

Document Réponses

2. Compréhension du système/Technologie

Q1.

	Pignon moteur (39)	Axe excentrique et ameneur (46)	Pignon inverseur (43)	Axe profil éjecteur (61)
Sens	Positif	POSITIF	NEGATIF	NEGATIF

Q2.

En prenant la distance entre le centre de la rotule et l'extrémité de l'arbre
On relève :

- En position haute 9,42mm
- En position milieu (qui correspond à la position extrême) 11,51mm

⇒ Course = 2,09mm

Conclusion la portée cylindrique de la bielle est suffisamment longue (marge de 5,58mm)

Q3.
MIP (45/46) : surface cylindrique
MAP (45/46) : arrêt axial avec vis CHC (26) + rondelle de blocage excentrique (37)

Q4.
Liaison encastrement. Montage serré de l'axe dans la portée du carter (H7p6)

Q5.
Alliage de cuivre . La bague permet de guider en translation la platine bielle actionneur (53)

Q6.
Liaison entre 39 et 52 : Liaison encastrement
L'étanchéité est assurée grâce à un joint à lèvres de type V-Ring (joint à lèvres axial)
La rainure permet de régler l'effort d'appui du joint sur la surface plane du carter.

Q7.
Circlips intérieur (23) + accepte avec épaulement

Q8.

Etage de réduction	Rapport de réduction
42/41	$\frac{\omega_{41}}{\omega_{42}} = 0.52$
42/43	$\frac{\omega_{43}}{\omega_{42}} = 1.94$
43/47	$\frac{\omega_{47}}{\omega_{43}} = 1.47$

Q9.

Cf feuille de calcul

3. Analyse du mécanisme / Modélisation

Q10.

Nom sous-ensemble	Désignation	Pièces contenues
Bâti	CE1	1 ; 2 ; 22 ; 24 ; 25 ; 48 ; 49 ; 50 ; 51 (stator) ; 55 ; 56 ; 58 ; 62 ; 63 ; 64 ; 40
Arbre moteur	CE2	51 (rotor) ; 69
Axe pignon moteur	CE3	10 ; 34 ; 39 ; 42 ; 52
Excentrique et ameneur	CE4	3 ; 26 ; 29 ; 37 ; 46 ; 54 ; 59 ; 60 ; 45 ; 47
Lamier mobile	CE5	4 ; 53 ; 57
Bielle	CE6	44
Bague intérieure rotule	CE7	5
Inverseur	CE8	31 ; 43
Ejecteur	CE9	33 ; 38 ; 60 ; 61 ; 41

Composants exclus (visserie/éléments déformables/joints/...) :

CE6 = {6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18 ; 19 ; 20 ; 21 ; 23 ; 27 ; 28 ; 30 ; 32 ; 35 ; 36 ; 65 ; 66 ; 67 ; 68}

Q11.

	CE1/CE4	CE4/CE6	CE6/CE7
Justifications	Pivot	Pivot	Pivot glissant

Q12.

$$m - h = E_s - I_s$$

$$m_u = 1 \text{ et } m_i = 1 \text{ (rotation rotule autour de } x_4')$$

$$E_s = 6(5 - 1) = 24 \text{ équations}$$

$$I_s = 5 * 2 \text{ (pivots)} + 3 \text{ (rotule)} + 4 \text{ (pivot glissant)} + 5 \text{ (glissière)} = 22$$

$$h = 0$$

Q13.

$$\{V_{3/1}\}_U + \{V_{1/2}\}_U + \{V_{2/3}\}_U = \{0\}_U$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ p_{31} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_U + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ p_{12} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_U \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & v_{23} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_U = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_U$$

$$p_{31} + p_{12} = 0$$

$v_{23} = 0 \Rightarrow$ la liaison glissière entre CE2 et CE3 peut être remplacée par une liaison encastrement, CE2 peut être supprimée...ou fusionnée avec CE3.

