Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2014, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie mécanique

Durée : 3 heures

Ce que traite le sujet

- Présentation
- I. Analyse fonctionnelle du vibreur d'olivier
- II. Etude de la fonction FT 214 : serrer le tronc de l'olivier
- III. Etude de la fonction technique FT22 : générer les vibrations
- IV. Etude mécanique du système buggy + arbre olivier

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/cnc/tsi/2014/genie-mecanique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

المملكة المغربية

ROYAUME DU MAROC

Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche
Scientifique de la Formation des Cadres

Présidence du Concours National Commun
Ecole Mohammadia d'Ingénieurs

EMI

CONCOURS NATIONAL COMMUN

d'admission dans les Établissements de Formation d'Ingénieurs et Établissements Assimilés

Session 2014

Examen de Technologie et Sciences Industrielles

Filière **TSI**
Durée **6** heures

Epreuve de Génie Mécanique

Durée Conseillée : 3 Heures

Aucun Document n'est autorisé
L'usage de calculatrice *est autorisé*

---

page de garde

CNC SESSION de 2014

Filière TSI

Examen des TSI
Durée : 6 heures

Epreuve de Génie Mécanique
Durée conseillée : 3 heures

Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée

L'examen des TSI est constitué de l épreuve GM et de l épreuve GE. Elles ont le même poids et elles seront notées séparément. Le candidat devra obligatoirement :
- **Composer** *sur les deux épreuves*
- **Réserver** *un cahier pour chaque épreuve*

L'épreuve GM comporte
– *Deux pages de garde (Non numérotées)*
– *Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 8)*
– *Trois Documents Annexes (pages 9 ,10 et 11)*
– *Deux Documents Réponses repérés DR1 et DR2 (pages 12 et 13)*

En fin de l'épreuve GM le candidat doit obligatoirement rendre même vides
- Le cahier des réponses réservé à l épreuve GM
- Les documents réponses DR et DR2.

Concernant l'épreuve GE elle comporte
– *Deux pages de garde (Non numérotées)*
– *Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1 à 10)*
– *Trois Documents Annexes (pages 11 ,12 et 13)*
– *Trois Documents Réponses repérés DR1, DR2et DR3 (pages 1 4 ,15 et 16)*

En fin de l'épreuve GE le candidat doit obligatoirement rendre même vides
- Le cahier des réponses réservé à l épreuve GE
- Les documents réponses DR1, DR2et DR3.

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

PRESENTATION :

Les lignes de production agricole modernes se distinguent par leurs degrés de mécanisation élevée. Ainsi de la semence à la cueillette des produits, les tâches jadis manuelles sont léguées à des machines conçues pour faire le même travail.
L'épreuve qu'on vous propose s'intéresse à l'étude d'un mécanisme de cueillette d'olives.
Le cycle de fonctionnement de cette machine appelé aussi Buggy (**Figure1**), commence lorsque le conducteur approche l'arbre. Les bras d'une pince hydraulique sont alors positionnés de part et d'autre du tronc. Le serrage de la pince puis sa mise en vibration pendant 2 à 15 secondes entrainant la chute des olives sur un filet préalablement mis sur le sol.

Le vibreur est constitué de trois sous ensembles :

- le porteur, engin à deux roues motrices permettant le déplacement dans l'exploitation et une roue arrière directrice.
- le bras télescopique à commande hydraulique qui ajuste la position de la pince autour de l'arbre.
- une pince sur laquelle est monté un générateur de vibrations.

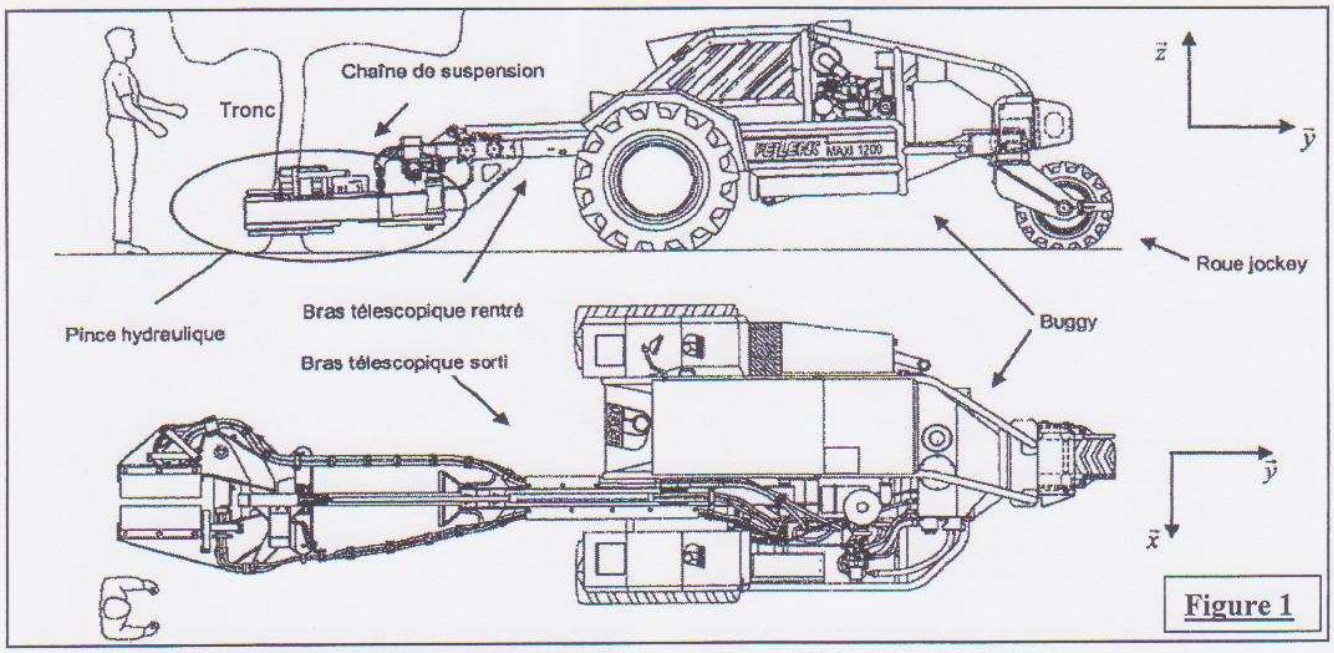


Figure 1

CARACTERISTIQUES GENERALES :

- Encombrement maxi pince sortie 7440 mm
- Hauteur hors tout 1770 mm
- Poids total 4,5 tonne
- Vitesse maxi 14 km/h
- Moteur Perkins 4 cylindres 103 CV à 2450 tr/mn
- Transmission hydrostatique Pmaxi = 480 bar
- Deux roues motrices indépendantes :
- Moteur roue hydraulique Poclain MS11 Cylindrée 1259 cm^3
- Roue arrière folle : « roue jockey »
- Course du bras télescopique support de pince 1000 mm
- Amplitude d'inclinaison de la pince modèle CB 15 +/- 30° autour de l'axe y
- Diamètre maxi de l'arbre à vibrer 400 mm
- Moteur hydraulique de vibration Sauer Danfoss 90 42 MF
- Fréquences de vibration de 0 à 30 Hz

I. ANALYSE FONCTIONNELLE DU VIBREUR D'OLIVIER

1.1 DIAGRAMME DES INTERACTEURS : Figure 2

Recensement des fonctions de services :

FP1 : Se déplacer vers l'olivier.
FP2 : Faire vibrer l'olivier.
FC1 : Résister à l'ambiance extérieure.
FC2 : S'adapter à l'énergie.
FC3 : Assurer le confort de l'utilisateur.

