teaching sciences UPSTI for innovation

Proposition de corrigé

Concours : Banque PT

Année : 2010

Filière : PT

Épreuve : Sciences Industrielles B

Ceci est une proposition de corrigé des concours de CPGE, réalisée bénévolement par des enseignants de Sciences Industrielles de l'Ingénieur et d'Informatique, membres de l'UPSTI (Union des Professeurs de Sciences et Techniques Industrielles), et publiée sur le site de l'association :

https://www.upsti.fr/espace-etudiants/annales-de-concours

A l'attention des étudiants

Ce document vous apportera des éléments de corrections pour le sujet traité, mais n'est ni un corrigé officiel du concours, ni un corrigé détaillé ou exhaustif de l'épreuve en question.

L'UPSTI ne répondra pas directement aux questions que peuvent soulever ces corrigés : nous vous invitons à vous rapprocher de vos enseignants si vous souhaitez des compléments d'information, et à vous adresser à eux pour nous faire remonter vos éventuelles remarques.

Licence et Copyright

En cas de doute, n'hésitez pas à nous contacter à : corrigesconcours@upsti.fr.

Informez-vous !

Retrouvez plus d'information sur les Sciences de l'Ingénieur, l'orientation, les Grandes Ecoles ainsi que sur les Olympiades de Sciences de l'Ingénieur et sur les Sciences de l'Ingénieur au Féminin sur notre site : www.upsti.fr

L'équipe UPSTI

Scooter MP3 (Piaggio)

Réponse 1

mc = 1 une mobilité utile (mvt de $B_1/0$) ; Ic = 6 × 1 = 6 inconnues cinématiques
rc = Ic – mc = 6-1 = 5 équations indépendantes ; $\gamma = L - N + 1 = 6 - 5 + 1 = 2$ boucles indép.

Hyperstatisme : h = Ec – rc = 6γ – 5 = 7

Commentaires : le système est hyperstatique car la rigidité de l'ensemble est à privilégier. Certains degrés de surabondance peuvent cependant être inutiles et augmentent les contraintes géométriques à respecter pour le montage.

Réponse 2

Avec Is les inconnues d'actions de liaison et rs le nombre d'équations indépendantes

Possibilité de résoudre : h = Is – rs = 7 et la résolution est alors impossible sans informations supplémentaires

Justification : le système d'équations à une solution si le nombre d' inconnues d'actions de liaison est égal au nombre d'équations indépendantes

Réponse 3

30Ni Cr11
signification : acier faiblement allié composé de fer, 0,3% de carbone, 2,75% de nickel et <1% de chrome

valeur module d'Young : 200000 MPa

EN AC-43100 (AlSi10Mg)
Signification : alliage d'aluminium composé de Aluminium avec 10% de silicium et des traces de Magnésium.

Valeur module de Young : 70000 MPa

Mode d'obtention : moulage car formes complexes avec des parties creuses et matériau adapté.

Réponse 4

$R_x(x) = Xi$ $M_x(x) = 0$

$R_y(y) = 0$ $M_y(y) = 0$

$R_z(z) = 0$ $M_z(z) = 0$

Remarque : le torseur $\{T^{Ai}{}_{Bj\to C3}\}$ donné page T7/20 ne correspond pas aux signes des actions tracées sur le document 4 (la réponse est donnée à partir du document 4).

Nature de la solicitation : traction (présence seulement d'un effort normal).

$$\delta_{Xi} = \int_0^L \frac{Xi}{E.S}dx = \frac{Xi.L}{E.S} = \frac{Xi.L}{E.b.h} \qquad k_{Xi} = \frac{E.b.h}{L} \qquad \text{En effet : } \frac{d\delta_{Xi}}{dx} = \frac{Xi}{E.S}$$