4. Statique/ Résistance des Matériaux (21%)

Q14.

Puissance entrée du système = somme (puissance sortie considérés avec les rendements)
Pentrée=128 kW (voir feuille de calcul)

Q15. On isole 6 \Rightarrow BAME :

$$\{T_{7 \rightarrow 6}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ Y_{76} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{V,R_6} ; \{T_{4 \rightarrow 6}\} = \begin{pmatrix} X'_{46} & L'_{46} \\ Y'_{46} & 0 \\ Z'_{46} & N'_{46} \end{pmatrix}_{X,R_6}$$

Q16.

PFS à 6 réduction des torseurs au point X dans la base 4

$$\overline{m_{X \rightarrow 6}} = \overline{XV} \wedge Y_{76} \cdot \overline{y_6} = -u \cdot Y_{76} \cdot \overline{z_6}$$

$$\{T_{4 \rightarrow 6}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -Y_{76} & 0 \\ 0 & u \cdot Y_{76} \end{pmatrix}_{X,R_6} = \begin{pmatrix} -Y_{76} \cdot \sin(\alpha) & u \cdot Y_{76} \cdot \sin(\beta) \cdot \cos(\alpha) \\ -Y_{76} \cdot \cos(\alpha) & -u \cdot Y_{76} \cdot \sin(\beta) \cdot \sin(\alpha) \\ 0 & u \cdot Y_{76} \cdot \cos(\beta) \end{pmatrix}_{X,R_4}$$

Q17. 3 tronçons ($[PS']$; $[S'X]$; $[XQ]$)

Q18. Tronçon n°1 : $\{T_{coh}\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -M_{air} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{G1,BI}$

Tronçon n°2 :

$$\{T_{coh}\} = \begin{Bmatrix} -F_{R84} & -F_{T84} * R_{47} \\ 0 & -M_{air} - F_{T84}(x_{G2} - 0.14) \\ -F_{T84} & F_{R84}(x_{G2} - 0.14) \end{Bmatrix}_{G2,Bl} = \begin{Bmatrix} -534 & -27850 \\ 0 & -68974 \\ -1466 & 160005 \end{Bmatrix}_{G2,Bl}$$

Q19.

teta	x1	x2	x3	sigma11	sigma12	sigma13	sigma VM
4,4	0	-2,78	-8,56	123	25,2	-13	133

L'arbre résiste $133 < 235 \text{MPa}$

Q20.

Adopter des coefficients de sur contraintes (utilisation d'abaques,...)

5. Eco conception (8%)

Q21.

$\tau(r) = \frac{Cr}{I_{G11}}$ avec $I_{G11} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32}$ donc $\tau(r) = \frac{32Cr}{\pi(D^4 - d^4)}$ avec D et d les diamètres extérieur et intérieur du tube respectivement.

Contrainte de Von Misès : $\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{3}\tau = \frac{32\sqrt{3}Cr}{\pi(D^4 - d^4)}$ donc

$$\sigma_{VM_max} = \frac{16\sqrt{3}CD}{\pi(D^4 - d^4)} < \sigma_e \quad (1)$$

Energie grise :

$$Q_j = \rho V q_j = \frac{\pi\rho}{4} L(D^2 - d^2) q_j \quad (2)$$

Pour continuer, on suppose que $d = D/2$.