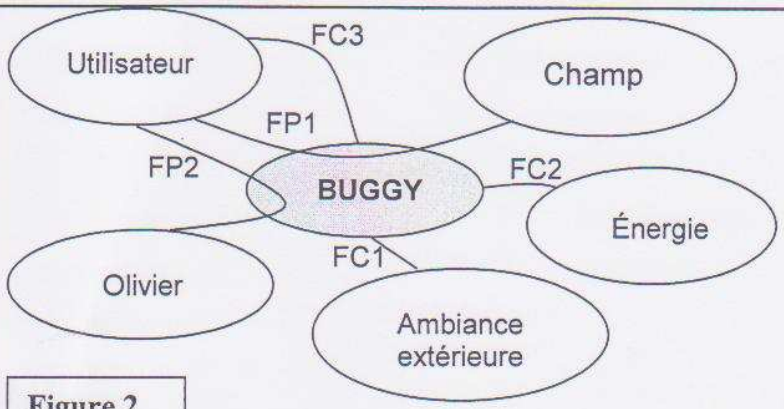


Figure 2

1.2 DAIGRAMME FAST PARTIEL DE LA FP2 : Figure 3

Q 1 : Compléter le diagramme FAST suivant, **en indiquant sur votre copie**, les fonctions techniques et les moyens techniques manquants. **: FT22, FT212, M211** et **M214**.

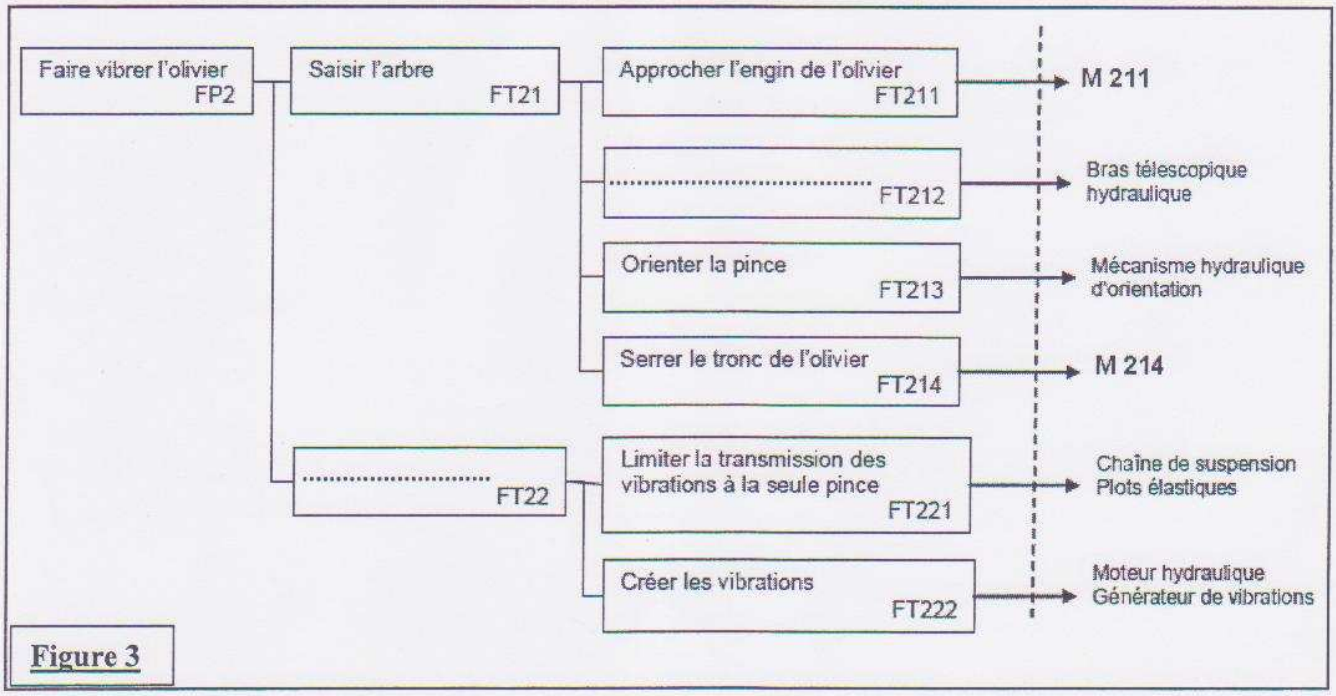


Figure 3

II. ETUDE DE LA FONCTION FT 214 : SERRER LE TRONC DE L'OLIVIER :

2.1 ETUDE DE L'ISOSTACITE DE LA SOLUTION RETENUE POUR LA PINCE :

Le tronc de l'olivier est serré par une pince dont le schéma cinématique est donné ci-dessous **Figure 4 :**
(Vous trouverez en annexe **A1** (Page 9 sur 13) une description détaillée de cette pince)

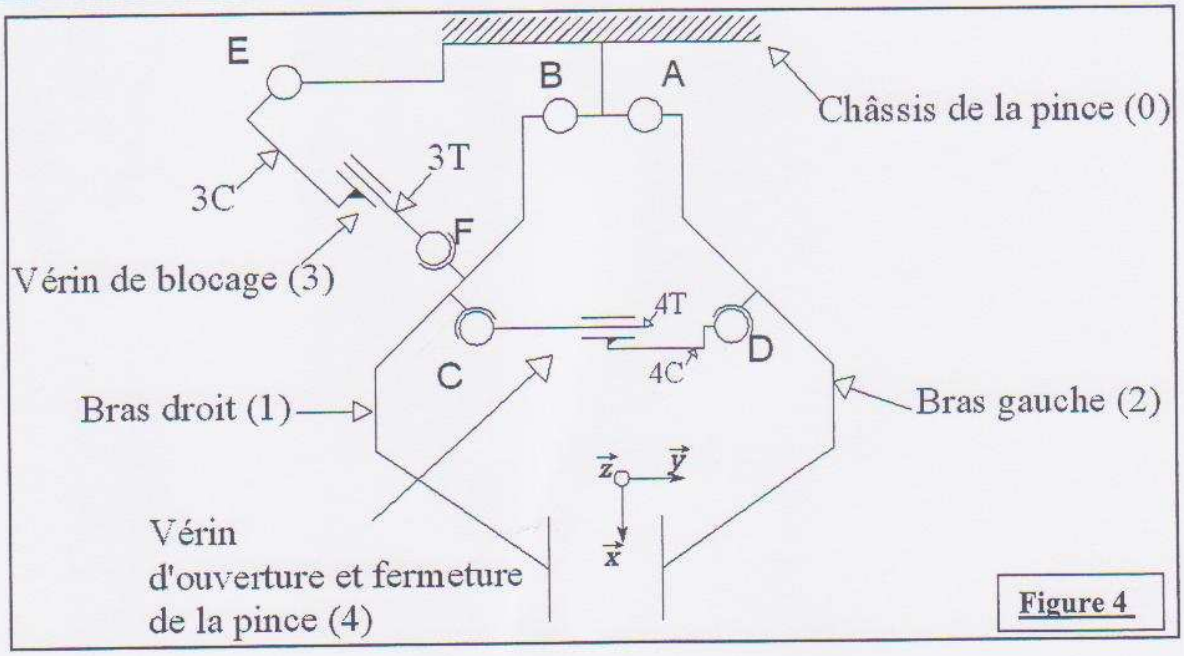


Figure 4

On donne ci-dessous le tableau des liaisons :

