text{ mm}$



Axe de la pièce à usiner

$R_{mini} = 80 - 21 = 59 \text{ mm}$

$R_{maxi} = 80 + 36 = 116 \text{ mm}$

Question 22 :

Plage de réglage :  $M6 - 59 = 57 \text{ mm}$

$\phi_{mini} = M8 \text{ mm}$   $\phi_{maxi} = 23.2 \text{ mm}$

Diamètres de pièces :

$\phi 120 \phi 160 \phi 200$  soit 31000 pièces

Question 23 : Pourcentage de la production

31000 pièces sur 36500 soit 84.9%.

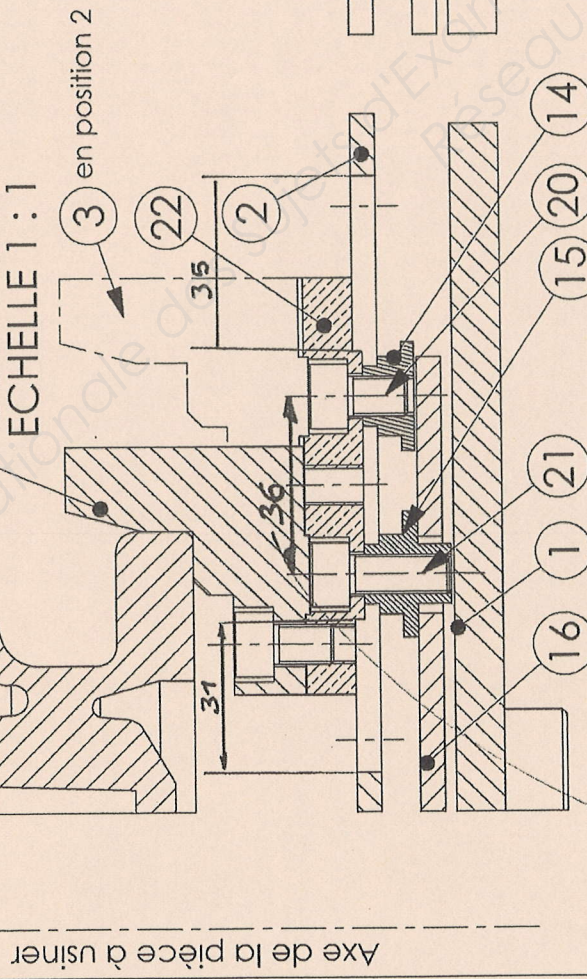
On en utilisant la flexibilité du CdCF.

No. ARTICLE	QUANTITÉ	No. PIÈCE
1	1	Plateau inférieur
2	1	Plateau supérieur
3	2	Support fixe V1
4	2	Cylindre de guidage
6	1	Support presseur V1
7	2	Ressort Traction $d=4$
8	4	Truarc $d=4$
9	2	Truarc $d=6$
10	1	Axe
11	1	Galet presseur
12	2	Axe $d=4$
13	2	Plaque
14	3	Entretroise simple
15	3	Entretroise double
16	1	Spirale
19	3	Vis CHC M8x16
20	3	Vis CHC M8x35
21	18	Rondelle Belleville

DR12 : Standardisation

Question 24 :  $R_{\min} = 80 - 31 = 49 \text{ mm}$  soit  $\phi 98 \text{ mm}$   
 $R_{\max} = 80 + 36 + 35 = 151 \text{ mm}$  soit  $\phi 302 \text{ mm}$

oui



Nomenclature partielle

No. ARTICLE	QUANTITÉ	No. PIÈCE
1	1	Plateau inférieur
2	1	Plateau supérieur
3	2	Support fixe V2
14	3	Entretoise simple
15	3	Entretoise double
16	1	Spirale
20	6	Vis CHc M8x12
21	3	Vis CHc M8x20
22	3	Cale

Question 25 : Calcul de la pression admissible

$$P_{\max} = 0,417 \sqrt{\frac{F \cdot E}{L \cdot R}} \quad A = \frac{1}{\left(\frac{1}{80000} + \frac{1}{210000}\right)}$$