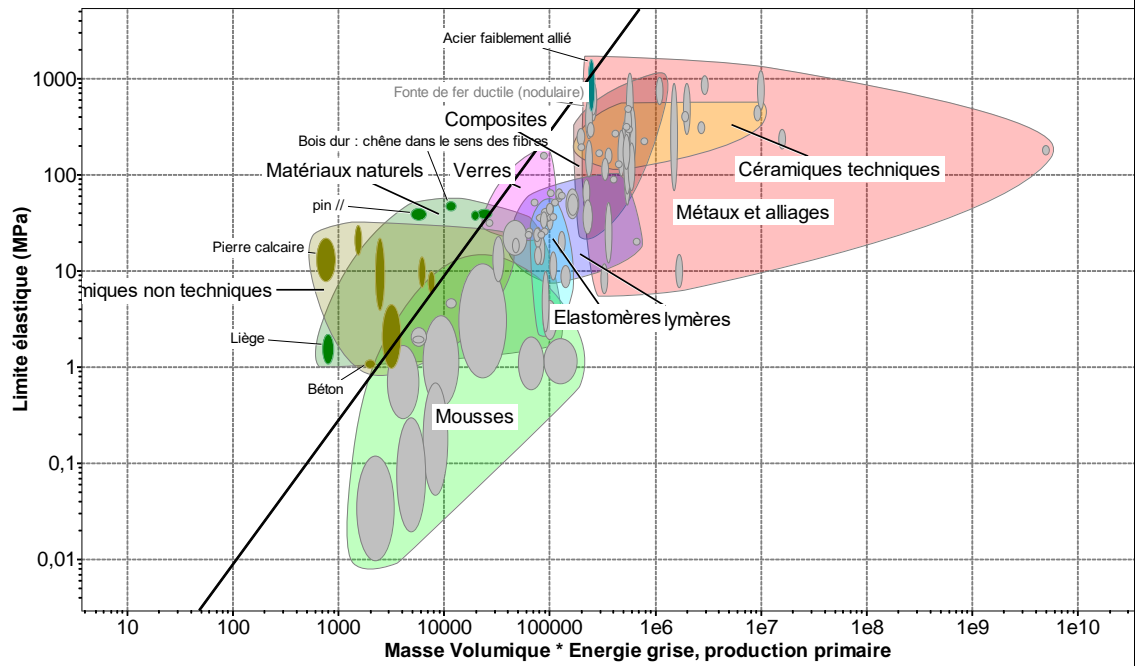
$$(1) \Rightarrow \frac{16\sqrt{3}CD}{\pi(D^4 - (D/2)^4)} < \sigma_e \text{ soit } D > \left(\frac{256\sqrt{3}C}{15\pi\sigma_e}\right)^{1/3}$$

$$(2) \Rightarrow Q_j = \frac{\pi\rho}{4} L * 0.75D^2 * q_j = \frac{3\pi\rho}{16} LD^2 q_j > \frac{3\pi\rho}{16} L q_j \left(\frac{256\sqrt{3}C}{15\pi\sigma_e}\right)^{2/3} \text{ soit}$$

$$Q_j > \frac{\rho q_j}{\sigma_e^{2/3}} \frac{3\pi}{16} \left(\frac{256\sqrt{3}C}{15\pi}\right)^{2/3} L$$

Minimiser l'énergie grise consiste à maximiser le rapport $\frac{\sigma_e^{2/3}}{\rho q_j}$.

$\frac{\sigma_e^{2/3}}{\rho q_j} = cte = a \Rightarrow \frac{2}{3} \log \sigma_e - \log \rho q_j = \log a$ soit $\log \sigma_e = \frac{3}{2} \log \rho q_j + \frac{3}{2} \log a$. On doit donc tracer la droite de pente 3/2 dans le graphique $\log \sigma_e / \log \rho q_j$.