$\mathcal{L}$(0_1) pivot d'axe $(B,\vec{z})$	$\mathcal{L}$ (3T_1) rotule de centre F
$\mathcal{L}$ (0_2) pivot d'axe $(A,\vec{z})$	$\mathcal{L}$ (1_4T) rotule de centre C
$\mathcal{L}$ (0_3C) pivot d'axe $(E,\vec{z})$	$\mathcal{L}$ (2_4C) rotule de centre D
$\mathcal{L}$ (3C_3T) pivot glissant d'axe $\left(\frac{\overrightarrow{EF}}{\lvert\overrightarrow{EF}\rvert}\right)$	$\mathcal{L}$ (4C_4T) pivot glissant d'axe $\left(\frac{\overrightarrow{CD}}{\lvert\overrightarrow{CD}\rvert}\right)$

Q2 : Tracer le graphe de structure.

Q3 : Sachant que la mobilité utile vaut **mu=2**, donner la valeur de la mobilité interne **mi.**

Q4 : En utilisant la formule de mobilité cinématique, calculer le degré d'hyper statisme **h** de cette solution.

Q5 : Proposer une modification de liaison pour rendre la pince isostatique. (penser à la liaison en E).

2.2 VERIFICATION DU DIMENSIONNEMENT DE LA PINCE :

Objectif : vérifier si la valeur de coefficient de sécurité **s** est comprise entre $1,2 \le s \le 4,5$.

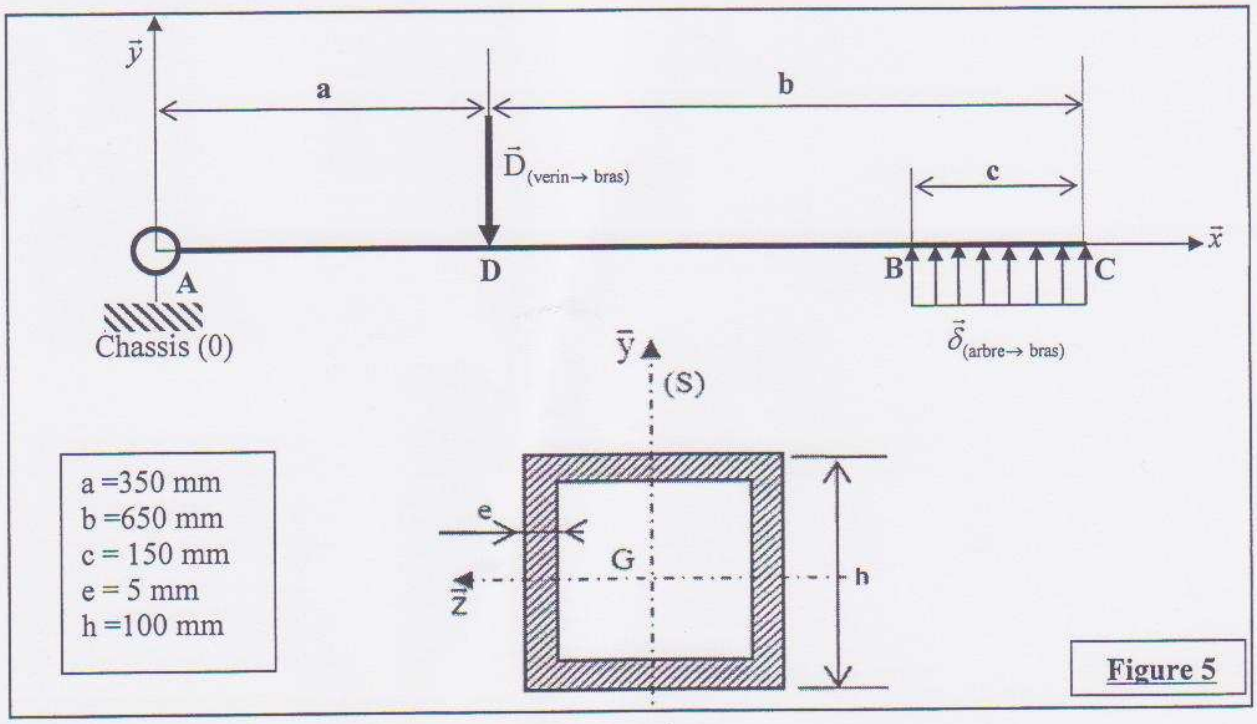
Pour faire vibrer des arbres ayant un diamètre allant jusqu'à 400 mm, un bras de la pince doit être capable de supporter un effort exercé par l'arbre, cette force est assimilée à une charge uniformément repartie sur une longueur **c= 150 mm.**

Dans une étude d'avant projet on modélise le bras gauche de la pince par une poutre homogène, représentée par sa ligne moyenne (AC) (voir **Figure 5**):

Hypothèses et données:

- Pas d'effort dans le vérin de blocage (3).
- La liaison pivot en A est supposée parfaite.
- Le plan $(A,\vec{x},\vec{y})$ est un plan de symétrie pour la poutre et pour les actions mécaniques.
- La structure de la pince est mécano soudée caissonnée, de section droite de type « tube carré ».

- La charge repartie est donnée par $\vec{\delta}_{(arbre\rightarrow bras)} = p.\vec{y} = 160\vec{y}$ en N/mm.
- La charge répartie sera ramenée à une charge concentrée au point M centre de la répartition.
- La poutre est en acier tel que : E=2.10^5 MPa, **σ_e=320MPa**, τ_e=160MPa.



Q 6 : Déterminer les actions mécaniques au point A et D, par une étude statique.

Q 7 : Déterminer les composantes du torseur des efforts de cohésion tout au long de cette poutre (dans les segments $]AD[$, $]DB[$ et $]BC[$).

Q 8 : Tracer les diagrammes des composantes non nulles du torseur de cohésion.

Q 9 : Déterminer la valeur et la position $|Ty|_{max}$ et $|Mfz|_{max}$.

Q 10 : Calculer la contrainte normale maximale $|\sigma_{max}|$.

Q 11 : Vérifier que la valeur du coefficient de sécurité du bras de la pince répond à l'objectif énoncé au début de cette étude.

2.3 ETUDE DE LA VITESSE D'IMPACT ENTRE LE BRAS ET L'ARBRE :DR1(Page 12 sur 13).

L'operateur peut choisir entre deux modes de serrage du tronc de l'olivier :

- **Serrage symétrique d'un tronc**: La pince est correctement positionnée par rapport au tronc de l'olivier. Le vérin de serrage est alimenté. Les bras droit et gauche se rapprochent symétriquement, saisissent le tronc et l'enserrent.
- **Serrage dissymétrique d'un tronc :** L'opérateur met en contact le bras droit contre l'arbre puis effectue le serrage.

Objectif : déterminer graphiquement la vitesse du point G, dans cette dernière configuration.

Hypothèses et données:

- Le bras droit est supposé fixe, seul le bras gauche est en action.
- Pas d'effort dans le vérin de blocage(3).

- Les liaisons sont supposées parfaites.
- L'étude est faite dans le plan $(A,\vec{x},\vec{y})$, les constructions seront faites sur le document réponse **DR1** (Page 12 sur 13).
- Les justifications seront faites sur votre copie de rédaction.
- On donne $\vec{V}(D\in 4C/4T)=0,2.\vec{u}$ en m/s ; $\vec{u}$ vecteur unitaire de même sens et de même direction que $\overrightarrow{DC}$ tel que : $\vec{u}=\dfrac{\overrightarrow{DC}}{\left\|\overrightarrow{DC}\right\|}$.
- Echelle : $\left\|\vec{V}(D\in 4C/4T)\right\|\rightarrow 4cm$.
- Tableau des liaisons :

$\mathcal{L}$ (0_2) pivot d'axe $(A,\vec{z})$	$\mathcal{L}$ (0_4T) pivot $(C,\vec{z})$
$\mathcal{L}$ (4C_4T) glissière de direction $\vec{u}$	$\mathcal{L}$ (2_4C) pivot $(D,\vec{z})$

Q 12 : Montrer que $\vec{V}(D\in 2/0)=\vec{V}(D\in 4C/0)$.

Q 13 : Ecrire la composition de mouvement en D, trouver une relation entre : $\vec{V}(D\in 2/0)$, $\vec{V}(D\in 4C/4T)$ et $\vec{V}(D\in 4T/0)$ et tracer leurs directions.

Q 14 : Représenter $\vec{V}(D\in 4C/4T)$ et déterminer $\vec{V}(D\in 2/0)$.

Q 15 : Quel est le CIR, noté I_{20}, du mouvement du bras (2) par rapport à (0).

Q 16 : En utilisant, une méthode de votre choix, déterminer $\vec{V}(G\in 2/0)$.

III. ETUDE DE LA FONCTION TECHNIQUE FT22 : GENERER LES VIBRATIONS

Les vibrations transmises à la pince, puis à l'arbre, sont générées par une masselotte tournante. Le dessin de définition de cette masselotte est donné sur le document annexe **A2** (Page 10 sur 13). La masselotte est directement liée à l'arbre de sortie d'un moteur hydraulique à cylindrée fixe.

ANALYSE DES SPECIFICATIONS GEOMETRIQUES :

Q 17 : Sur le document réponse **DR2** (Page 13 sur 13), interpréter la spécification suivante :

⊥	∅0.1	A

IV. ETUDE MECANIQUE DU SYSTEME BUGGY + ARBRE OLIVIER:

Hypothèses simplificatrices :

Le modèle proposé, pour le système, comporte de nombreuses hypothèses simplificatrices.
Le schéma retenu est celui de la **Figure 6**. (Pour plus de détail voir document annexe **A3** Page 11sur 13)
Il est constitué de :

- le sol $\mathbf{S_0}$ auquel on associe le repère galiléen $R_0(O_0,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ dont l'axe $(O_0,\vec{z}_0)$ est vertical ascendant.

- Le tracteur-porteur S_1, lié à S_0 par une liaison glissière d'axe $(O_0, \vec{y}_0)$ et un système (ressort + amortisseur) qui modélise le comportement des pneus (ressort de raideur **k**, amortisseur linéaire de coefficient **λ**), dont le paramètre de mouvement est y(t). On pose $\overrightarrow{O_0O_1} = y\vec{y}_0$ *et* $O_1 = G_1$.
  Le repère associé à S_1 est $R_1(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ tel que $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ *et* $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ sont colinéaires.
- Le bras S_2, lié à S_1 par une liaison pivot d'axe $(O_2, \vec{y}_1)$ avec $\overrightarrow{O_1O_2} = \ell_1\vec{x}_0$, le paramètre de mouvement est θ(t), repère associé est $R_2(O_2, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$. On pose $(\vec{x}_0, \vec{x}_2) = \theta$ *et* $O_2 = G_2$.
- Dans cette configuration, les deux bras de la pince, rigidement liés, constituent le solide S_3. La pince S_3 lié à S_2 par une liaison glissière d'axe $(O_2, \vec{x}_2)$ avec $\overrightarrow{O_2G_3} = x\vec{x}_2$, $\overrightarrow{G_3O_3} = \ell_3\vec{x}_2$
  Ce mouvement est paramétré par x(t). Le repère associé à S_3 est : $R_3(G_3, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$
- Le rotor S_4, lié a S_3 par une liaison pivot d'axe $(O_4, \vec{z}_3)$, paramétré par φ(t), avec $\overrightarrow{O_3O_4} = -d\vec{y}_2$, $\overrightarrow{O_4G_4} = e\vec{y}_4$ et $(\vec{y}_3, \vec{y}_4) = \varphi$. Le rotor S_4 tourne à **vitesse constante ω,** $\varphi(t) = \omega.t$.
  $R_4(O_4, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$ le repère associé à S_4.
- Le tronc de l'arbre S_5, lié à S_0 par une liaison pivot d'axe $(O, \vec{x}_0)$ et un système (ressort+ amortisseur) qui modélise le comportement du tronc (ressort de torsion de raideur **C**, amortisseur rotatif de coefficient **μ**). Le paramètre de mouvement est $\beta(t)$ .On pose $\overrightarrow{O_0O} = d_0\vec{x}_0$, $\overrightarrow{OO_5} = \ell_5\vec{z}_5$ et $(\vec{z}_0, \vec{z}_5) = \beta$. $R_5(O, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ le repère associé à S_5.
- S_5 est lié à S_3 par une liaison sphérique (rotule) de centre O_3=O_5.

les constantes sont : ℓ_1 , ℓ_3 , d , e , d_0, ℓ_5, k, λ, C , ω et μ.	**Les variables sont :** x , y , θ , φ et β.

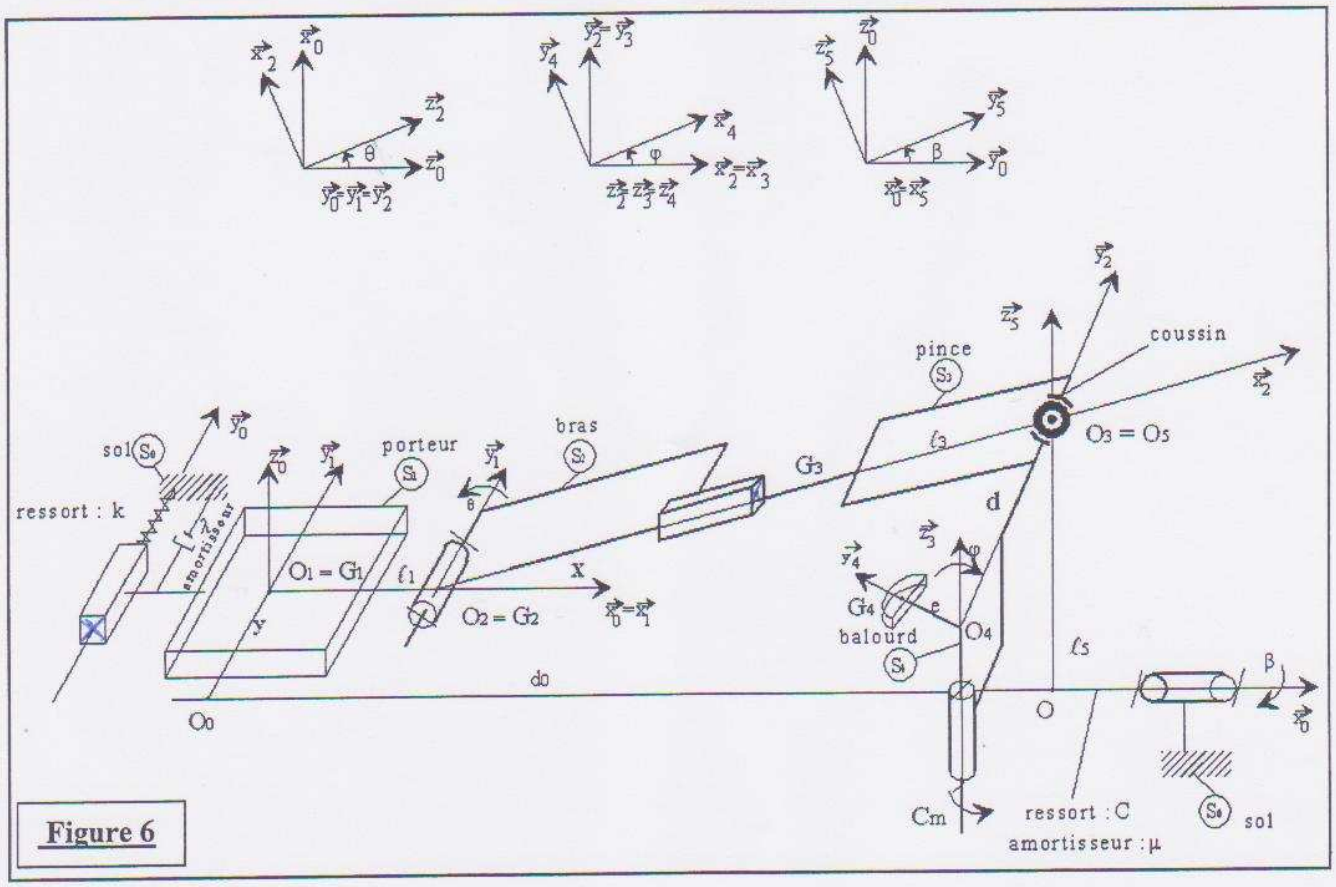


Figure 6

4.1 ETUDE CINEMATIQUE :

Q 18 : Déterminer la vitesse du point $\mathbf{O_1}$ appartenant à $\mathbf{S_1}$ dans son mouvement par rapport à $\mathbf{S_0}$: $\vec{V}(O_1 \in S_1 / S_0)$, en déduire $\vec{V}(O_2 \in S_2 / S_0)$.

Q 19 : Déterminer la vitesse du point $\mathbf{G_3}$ appartenant à $\mathbf{S_3}$ dans son mouvement par rapport à $\mathbf{S_0}$: $\vec{V}(G_3 \in S_3 / S_0)$, en déduire $\vec{V}(O_3 \in S_3 / S_0)$.

Q 20 : Déterminer la vitesse du point $\mathbf{O_4}$ appartenant à $\mathbf{S_4}$ dans son mouvement par rapport à $\mathbf{S_0}$: $\vec{V}(O_4 \in S_4 / S_0)$.

Q 21 : Déterminer la vitesse du point $\mathbf{G_4}$ appartenant à $\mathbf{S_4}$ dans son mouvement par rapport à $\mathbf{S_0}$: $\vec{V}(G_4 \in S_4 / S_0)$.

4.2 ETUDE DYNAMIQUE :

Objectif : dimensionner le moteur hydraulique M_{34}.

Hypothèses :

- Toutes les liaisons sont parfaites sauf la liaison rotule entre S_3 et S_5.
- Le rotor S_4 est entrainé par un moteur hydraulique M_{34}, intercalé entre S_3 et S_4 et qui exerce sur S_4 un couple : $\vec{M}_{O_4}(M_{34} \rightarrow S_4) = Cm.\vec{z}_4$.
- S_1 de masse m_1 et de centre d'inertie O_1=G_1.
- S_2 de masse m_2 et de centre d'inertie O_2=G_2.
- S_3 de masse m_3 et de centre d'inertie G_3.
- S_4 de masse m_4 et de centre d'inertie G_4 ($\overrightarrow{O_4G_4} = e\vec{y}_4$) et de matrice d'inertie :

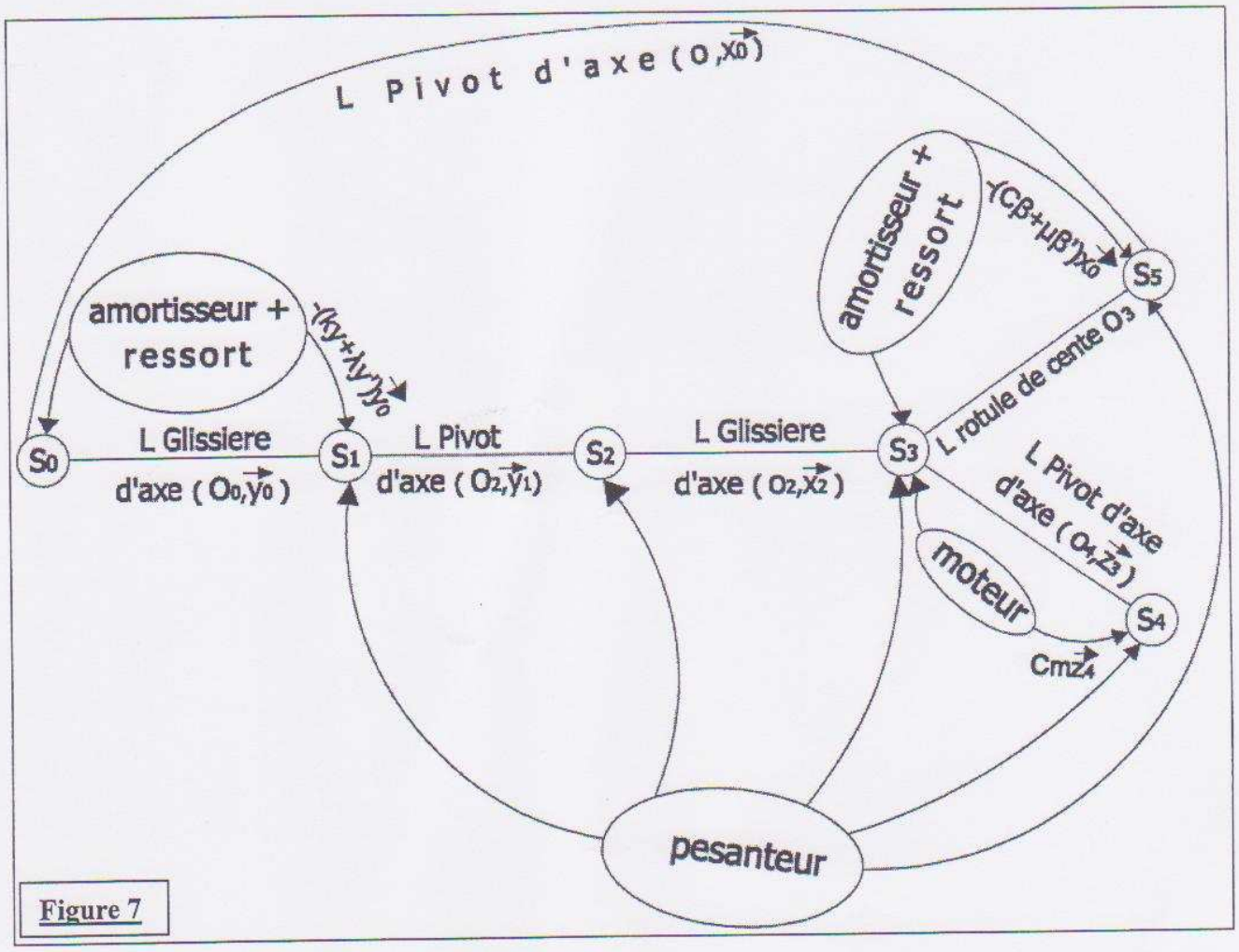
$$\overline{\overline{I}}(G_4, S_4) = \begin{bmatrix} A_4 & 0 & 0 \\ 0 & B_4 & 0 \\ 0 & 0 & C_4 \end{bmatrix}_{(\vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)}$$

- S_5 de masse m_5 et de centre d'inertie G_5.
- L'accélération de la pesanteur $\vec{g} = -g.\vec{z}_0$

Remarque : une étude préalable, avec des hypothèses de simplification, a permis de montrer que :

- $x = d_0 - \ell_1 - \ell_3$. (constante)
- $\theta = \dfrac{\ell_5}{\ell_1 - d_0}$. (constante)
- $y = -\ell_5 \beta$. ($y(t)$ et $\beta(t)$ sont des fonctions du temps)

On donne ci-dessous le graphe d'analyse dynamique :**Figure 7**



Q 22 : Déterminer $\overline{\overline{I}}(O_4, S_4)$, la matrice d'inertie du solide S_4 au point 0_4 dans la base $(\vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$.

Q 23 : Déterminer le moment cinétique du solide S_4 dans son mouvement par rapport à S_0 au point O_4 : $\vec{\sigma}(O_4, S_4 / S_0)$.

Q 24 : Déterminer le moment dynamique du solide S_4 dans son mouvement par rapport à S_0 au point O_4, par projection sur l'axe $\vec{z}_4$: $\vec{\delta}(O_4, S_4 / S_0).\vec{z}_4$.

Q 25 : Isoler le solide S_4 et déterminer le moment des actions mécaniques extérieures par projection sur l'axe $\vec{z}_4$: $\vec{M}_{O_4}(\overline{S}_4 \rightarrow S_4).\vec{z}_4$.

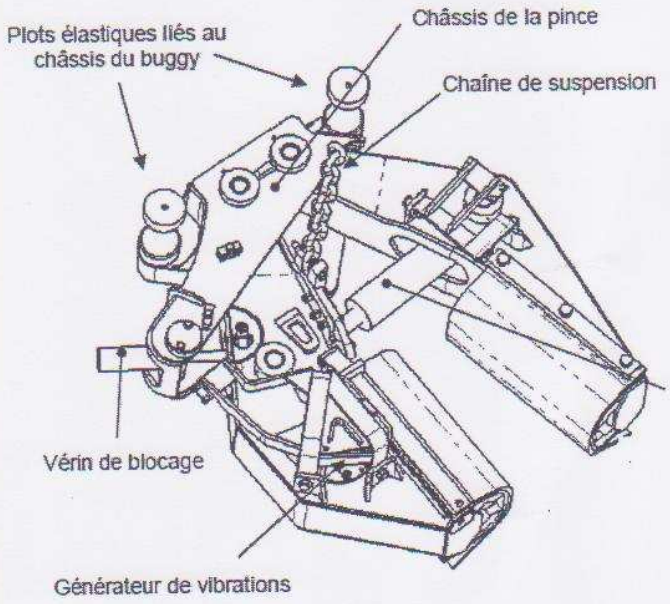
Q 26 : Appliquer le théorème du moment dynamique sur S_4 par projection sur l'axe $\vec{z}_4$ au point O_4 et déduire l'expression du couple moteur Cm.

FIN DE L'EPREUVE

DOCUMENTS ANNEXES :

A1 : *Description de la pince*

DESCRIPTION DE LA PINCE



Caractéristiques générales :

- Structure mécano soudée caissonnée.
- Poids 750 kg.
- Pression maxi d'alimentation du vérin de serrage pmax = 210 bars.
- Effort de serrage statique de l'arbre 47000 N.

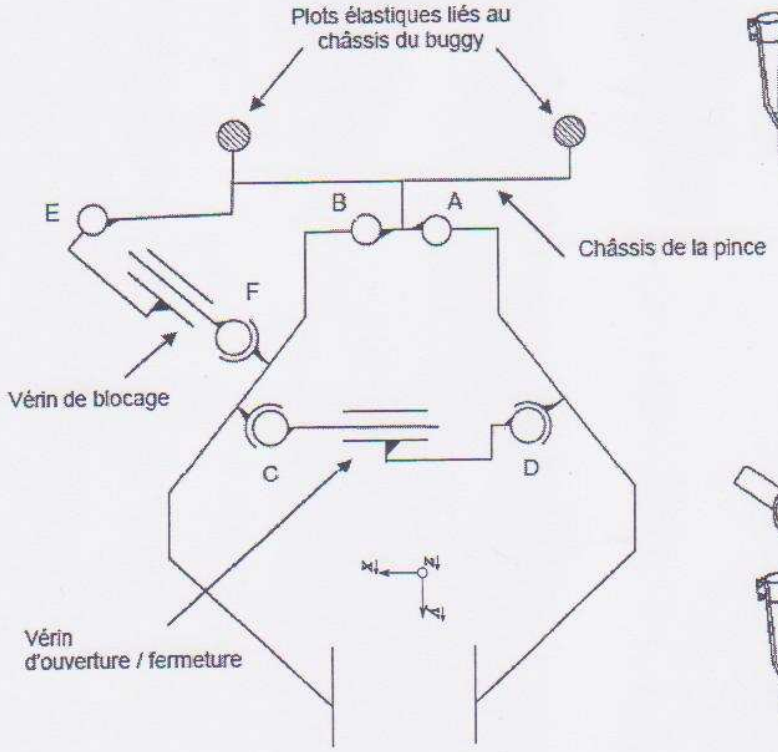
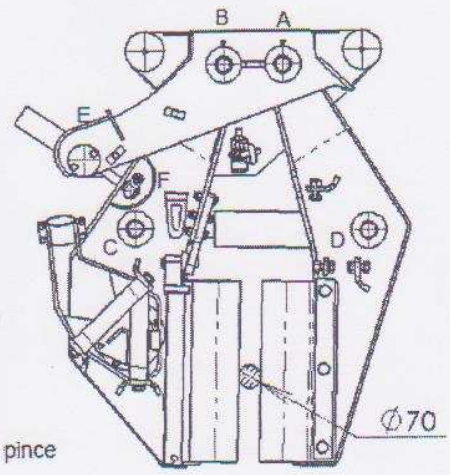
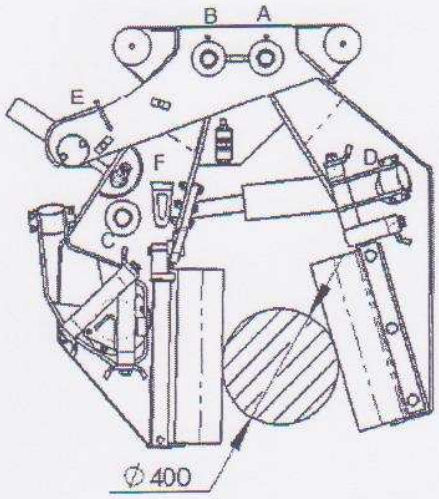


Schéma cinématique de la pince

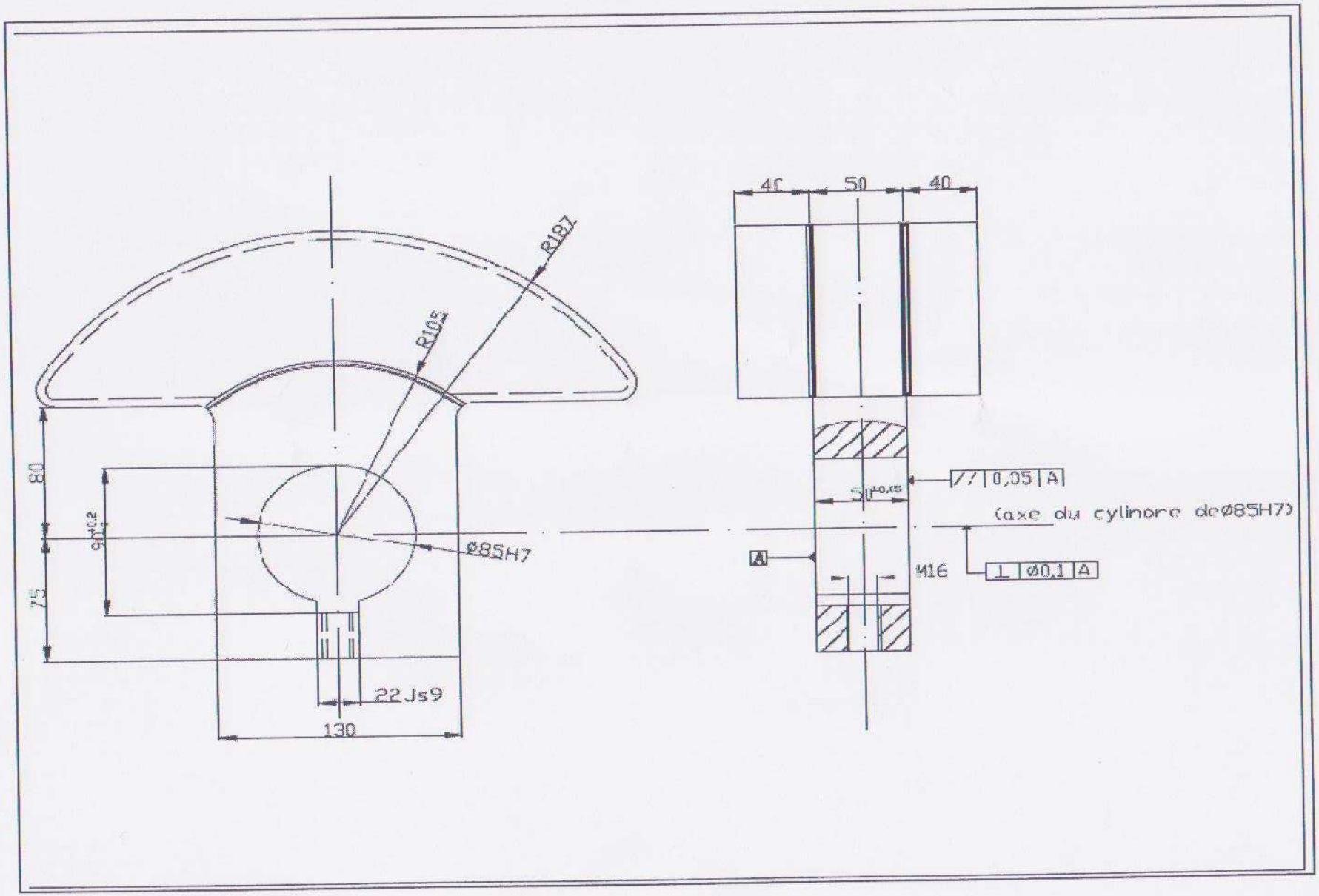


Pince position fermée

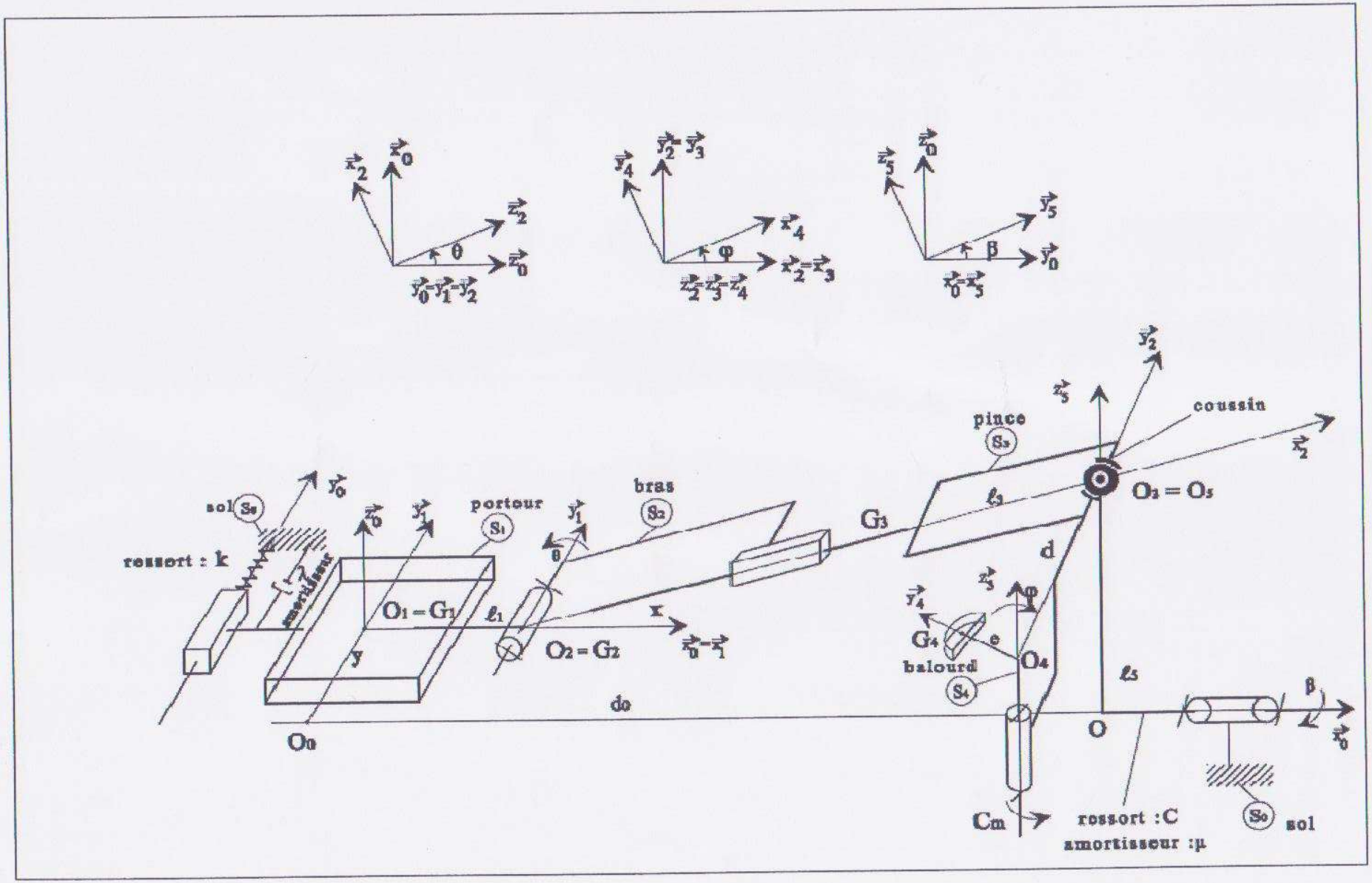


Pince position ouverte

A2 : *Dessin de définition de la masselotte*

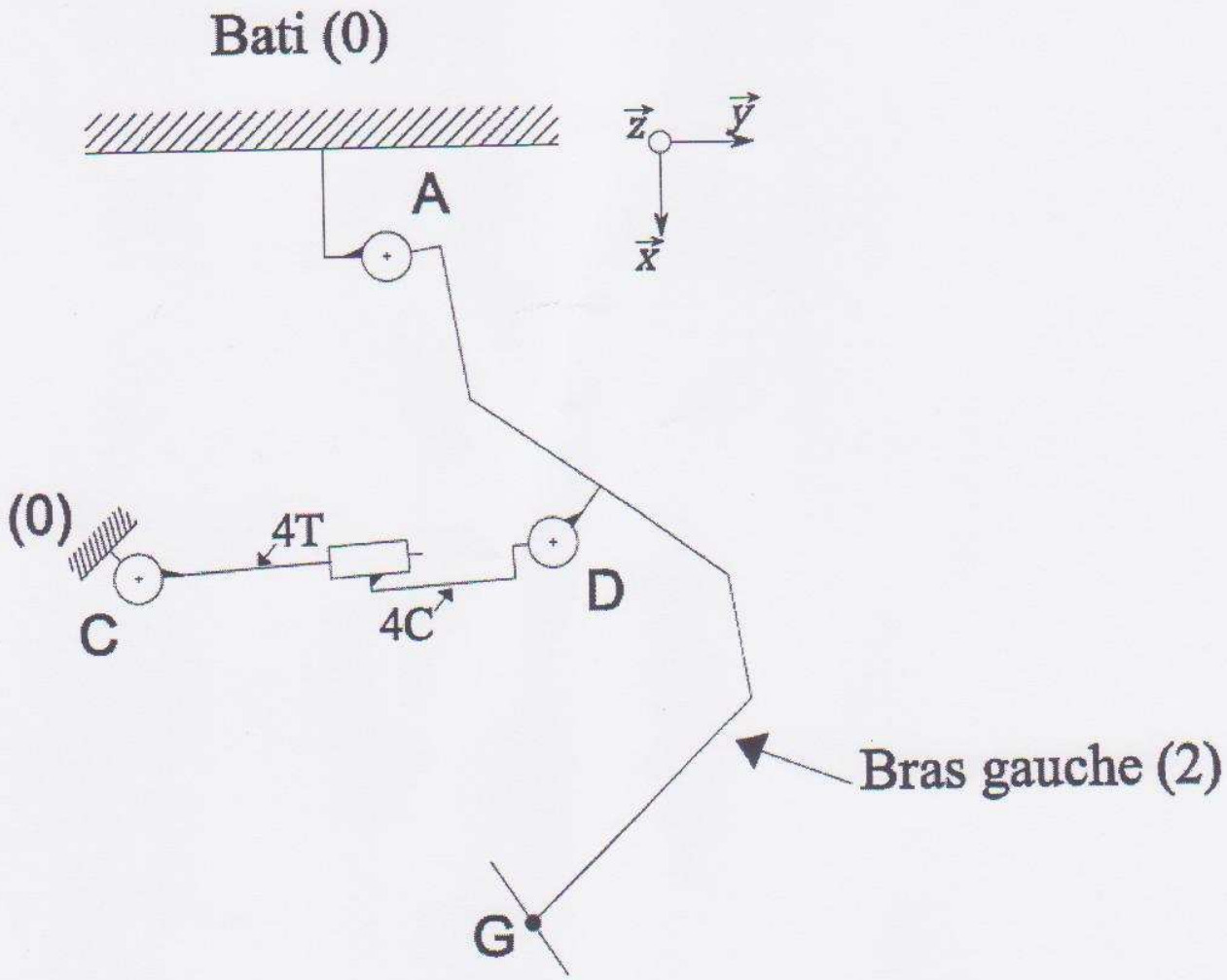


A3 : *Schema cinématique pour étude dynamique*

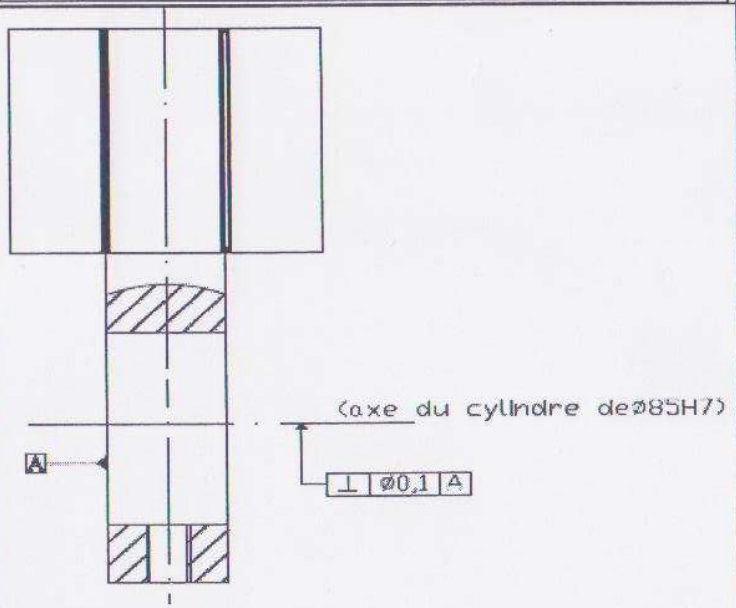


DOCUMENTS REPONSES

DR1 : *Cinématique graphique* ***(à rendre)***



DR2 : *Analyse de spécification* ***(à rendre)***

TOLERANCEMENT NORMALISE							**ANALYSE D'UNE SPECIFICATION PAR ZONE DE TOLERANCE**				
Symbole de spécification							**ELEMENTS NON IDEAUX** (points, lignes ou surfaces réelles)		**ELEMENTS IDEAUX** (points, droites ou plans associés)		
☐ Forme			☐ Orientation								
☐ Position			☐ Battement								
//	⊥	∠	⌒	⌓	⌯	◎					
⌖	⌰	↗	⌭	○	⌵	▱	**Elément(s) Tolérancé(s)**	**Elément(s) de référence**	**Référence(s) Spécifiée(s)**	**Zone de tolérance**	
Condition de conformité : **L'élément tolérancé doit être entièrement compris dans la zone de tolérance.**							Unique-Groupe	Unique - Multiples	- Simple - Commune - Système	- Simple - Composée	**Contrainte :** Orientation – Position Par rapport à la référence spécifiée
											

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Analyse fonctionnelle et structurelle : diagrammes d'ingénierie système, chaînes d'information et de puissance
- Modélisation cinématique des systèmes : liaisons, graphe et schéma cinématique
- Dynamique des solides et des systèmes : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage dynamique
- Représentation géométrique du réel : dessin technique et maquette numérique
- Grandeurs inertielles et cinétiques : masse, centre d'inertie, matrice d'inertie, torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/tsi