Réponse 5

$R_x(x) = 0$ $M_x(x) = 0$

$R_y(y) = Yi$ $M_y(y) = 0$

$R_z(z) = 0$ $M_z(z) = (L\text{-}x)Yi$

Nature de la solicitation : flexion simple

$$\delta_{Yi} = \frac{Yi.L^3}{3.E.I_z} \qquad k_{Yi} = \frac{Yi}{\delta_{Yi}} = \frac{3.E.I_z}{L^3} \qquad I_z = \frac{h.b^3}{12}$$

En effet : $E.I_z.\dfrac{d^2\delta_{Yi}}{dx^2} = (L-x).Yi$ et $\dfrac{d\delta_{Yi}(0)}{dx} = 0$; $\delta_{Yi}(0) = 0$

Réponse 6

On isole C_3

Bilan des actions mécaniques :

Je change les signes des torseurs $\{T^{Ai}{}_{Bj\to C3}\}$ donnés page T7/20 de manière à garder la cohérence avec le réponse 4.

$$\{T^{A1}{}_{B1\to C3}\} \equiv \begin{Bmatrix} -X_1\vec{x} - Y_1\vec{y} - Z_1\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{A1}$$

$$\{T^{A2}{}_{B1\to C3}\} \equiv \begin{Bmatrix} -X_2\vec{x} - Y_2\vec{y} - Z_2\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{A2}$$

$$\{T^{A3}{}_{B2\to C3}\} \equiv \begin{Bmatrix} -X_3\vec{x} - Y_3\vec{y} - Z_3\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{A3}$$

$$\{T^{A3}{}_{B2\to C3}\} \equiv \begin{Bmatrix} -X_4\vec{x} - Y_4\vec{y} - Z_4\vec{z} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{A4}$$

$$\{T_{suspension\to C3}\} \equiv \begin{Bmatrix} P\vec{x} + Q\vec{y} + R\vec{z} \\ L\vec{x} + M\vec{y} + N\vec{z} \end{Bmatrix}_{B_{C3}}$$

Réponse 7 Théorème de la résultante statique :

Projection sur $\vec{x}$: $-X_1 - X_2 - X_3 - X_4 + P = 0$

Projection sur $\vec{y}$: $-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Q = 0$

Projection sur $\vec{z}$: $-Z_1 - Z_2 - Z_3 - Z_4 + R = 0$

De plus on a :

$$X_i = k_x.\vec{u}_{Ai}.\vec{x} \quad \text{et} \quad \sum_{i=1}^{4} \vec{u}_{Ai}.\vec{x} = 4.u$$

$$Y_i = k_y.\vec{u}_{Ai}.\vec{y} \quad \text{et} \quad \sum_{i=1}^{4} \vec{u}_{Ai}.\vec{y} = 4.v$$

$$Z_i = k_z.\vec{u}_{Ai}.\vec{z} \quad \text{et} \quad \sum_{i=1}^{4} \vec{u}_{Ai}.\vec{z} = 4.w$$

$$u = \frac{P}{4.k_x} \qquad v = \frac{Q}{4.k_y} \qquad w = \frac{R}{4.k_z}$$

Application numérique donnée :

$u = 1{,}19.10^{-5} m$ $v = 1{,}20.10^{-4} m$ $w = 1{,}32.10^{-5} m$

Réponse 8

Conformité par rapport à FS1 : $\vec{u}_{O_{C3}} = u\,\vec{x} + v\,\vec{y} + w\,\vec{z}$

Soit $\left\|\vec{u}_{O_{C3}}\right\| = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2} = 10^{-4}\sqrt{0{,}12^2 + 1{,}2^2 + 0{,}13^2} \approx 1{,}2.10^{-4}\,m = 0{,}12mm$

La solution est donc conforme au cahier des charges car $\left\|\vec{u}_{O_{C3}}\right\| < 1mm$

Réponse 9

Démarche : on isole la colonne C_3 et on applique le théorème du moment statique qui donne trois équations.

En utilisant $X_i = k_x.\vec{u}_{Ai}.\vec{x}$, $Y_i = k_x.\vec{u}_{Ai}.\vec{y}$ et $Z_i = k_x.\vec{u}_{Ai}.\vec{z}$ on peut exprimer ces équations en fonction de u, v, w (connues d'après Q7) et α, β et γ (inconnues). Soit un système de 3 équations et 3 inconnues.

Réponse 10

Isolement de 14 et théorème de la résultante pour montrer que $Y_{Cy\to14} = 0\ldots$

$$\left\{T^{J'_1}{}_{Cy\to14}\right\} \equiv \left\{\begin{array}{c} -\dfrac{Z_{Cy\to14}}{2f}\vec{x}_{13} + \dfrac{Z_{Cy\to14}}{2}\vec{z}_{13} \\ \vec{0} \end{array}\right\}_{J'_1} \qquad \left\{T^{J'_2}{}_{Cy\to14}\right\} \equiv \left\{\begin{array}{c} \dfrac{Z_{Cy\to14}}{2f}\vec{x}_{13} + \dfrac{Z_{Cy\to14}}{2}\vec{z}_{13} \\ \vec{0} \end{array}\right\}_{J'_2}$$

la loi de coulomb à la limite du glissement donne l'action normale en fonction de l'action tangentielle.
De plus $Z_{Cy\to14} < 0$ et $Z_{Cy\to14} = -Z_{14\to Cy}$.

Réponse 11

On isole B et on applique le théorème du moment en B_2 projeté sur $\vec{z}_{13}$

$$\vec{R}_{P\to B}.\vec{x}_{13} = \frac{Z_{14\to Cy}}{4.f}$$

$$\vec{M}_{B_2\,Cy\to B}.\vec{z}_{13} + \underbrace{\vec{M}_{B_2\,13\to B}.\vec{z}_{13}}_{=0} + \vec{M}_{B_2\,P\to B}.\vec{z}_{13} = 0$$

Isolements et théorèmes utilisés :

- $\vec{M}_{B_2\,P\to B}.\vec{z}_{13} = (\vec{B_2B_1} \wedge \vec{R}_{P\to B}).\vec{z}_{13} = (\vec{z}_{13} \wedge l_B\,\vec{y}_{13}).\vec{R}_{P\to B} = -l_B\,\vec{R}_{P\to B}.\vec{x}_{13}$
- $\vec{M}_{B_2\,Cy\to B}.\vec{z}_{13} = (\vec{B_2J_1} \wedge \vec{R}_{Cy\to B}).\vec{z}_{13} = -\dfrac{l_B}{2}\vec{R}_{Cy\to B}.\vec{x}_{13} = \dfrac{l_B}{2}\dfrac{Z_{14\to Cy}}{2f}$

$$P_2 = \frac{Z_{14\to Cy}}{f.\pi(\phi_c^2 - \phi_p^2)} + P_{atm}$$

$$P_2 = \frac{923}{0{,}3.\pi(30^2 - 15^2)} + 0{,}1 \approx \frac{923}{675} \approx 1{,}5\text{MPa} = 15\text{bar} \quad \text{(ne correspond pas !)}$$

Application numérique donnée :
$P_2 = 60$ bar

Réponse 12

$$C_{res\to2} = r_2.\frac{\cos\theta_{32}}{\cos\theta_{30}}P_2.\pi\frac{\phi_{mc}^2}{4}$$

Isolements et théorèmes utilisés :

- On isole 4 et théorème de la résultante projeté sur $\vec{y}_0$
$\underbrace{\vec{R}_{0\to4}.\vec{y}_0}_{=0} + \vec{R}_{3\to4}.\vec{y}_0 + \vec{R}_{pres\to4}.\vec{y}_0 = 0$ avec $\vec{R}_{3\to4}.\vec{y}_0 = Y_{34}\,\vec{y}_3.\vec{y}_0 = Y_{34}\cos\theta_{30}$
- On isole 2 et théorème du moment en B projeté sur $\vec{z}_0$
$\underbrace{\vec{M}_{B1\to2}.\vec{z}_0}_{=0} + \underbrace{\vec{M}_{Bres\to2}.\vec{z}_0}_{=Cres\to2} + \vec{M}_{B3\to2}.\vec{z}_0 = 0$ avec $\vec{M}_{B3\to2}.\vec{z}_0 = r_2Y_{32}\,\vec{y}_2.\vec{y}_3$

L'isolement de 3 donne : $\vec{R}_{2\to3} = Y_{23}\,\vec{y}_3 = -Y_{43}\,\vec{y}_3$

Application numérique donnée :
$C_{res\to2} = 126\ Nm$

Réponse 13

$\theta_{10,MAX} = 12°$

F légèrement supérieur à 200N pour $\theta_{10} = 12°$

$$K_{Res} = \frac{C_{res\to2}}{\theta_{10,MAX} - \Delta\theta_{20,MAX}}$$

Application numérique : $K_{Res} = \dfrac{126}{12-6} = 21\text{Nm/deg}$

Réponse 14

$$C_{m,MAX} = \frac{r_1.F + C_{res\to2}}{\eta_{RV}}.\frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_1.Z_R}$$

Th de l'EP appliqué à l'ensemble R, R' et 1 :

$$P_{mot\to R/0} + P_{cable\to1/0} + P_{res\to1/0} + \underbrace{P_{int}}_{=0} = 0$$

$$\eta_{RV}.C_{m,MAX}.\omega_V - r_1\omega_{10}.F + C_{res\to1}.\omega_{10} = 0$$

Équation du moment pour le ressort $C_{1\to res} + C_{2\to res} = 0$

Application numérique donnée :
$C_{m,MAX} = 0{,}28\ Nm$

Réponse 15

Critère : maintien du verrouillage

Réponse 16

Cu Sn 12 Zn 1 P : bronze composé de cuivre + 12% d'étain + 1% de zinc et < 1% de phosphore

42 Cr Mo 4 : acier faiblement allié composé de fer + 0,42% de carbone + 1% de chrome et < 1% molybdène

Justification : couple de matériau ayant un coefficient de frottement faible ce qui permet d'améliorer le rendement de la liaison roue et vis sans fin (la forte réduction permet de conserver l'irréversibilité).

Réponse 17

On peut écrire $\theta_{10MAX} = (\dot{\theta}_{m,MIN}.\frac{T_F}{4} + \dot{\theta}_{m,MIN}.\frac{2T_F}{4})\frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_1.Z_R}$ donc :

$$\dot{\theta}_{m,MIN} = \frac{4}{3T_F}\theta_{10MAX}.\frac{Z_1.Z_R}{Z_V.Z_{R'}}$$

Application numérique : $T_f = 3 - 1 = 2s$

$$\dot{\theta}_{m,MIN} = \frac{4\times 12}{3\times 2}.\frac{140\times 180}{1\times 20}.\frac{30}{180} = 1680 tr/min$$

Conclusion : pour 1680 tr/min le couple moteur vaut 0,35 Nm > 0,28 Nm. Le moteur convient.

Rmq : il faudrait avoir l'inertie de l'arbre moteur pour estimer les effets dynamiques.

Réponse 18

Puissance des efforts extérieurs :

$$P_{Ext\to\varepsilon/0} = \underbrace{P_{mot\to V/0}}_{=C_m\omega_{v0}} + \underbrace{P_{cable\to 1/0}}_{=-K_{cab}.\theta_{10}.r_1.\omega_{10}} + \underbrace{P_{res\to 1/0}}_{=-K_{res}.\theta_{10}.\omega_{10}} + \underbrace{P_{pes\to\varepsilon/0}}_{=0} + \underbrace{P_{0\to\varepsilon/0}}_{=0} = C_m\omega_{v0} - (r_1.K_{cab} + K_{res}).\theta_{10}.\omega_{10}$$

avec $\frac{\omega_{10}}{\omega_{v0}} = \frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_1.Z_R}$

Réponse 19

Puissance des efforts intérieurs :

$$P_{Int} = P_{mot\to V/0}.(\eta_{RV} - 1)$$

Les autres liaisons sont supposées parfaites, elles ne dissipent donc pas de puissance.

Réponse 20

Energie cinétique :

$$E_c(\varepsilon/0) = \frac{1}{2}I_V\omega_{v0}^2 + \frac{1}{2}I_R\omega_{R0}^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_{10}^2 = \frac{1}{2}\left(I_v + I_R\left(\frac{Z_V}{Z_R}\right)^2 + I_1\left(\frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_R.Z_1}\right)^2\right)\omega_{v0}^2$$

Réponse 21

On suppose que le moment d'inertie du moteur se trouve dans le terme I_V.

$$C_{eq} = (r_1.K_{cab} + K_{res})\left(\frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_1.Z_R}\right)^2$$

$$I_{eq} = I_v + I_R\left(\frac{Z_V}{Z_R}\right)^2 + I_1\left(\frac{Z_V.Z_{R'}}{Z_R.Z_1}\right)^2$$

Pour trouver les résultats ci-contre, on utilise le théorème de l'E.P. appliqué à ε (avec rotor moteur)

$$P_{Ext\rightarrow\varepsilon/0} + P_{Int} = \frac{d}{dt}E_c(\varepsilon/0)$$

Réponse 22

Puissance électrique maximale consommée : $\dfrac{36}{0,5} = 72\,W$

Conclusion : cette puissance reste inférieure à 80 W. Le cahier des charges est respecté.

Réponse 23

Dimensions minimales :
Le rlt avec C = 2080 N et C_0 = 1260 N convient.
Dimensions 15×24×5.

Charge radiale équivalente $P = \sqrt{300^2 + 300^2} = 100\sqrt{18} \approx 400N$ doit être < à C_0

Durée souhaitée $L = \dfrac{H.60.N}{10^6} = \dfrac{100\times60\times1}{10^6} = 6\times10^{-3}$ million de tour

$L = (C/P)^3$ soit $C = L^{1/3}.P \approx 0,2\times400 = 80N$ *(valeur négligeable prévisible)*

Réponse 24

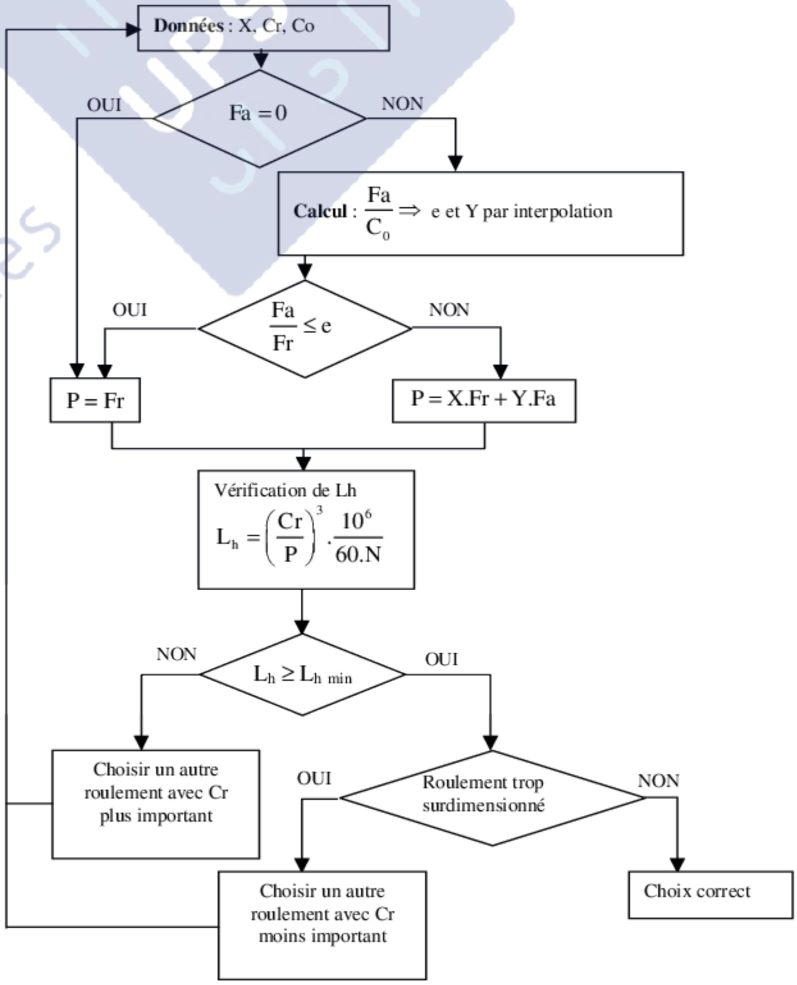
Organigramme :

Vérification en statique :
$P_0 = MAX(F_r ; X_0.F_r + Y_0.F_a)$
on doit vérifier que $P_0 < C_0$.

(Valeurs catalogue X_0 = 0,6 et Y_0 = 0,5)

Rmq : c'est ici le critère le plus important vue la fréquence de rotation très faible. L'algorithme ci-contre est donné ici à titre d'information.

Calcul dynamique



Réponse 25

Explication

Dénomination de la tolérance : symétrie

Elément tolérancé : surface médiane dérivée de deux surfaces nominalement planes

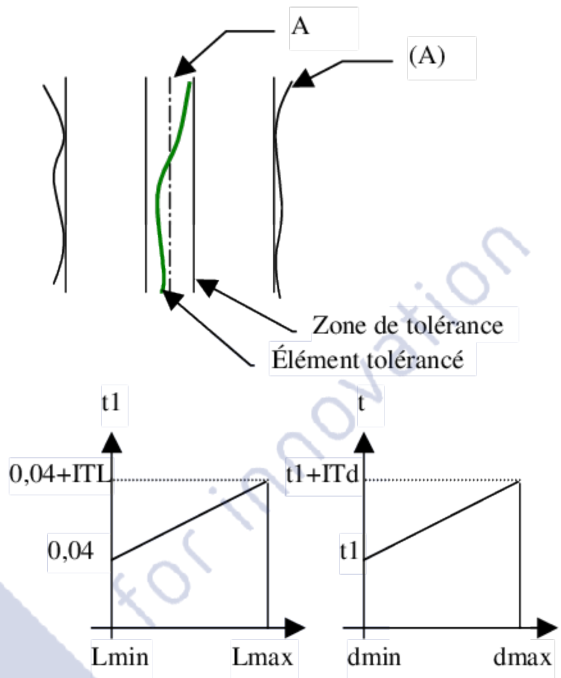
Elément de référence : surface (A) nominalement cylindrique

Référence spécifiée : axe A du plus grand cylindre inscrit dans (A)

Zone de tolérance : deux plans // symétriques par rapport à A et distants de t ≥ 0,04. t vaut 0,04 quand les éléments tolérancé et de référence sont aux maximum de matière.

Justification : le levier doit pouvoir se monter sur l'arbre équipé de la clavette ce qui impose le respect de la symétrie

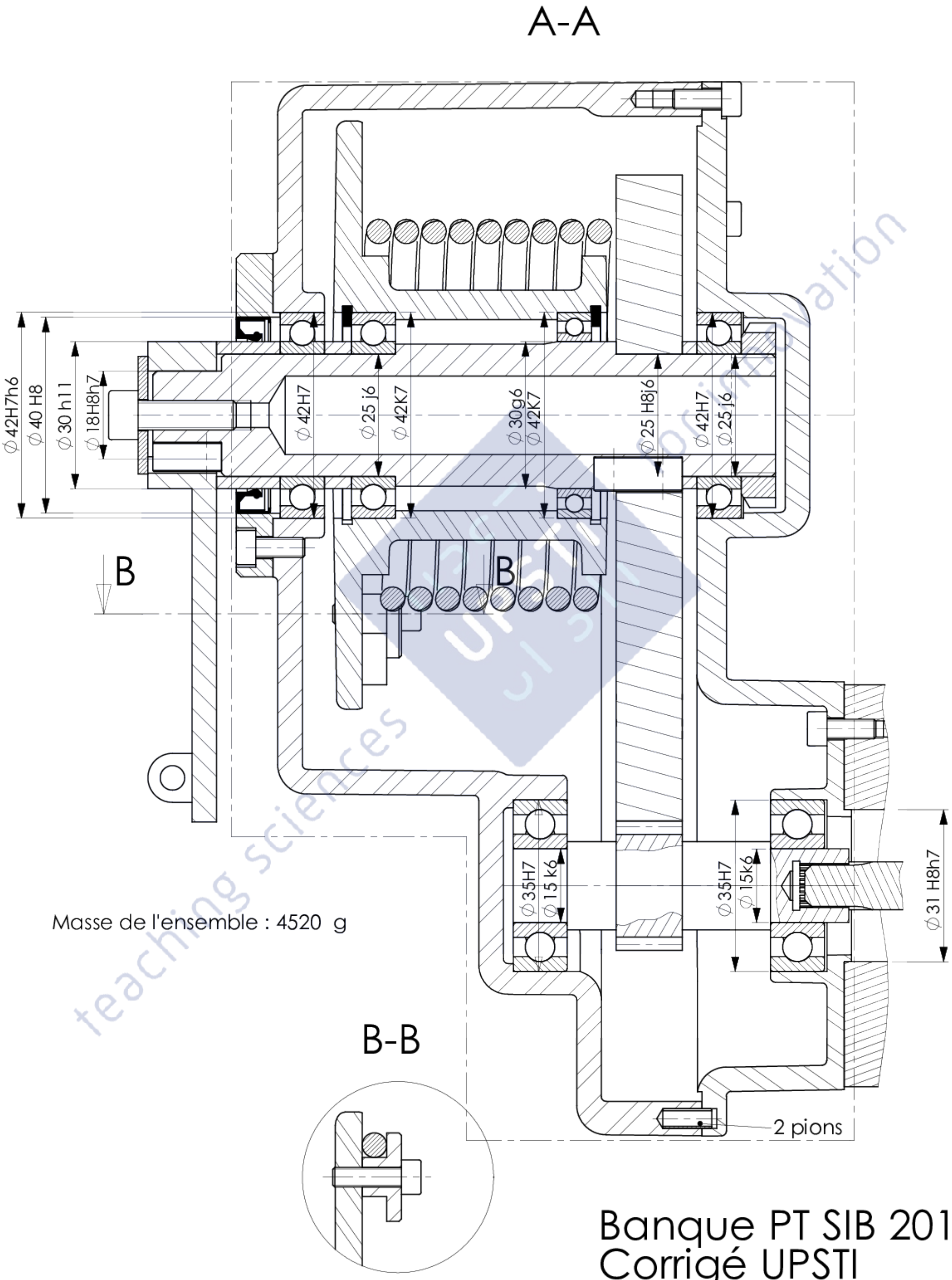
Croquis :



Réponse 26

		Adaptée aux mouvement relatifs			Adaptée aux	
		Aucun	Translation	Rotation	Vitesse relatives élevées (> 10m/s)	Pression relatives élevées (> 10MPa)
Solution technique	Chicanes - rainures		X	X	X	
	Joint à lèvre radial			X	X	
	Joint torique		X	X		X
	Joint quadrilobe		X	X		X
	Joint plat	X				X
	Joint V-Ring (une marque ! ! !)			X	X	
	Soufflet		X			

Solution retenue : joint à lèvre radiale (évite d'avoir des fuites de graisse ce qui n'est pas compatible avec l'environnement du véhicule). Le montage se fera dans le sens habituel car le graissage est réalisé au montage (sans graisseur). Un soufflet pour l'étanchéité entre la bielle 3 et le carter.



Banque PT SIB 2010
Corrigé UPSTI