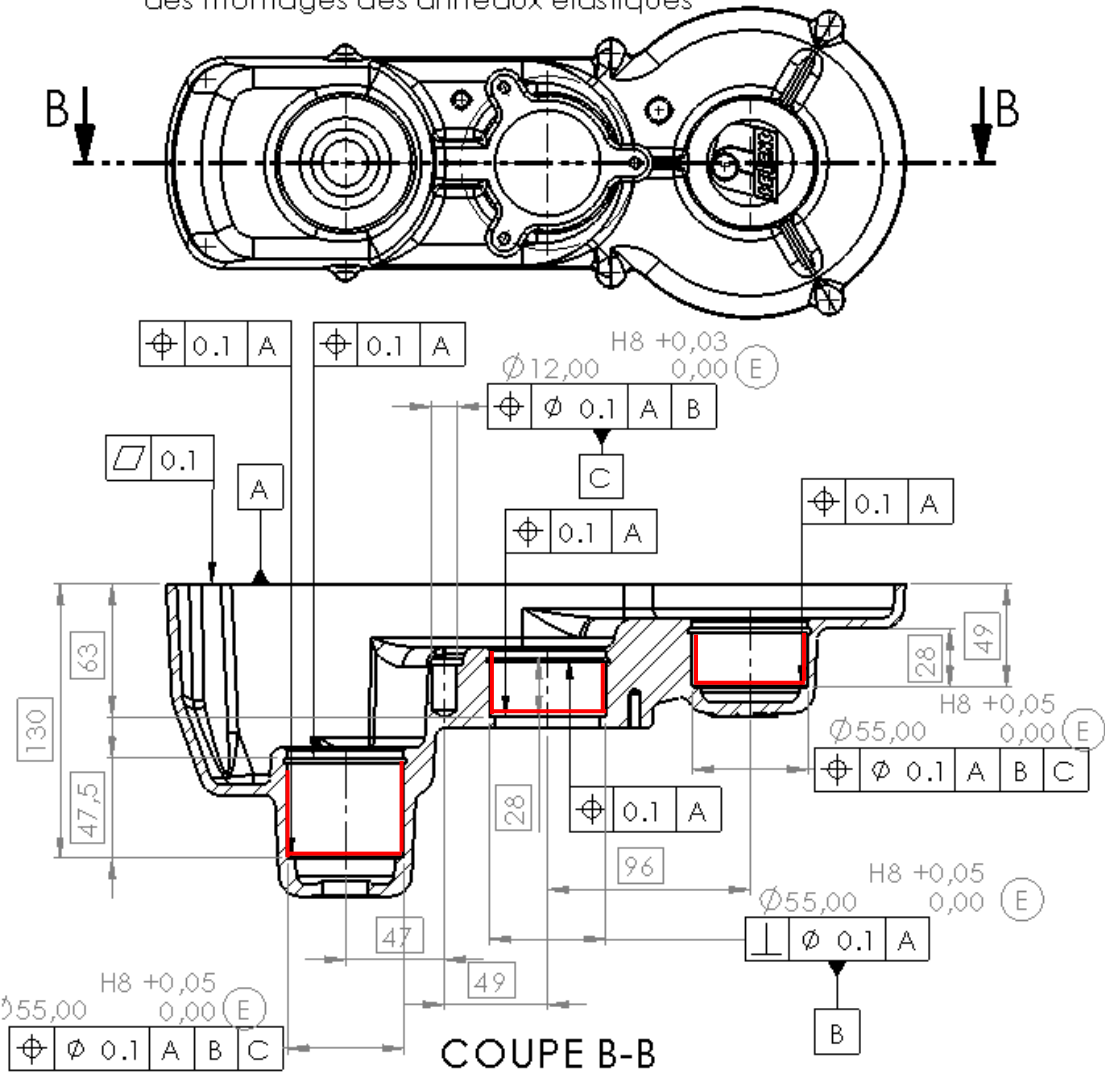
Q22.

Matériaux équivalents à l'acier faiblement allié : **béton, pin, verres, pierre**

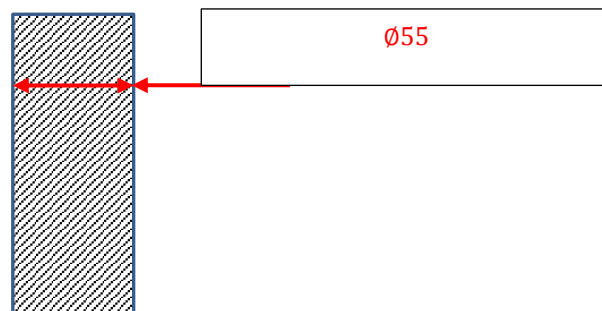
6. Cotation (10%)

Q23.

Dessin de définition du carter avec cotation partielle sans les fonctions annexes "passage de vis et cotation axiale des montages des anneaux élastiques



Q24.

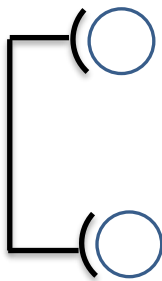


Q25.

Symbole		REELS (éléments non idéaux)		MODELES (éléments idéaux)	
Type Position	Elément tolérancé ET	Elément de Référence ER	Référence Spécifiée RS	Zone de Tolérance ZT	
Condition : l'élément spécifié doit se trouver à l'intérieur de la zone de tolérance	Nature géométrique unique /groupe	Nature géométrique unique /multiple	Type ,nature simple commune système	Type ,nature simple composée	Contraintes d'orientation et/ou position /RS
Schéma	Axe issu d'une surface réputée cylindrique	A : Surface réputée plane B : Surface réputée cylindrique C : Surface réputée cylindrique	A' : Plan contraint tangent coté libre matière et minimisant les écarts B' : axe du plus grand cylindre inscrit et contraint perpendiculaire à A' C' : Axe du plus grand cylindre inscrit contraint parallèle à B' et distant de 49mm	Volume limité par un cylindre de diamètre 0,1mm	L'axe du cylindre est contraint perpendiculaire à A' et distant de 96mm par rapport à B'

7. Guidage en rotation

Q26.



Modèle hyperstatique degré 1

Q27.

$$\{\tau_{r\text{limt inf}}\} = \begin{Bmatrix} 1750 & 0 \\ 200 & 0 \\ 5700 & 0 \end{Bmatrix}_{Q,R}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^n = ?$$

$$F_R = \sqrt{(1750^2 + 5700^2)} = 5963N$$

$$\frac{F_a}{C_0} = 0,024 \Rightarrow e = 0,22$$

$$F_a = 200N$$

$$\frac{F_a}{F_R} = 0,033 < e = 0,22$$

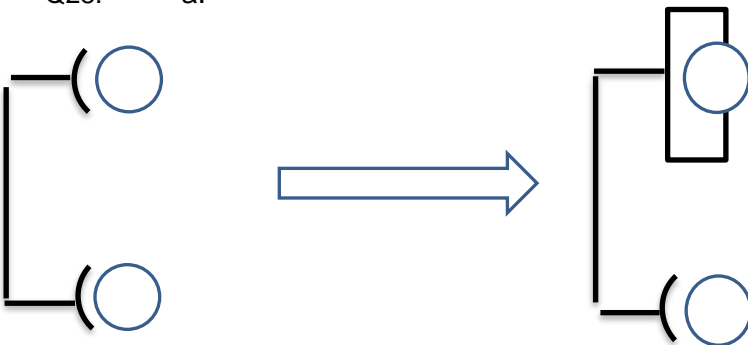
$$P = F_R = 5963N$$

$$C = 13800N$$

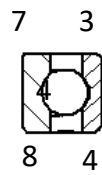
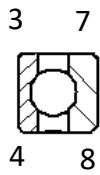
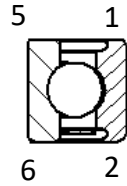
$$n = 3$$

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^n = \left(\frac{13800}{5963}\right)^3 = 12,4Mtrs$$

Q28. a.



b.



Position	Arrêt (oui/non)	Solution technologique
1	OUI	Epaulement
2	OUI	Entretoise
3	OUI	Entretoise
4	OUI	Circlips
5	OUI	Circlips, écrou à encoches,...
6	OUI	Epaulement
7	NON	
8	NON	

c.