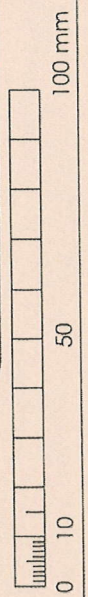
$$P_{\max} = 0,417 \sqrt{\frac{100 \cdot 115162}{10 \cdot 60}} \quad E = 115162 \text{ Pa}$$

$P_{\max} = 58,7 \text{ Pa}$  → le  $\phi$  le plus défavorable est de 120 mm

Question 26 : La pièce subit-elle des dommages

Non car la pression est < à la valeur admissible

Echelle réduite





**DR14: Main d'œuvre**

**Question 27 :** répondre sur DR15

**Question 28 :**

Justifier l'intérêt du capteur à dépression.

Le capteur à dépression permet de garantir l'appui de mise en position sur le plan de référence A -

Donc, de limiter au maximum la dispersion de mise en position (ou repère)  $\Delta l_A$  sur cette surface

**Question 29 :**

Quelle précaution, peut-on intégrer à la machine lors de son achat, pour garantir le bon fonctionnement du capteur à dépression (propreté de la surface de détection)

On peut envisager qu'après un usinage, on effectue un nettoyage de la surface de détection par :

- Un jet de lubrifiant -

ou - Un jet d'air comprimé, qui peuvent être intégrés grâce à des buses orientés vers cette surface d'appui.

Analyse d'une spécification par zone de tolérance

TOLERANCEMENT NORMALISE

DR15 : Main d'œuvre

Symbole de la



spécification:

Type de spécification

Forme Orientation

Position Battement

Eléments non idéaux  
extraits du « Skin Modèle »

Eléments idéaux

Elément(s)  
tolérancé(s)

Unique

Groupe

Elément(s)  
de référence

Unique

Multiple

Référence(s)  
spécifiée(s)

Simple

Commune

Système

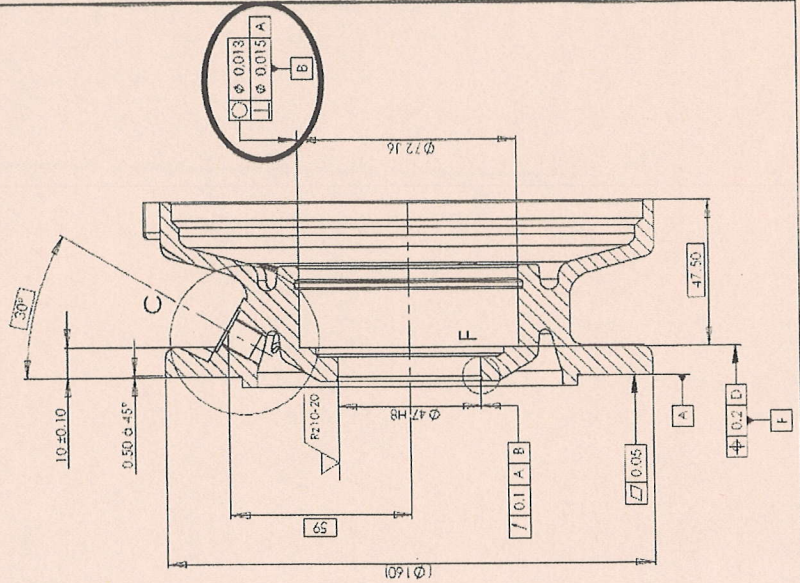
Zone de tolérance

Simple

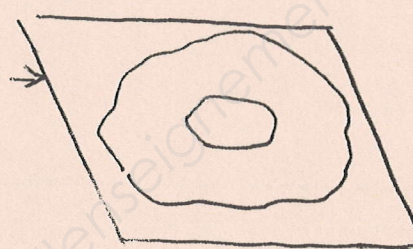
Composée

Contraintes orientation  
et position par rapport à  
la référence spécifiée

Extrait du dessin de définition



L'axe de la Zone de tolérance est perpendiculaire à la référence spécifiée.



Plan A, tangent du côté libre de la matière, minimisant l'écart maxi.

Surface séparée plane A

Ligne joignant les centres des sections droites de la surface séparée cylindrique B (portée de roulement)

Condition de conformité:

L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance