Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2019, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie mécanique

Durée : 3 heures

Ce que traite le sujet

- 1 : étude préliminaire
- 2 : structure du mécanisme du déplacement de la tête
- 3 : choix des actionneurs du système
- 4 : entraînement de la pompe péristaltique
- 5 : déformation du portique

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/2019/genie-mecanique

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

CONCOURS NATIONAL COMMUN

D'ADMISSION AUX GRANDES ECOLES D'INGENIEURS MAROCAINES

SESSION : 2019

FILIERE : TSI

EPREUVE DE TECHNOLOGIE ET SCIENCES INDUSTRIELLES

GENIE MECANIQUE

DUREE : 3 HEURES

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

LES CALCULATRICES SONT AUTORISEES

Le sujet comporte 13 pages reparties comme suit :

- Une page de garde.
- Le texte de l'épreuve : pages numérotées de **2** à **9**.
- **2** Documents réponse repérés **DR1 (page10/13) et DR2 (11/13) .**A rendre avec la copie même vides.
- **2** Documents annexes **ANNEXE1 (page12/13) et ANNEXE2(page13/13)** .

Le sujet se compose de 5 parties indépendantes.

Nota *: 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.*

Page de garde

PROCEDE D'IMPRESSION 3D EN BETON

Les architectes souhaitent régulièrement réaliser des ouvrages esthétiques et non courants avec des géométries et des techniques inspirées par des tendances artistiques.
Les techniques de construction traditionnelles sont contraignantes et parfois limitées en termes de possibilités vis-à-vis de certaines demandes.

L'objet de cette étude est d'analyser certains aspects d'un procédé d'impression 3D en béton.
Il existe plusieurs techniques d'impression 3D en béton dont certaines permettent de réaliser des formes géométriques non courantes.
Le procédé, objet de notre étude, est basé sur une imprimante 3D qui extrude un béton hydraulique spécifique ; cette imprimante est portée par un portique robotisé de grandes dimensions.
La figure 1 représente l'architecture partielle du système.
Sur les documents annexes 1 et 2 sont présentés les diagrammes de cas d'utilisations, le diagramme des exigences et le diagramme de blocs internes.

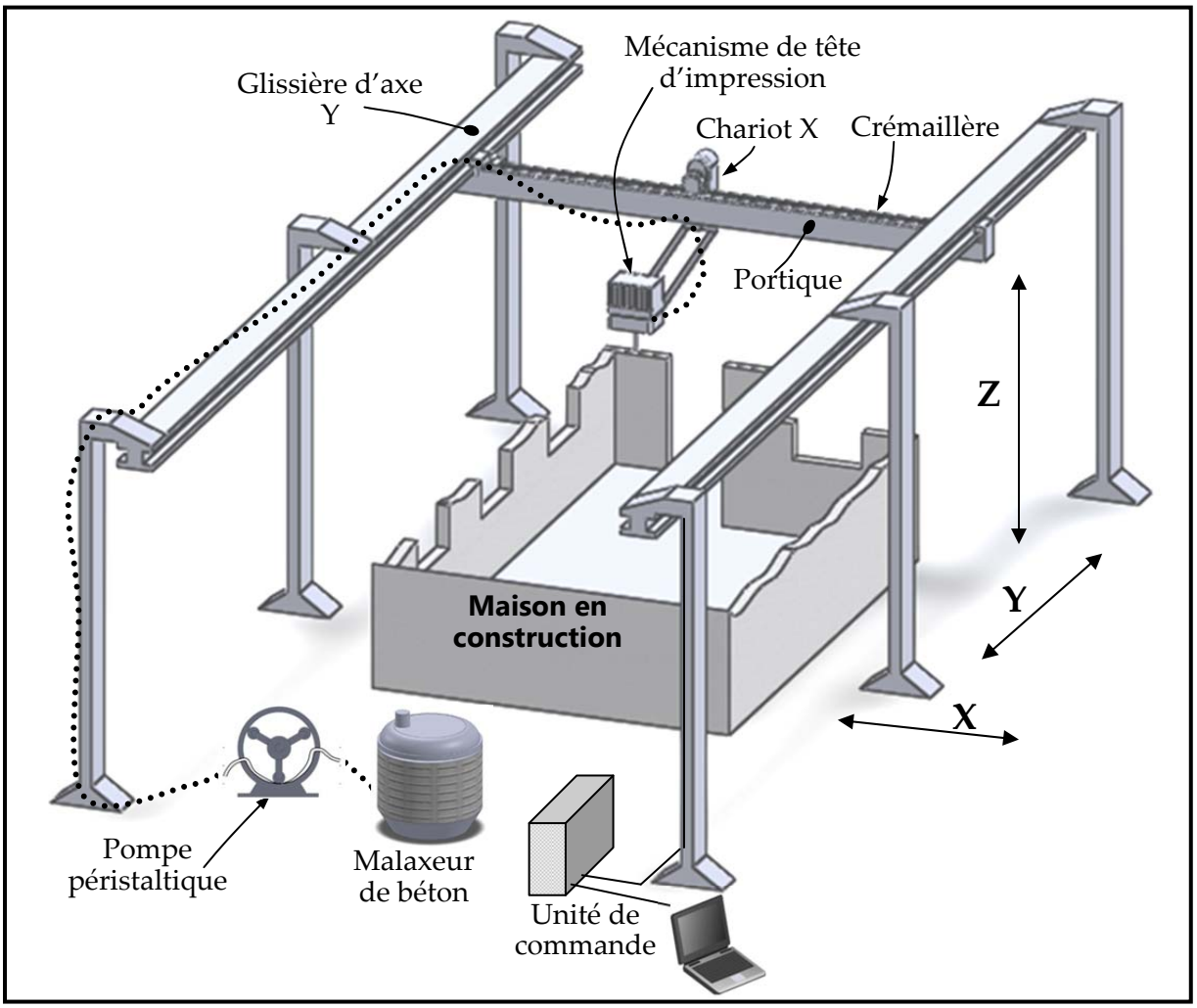


Figure 1 : Architecture du système d'impression 3D en béton

L'entraînement de la tête d'impression du béton liquide (voir **figure 1**) s'effectue par plusieurs mouvements dont deux translations suivant les directions X et Y (TX et TY) .
La translation suivant l'axe Y est motorisée par un moteur et un transmetteur (non représentés sur la **figure 1**)
Les données de consignes des actionneurs sont introduites par clavier ou console-utilisateur, et sont traitées ensuite par l'unité de commande, un bus de données protégé relie les différents éléments de la chaine d'information.
Tous les actionneurs du système contiennent des codeurs incrémentaux intégrés, ces actionneurs sont commandés par des variateurs alimentés via un coffret électrique principal.

1- Etude préliminaire (4 points sur 20) :

Question 1-1 : Quel est l'organe technologique que le constructeur a proposé pour répondre à l'exigence 1.2 indiquée sur le diagramme des exigences (voir page 12/13).

Question 1-2 : Au niveau de quel organe sera vérifiée l'exigence 1.2.2 indiquée sur le diagramme des exigences ?

Question 1-3 : A partir de **la figure1,** de la description citée dans la présentation du système et le diagramme IBD Annexe 2(page13/13), compléter les chaines d'énergie et d'information relatives au déplacement du chariot X. Répondre sur le doc DR1(page10/13).

L'exigence (1.1.2) d'orientation de la tête d'impression impose d'avoir des liaisons pivots.
On considère alors deux solides (0) et (1) en liaison pivot d'axe $(O,\vec{z}_0)$,
$R_0(O,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$,est un repère lié à (0) et $R_1(O,\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_0)$,est un repère lié à (1).
On pose : $\overrightarrow{OA} = L.\vec{x}_1$

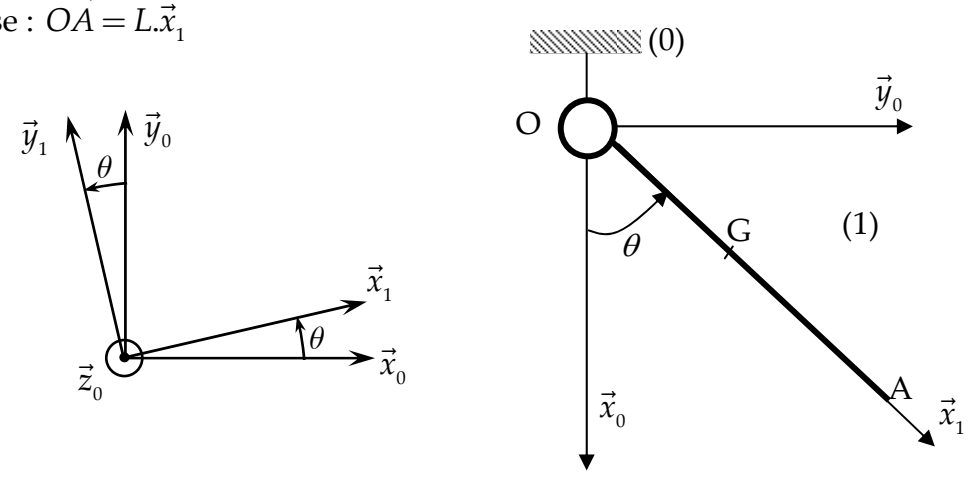


Figure 2

Question 1-4 : Donner la forme du torseur cinématique de la liaison pivot d'axe $(O,\vec{z}_0)$ au point O, noté : $\{\mathcal{V}(1/0)\}_O$.

Question 1-5 : Donner la forme du torseur d'action mécanique transmissible par cette liaison au point O, noté : $\{\mathcal{T}(0 \to 1)\}_O$.

Question 1-6 : Sur le document réponse DR2 (page 11/13), dessiner le schéma cinématique spatial de la liaison pivot entre (0) et (1).

Question 1-7 : Déterminer l'expression de la vitesse $\overrightarrow{V(A \in 1/0)}$ du point A par rapport à au repère (0) en fonction des données de la **figure (2)** précédente.

Question 1-8 : Sur le document réponse DR2, tracer à l'échelle proposée, la vitesse du point A, par rapport à (0), $\overrightarrow{V(A \in 1/0)}$ en posant $\left\|\overrightarrow{V(A \in 1/0)}\right\| = 0,03\, m/s$.

Question 1-9 : Sur le document réponse DR2, tracer la vitesse du point G par rapport à (0), $\overrightarrow{V(G \in 1/0)}$ et donner sa norme.

On suppose que la pièce (1), de centre d'inertie G, est un solide homogène composé d'un disque (D) de centre O, de rayon R, de masse m_D et d'une plaque (P) de centre C et de cotés (e) et (l), de masse m_P comme indiqué sur la **figure 3** ci-après. Le disque (D) et la plaque (P) sont solidaires.

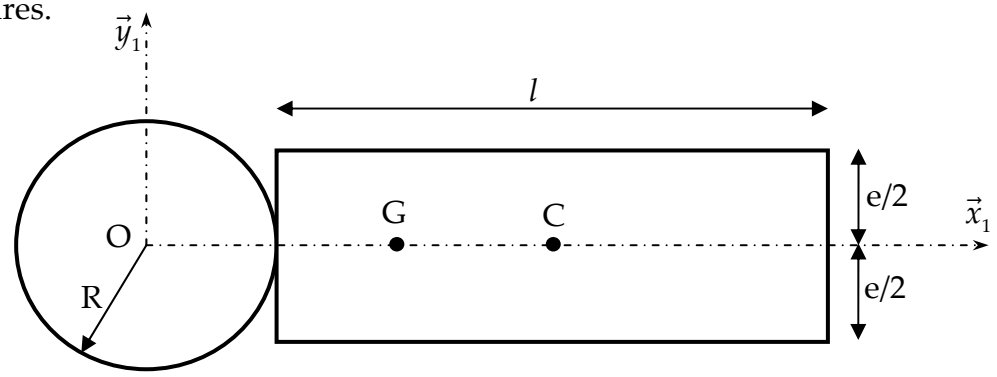


Figure 3 : Forme de la pièce (1)

Question 1-10 : Déterminer X_G, Y_G et Z_G, les coordonnées du centre d'inertie G de la pièce (1) en fonction des données de la **figure 3**. ($\overrightarrow{OG} = X_G.\vec{x}_1 + Y_G.\vec{y}_1 + Z_G.\vec{z}_0$).

On pose m : la masse de la pièce (1) et $\overline{\overline{I}}(G,1)$ sa matrice d'inertie au point G dans la base $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$: $\overline{\overline{I}}(G,1) = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & B_1 & 0 \\ 0 & 0 & C_1 \end{pmatrix}_{(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)}$.

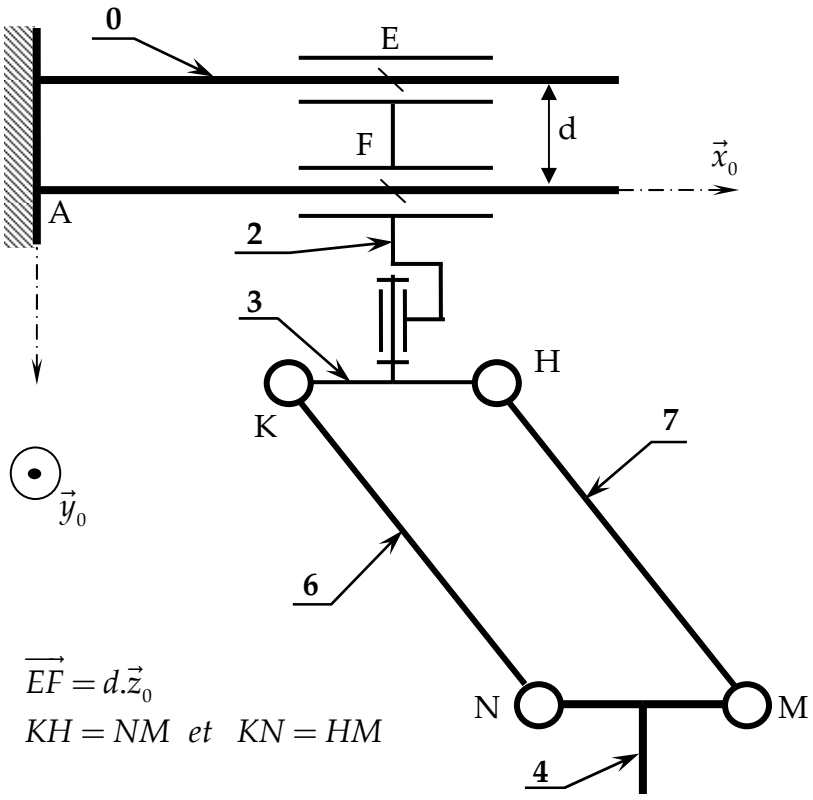
Question 1-11 : Déterminer alors la matrice d'inertie de la pièce (1) au point O dans la base $(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ en indiquant le théorème utilisé.

Fin de l'étude préliminaire.

2- Structure du mécanisme du déplacement de la tête.

L'objectif de cette partie est de valider la solution retenue pour certaines liaisons participant au déplacement de la tête d'impression.

Le schéma cinématique partiel et les données d'étude pour la modélisation retenue sont indiqués sur la **figure 4**.



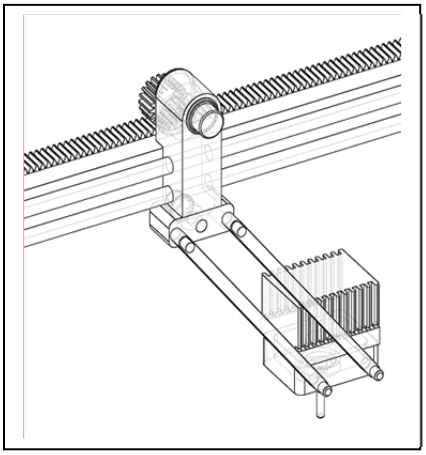


Figure 4

Question 2-1 : En utilisant la méthode statique, déterminer la liaison équivalente aux deux liaisons en parallèle en E et F. (réduire les torseurs au point E)

Question 2-2 : Calculer son degré d'hyperststisme (h).

Question 2-3 : Quel est l'impact de ce degré d'hyperstatisme sur la réalisation de cette liaison.

Pour la suite, on considère la chaîne composée des solides (3, 6 ,4 ,7) , voir figure 5

Question 2-4 : Quelle est la nature du mouvement entre les pièces (4) et (3), justifier.

Question 2- 5: en déduire $\overrightarrow{\Omega(4/3)}$.

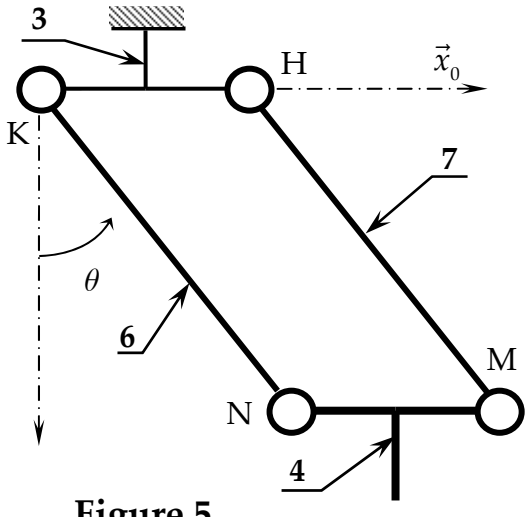


Figure 5

3- Choix des actionneurs du système.

L'orientation de la tête d'impression est réalisée par deux liaisons glissières et des liaisons pivots dont certaines ne sont pas traitées dans le présent sujet.

Pour des raisons de simplification, on considère dans cette étude une seule liaison pivot et deux liaisons glissières comme présenté sur le schéma cinématique de la **figure 6** ci -après.

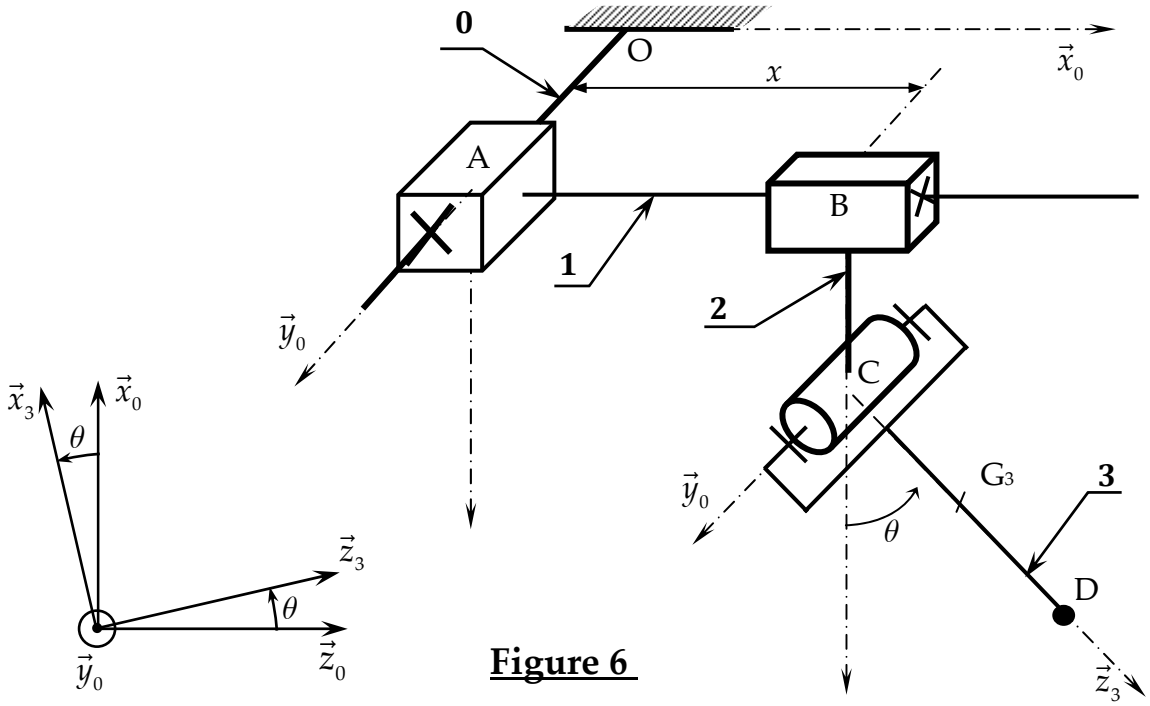


Figure 6

Le bâti (0) : (fixe), repère associé : $R_0(O,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$ (supposé galiléen). L'accélération de pesanteur est représenté par $\vec{g} = g.\vec{z}_0$. ($\vec{z}_0$ Axe vertical descendant).

Le portique (1): de masse m_1, en translation par rapport à (0) de direction $(\vec{y}_0)$ et de paramètre (y). On pose $\overrightarrow{OA} = y.\vec{y}_0$.

Un actionneur A_{01} est monté entre (0) et (1) exerçant sur (1) un glisseur de résultante $F_{01}\vec{y}_0$ appliquée au point A.

Le frottement visqueux dans la liaison entre (0) et (1) est de coefficient μ_{01}, exerçant sur (1) un glisseur de résultante $-\mu_{01}\dot{y}\vec{y}_0$ au point A.

Le chariot (2): de masse m_2, en translation par rapport au portique (1) de direction $(\vec{x}_0)$ et de paramètre (x). On pose $\overrightarrow{AB} = x.\vec{x}_0$ et $\overrightarrow{BC} = h.\vec{z}_0$.

Un actionneur A_{12} est monté entre (1) et (2) exerçant sur (2) un glisseur de résultante $F_{12}\vec{x}_0$ appliquée au point B.

Le frottement visqueux dans la liaison entre (1) et (2) est de coefficient μ_{12},exerçant sur (2) un glisseur de résultante $-\mu_{12}\dot{x}\vec{x}_0$ au point B.

Le bras (3): de masse m_3, en rotation par rapport au chariot (2) d'axe $(C,\vec{y}_0)$ et de paramètre (θ). On pose $(\vec{z}_0,\vec{z}_3) = (\vec{x}_0,\vec{x}_3) = \theta$ et $\overrightarrow{CG_3} = a.\vec{z}_3$.

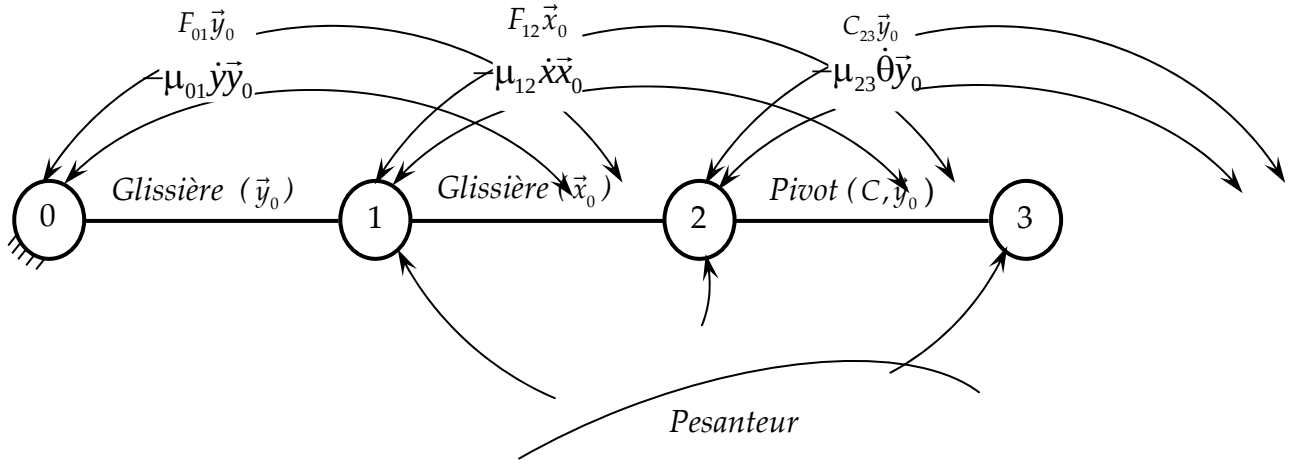
Le repère $R_3(C,\vec{x}_3,\vec{y}_0,\vec{z}_3)$ est lié à la pièce (3).

Un actionneur A_{23} est monté entre (2) et (3) exerçant sur (3) un couple $C_{23}\vec{y}_0$.

Le frottement visqueux dans la liaison entre (2) et (3) est de coefficient μ_{23}, exerçant sur (3) un couple $-\mu_{23}\dot{\theta}\vec{y}_0$.

On donne la matrice d'inertie du bras (3) au point C: $\overline{\overline{I}}(C,3)=\begin{pmatrix} A_3 & 0 & 0 \\ 0 & B_3 & 0 \\ 0 & 0 & C_3 \end{pmatrix}_{(\vec{x}_3,\vec{y}_0,\vec{z}_3)}$

On donne le schéma d'analyse du mécanisme :



Question 3-1 : Déterminer l'expression de la vitesse $\overrightarrow{V(C\in 3/R_0)}$ du point C dans son mouvement par rapport à R_0.

Question 3-2 : Déterminer l'expression de la vitesse $\overrightarrow{V(G_3\in 3/R_0)}$ du point G_3 dans son mouvement par rapport à R_0.

Question 3-3 : Déterminer l'expression de la résultante dynamique de l'ensemble $E_1 = (2,3)$ en projection sur $\vec{x}_0$ dans son mouvement par rapport à R_0, notée : $\vec{x}_0.\overrightarrow{R_D(E_1/R_0)}$.

Question 3-4 : Déterminer l'expression de la résultante dynamique de l'ensemble $E = (1, 2,3)$ en projection sur $\vec{y}_0$ dans son mouvement par rapport à R_0, notée : $\vec{y}_0.\overrightarrow{R_D(E/R_0)}$.

Question 3-5 : Déterminer l'expression du moment cinétique $\overrightarrow{\sigma(C,3/R_0)}$ au point C, du solide (3) dans son mouvement par rapport à R_0.

Question 3-6 : Déterminer l'expression du moment dynamique au point C du solide (3) en projection sur $\vec{y}_0$ dans son mouvement par rapport à R_0, notée : $\vec{y}_0.\overrightarrow{\delta(C,3/R_0)}$.

Question 3-7 : Isoler l'ensemble $E = (1,2,3)$ et écrire l'équation du théorème de la résultante dynamique TRD en projection sur $\vec{y}_0$. (Seuls les termes des actions mécaniques seront développés)

Question 3-8 : Isoler l'ensemble $E_1 = (2,3)$ et écrire l'équation du théorème de la résultante dynamique TRD en projection sur $\vec{x}_0$. (seuls les termes des actions mécaniques seront développés)

Question 3-9 : Isoler Le solide (3) et écrire l'équation du théorème du moment dynamique TMD au point C en projection sur $\vec{y}_0$.(seuls les termes des actions mécaniques seront développés).

4- Entrainement de la pompe péristaltique :

Le principe de la pompe péristaltique est de presser un tuyau flexible dans lequel circule le fluide, le mouvement du fluide dans le tuyau est obtenu en pressant celui-ci par des galets. Dans cette étude, le mouvement des galets est obtenu par un moteur électrique associé à un réducteur d'engrenage à train épicycloïdal (figure 7).

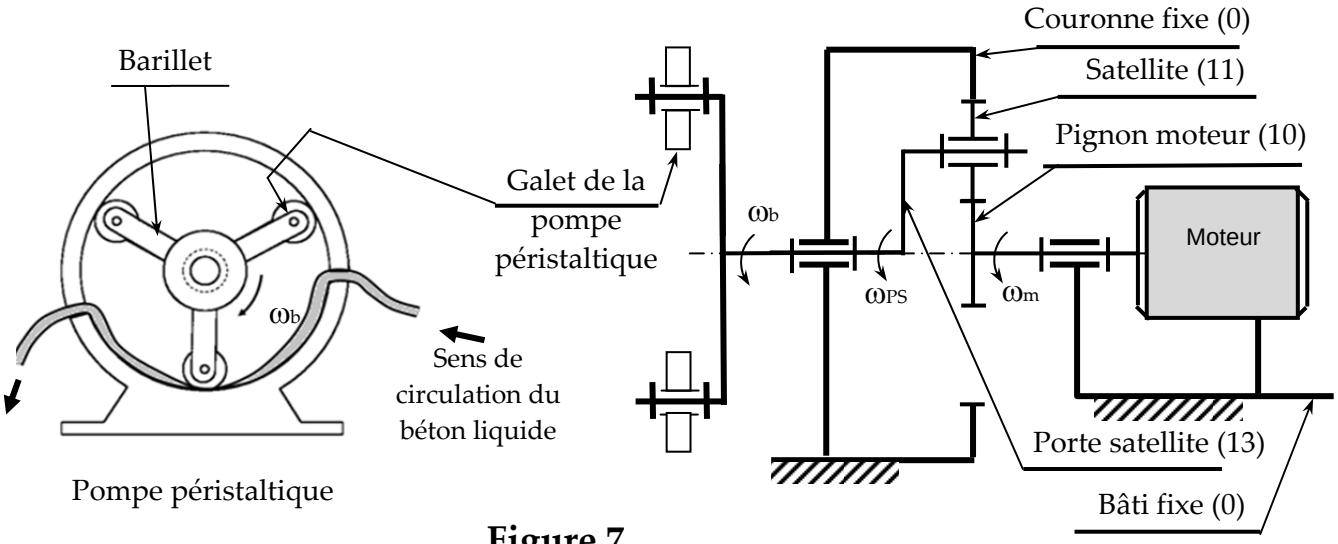


Figure 7

Données :(voir **figure 7**).

Nombre de dents du planétaire (10) (pignon moteur) : $Z_{10} = 34$.

Nombre de dents du satellite (11) : Z_{11}

Nombre de dents de la couronne dentée fixe (0) : $Z_0 = 68$

Cm : couple moteur

Cb : couple résistant que le tuyau du béton applique sur l'arbre de la pompe et $\omega_b = \omega_{PS} = \omega_{13}$.

On néglige les pertes de puissance dans la transmission (rendement =1).

On pose : S la section du tuyau du béton.

Question 4-1 : En utilisant la formule Willis, déterminer le rapport du réducteur $K = \frac{\omega_b}{\omega_m}$.

Question 4-2 : Calculer Z_{11} : le nombre de dents du satellite (11) (voir figure 7).

Question 4-3 : Déterminer l'expression du couple C_b en fonction de C_m et K (Régime établi).

Question 4-4 : On pose $F_b = \frac{C_b}{R_b}$ où F_b est la force de pression à l'intérieure du tuyau de béton et R_b le rayon du barillet de la pompe. Déterminer alors l'expression de la pression **P** (supposée constante) à l'intérieur du tuyau en fonction de $C_m, K, S \text{ et } R_b$.

Question 4-5 : Conclure quand au respect de l'exigence (1.2.1) indiquée sur le diagramme d'exigences, (on donne $C_m = 20Nm$; $R_b = 0,35m$; $K = 0,3$; $S = 7000mm^2$).

5- Déformation du portique

Dans cette partie, on s'intéresse à la déformation en flexion du portique supportant l'ensemble du mécanisme de la tête d'impression sous l'effet de son propre poids.
On adoptera le modèle simplifié représenté sur la **figure 8**.

La poutre (1) , de longueur L et de section carré de côté a , repose sur deux appuis simples aux points A et B et supporte une charge linéique repartie constante $\vec{Q} = -q_0.\vec{y}$.

On pose : $\overrightarrow{AB} = L.\vec{x}_0$.

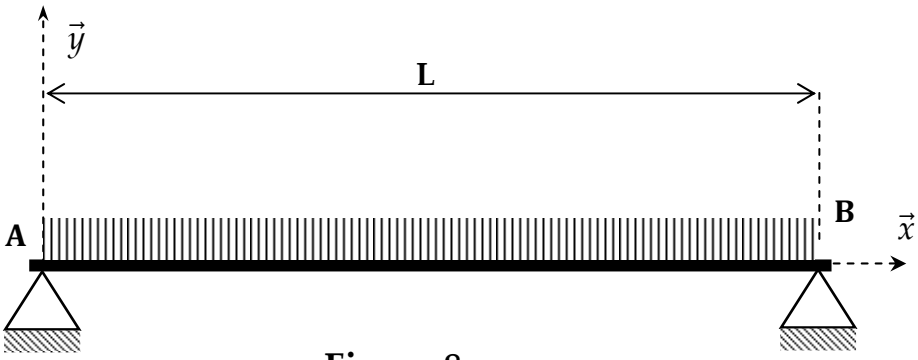


Figure 8

Le moment quadratique de la section droite par rapport à l'axe (G, $\vec{z}$) est noté: $I_{GZ} = \frac{a^4}{12}$.

On pose, σ_e la contrainte à la limite élastique en traction et s le coefficient de sécurité.

Question 5-1 : Déterminer F_A et F_B : les inconnues des liaisons aux points A et B, en fonction de q_0 et L.

Question 5-2 : Déterminer les expressions de l'effort tranchant $T_y(x)$ et du moment de flexion $M_{fz}(x)$ du torseur de cohésion.

Question 5-3 : Tracer les diagrammes de l'effort tranchant $T_y(x)$ et du moment de flexion $M_{fz}(x)$, en déduire l'expression du moment de flexion maximal $\left|M_{fz}\right|_{\max}$ en fonction de q_0 et L.

Question 5-4 : Donner l'expression de la contrainte normale maximale dans la section de la poutre $\sigma_{\max}$ en fonction de q_0 , a et L.

Question 5-5 : Déterminer l'expression de la valeur minimale du côté (a) de la poutre permettant de résister à la charge, en fonction de σ_e , q_0 , s et L .

Question 5-6 : On désire déterminer l'expression de la déformée y(x) sachant que $E.I_{Gz}.y''(x) = Mf_z(x)$. Avec E : module de Young du matériau.

Question 5-6-a : Donner deux conditions aux limites pour la déformée de la poutre.

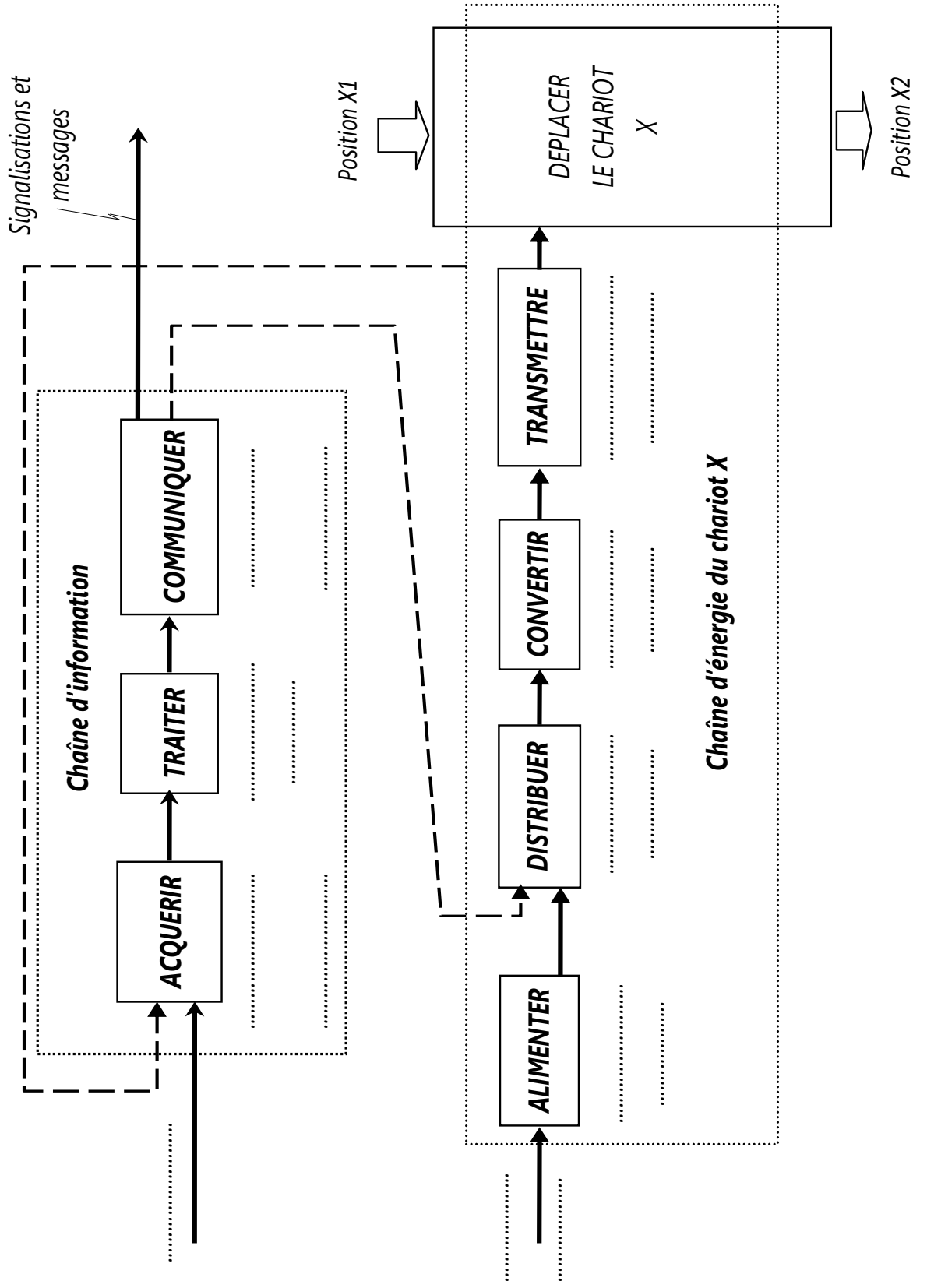
Question 5-6-b : Déterminer alors, l'expression de la déformée y(x).

Question 5-6-c : Montrer que la flèche maximale est : $y_{\max} = \frac{5.q.L^3}{384.E.I_{Gz}}$.

Fin de l'énoncé

Ne rien écrire dans ce cadre

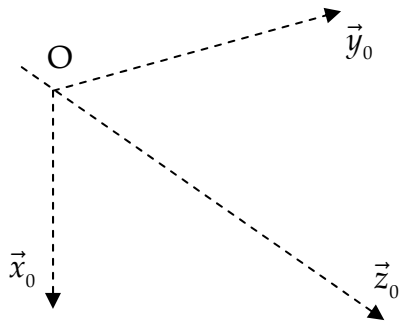
DR1 – A RENDRE AVEC LA COPIE



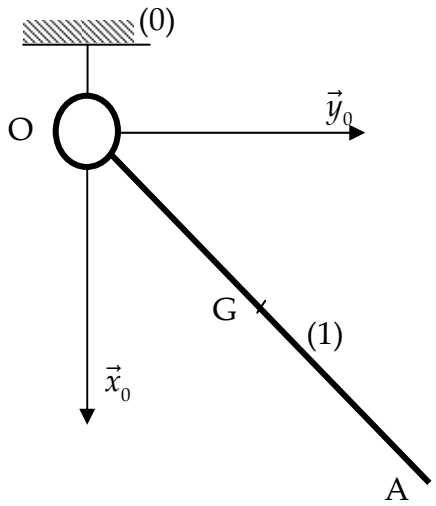
Ne rien écrire dans ce cadre

DR2 – A RENDRE AVEC LA COPIE

Question 1-6 : Dessiner le schéma cinématique spatial de la liaison pivot d'axe $(O,\vec{z}_0)$.



Question 1-8 : On pose $\left\|\overrightarrow{V(A\in 1/0)}\right\| = 0,03 m/s$, tracer la vitesse du point A à l'échelle : $0,01 m/s \rightarrow 20\, mm$ **.**



Question 1-9 : Tracer la vitesse du point G et donner sa norme.

$$\left\|\overrightarrow{V(G\in 1/0)}\right\| = \text{..... } m/s$$

DOCUMMENT ANNEXE 1

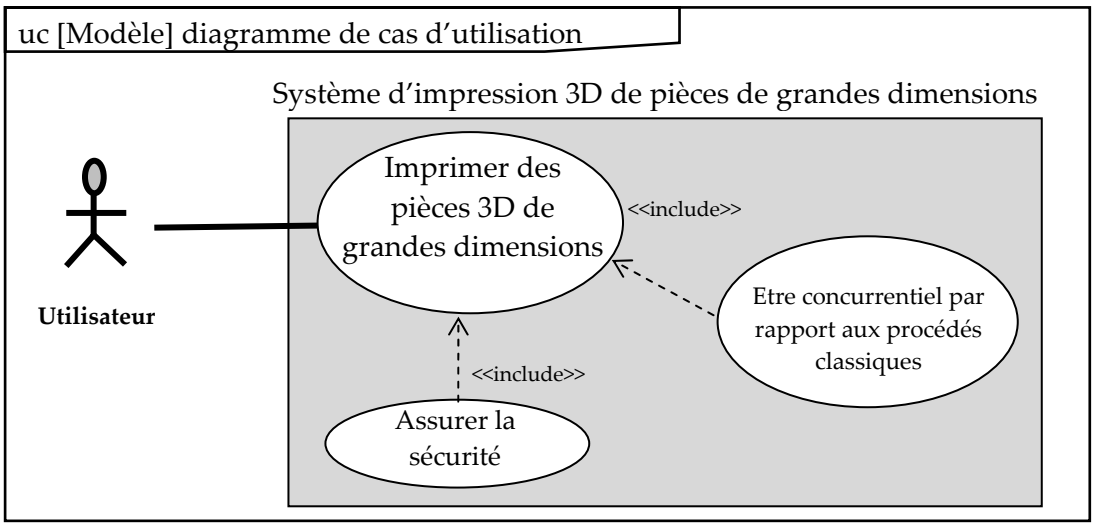


Diagramme de cas d'utilisation

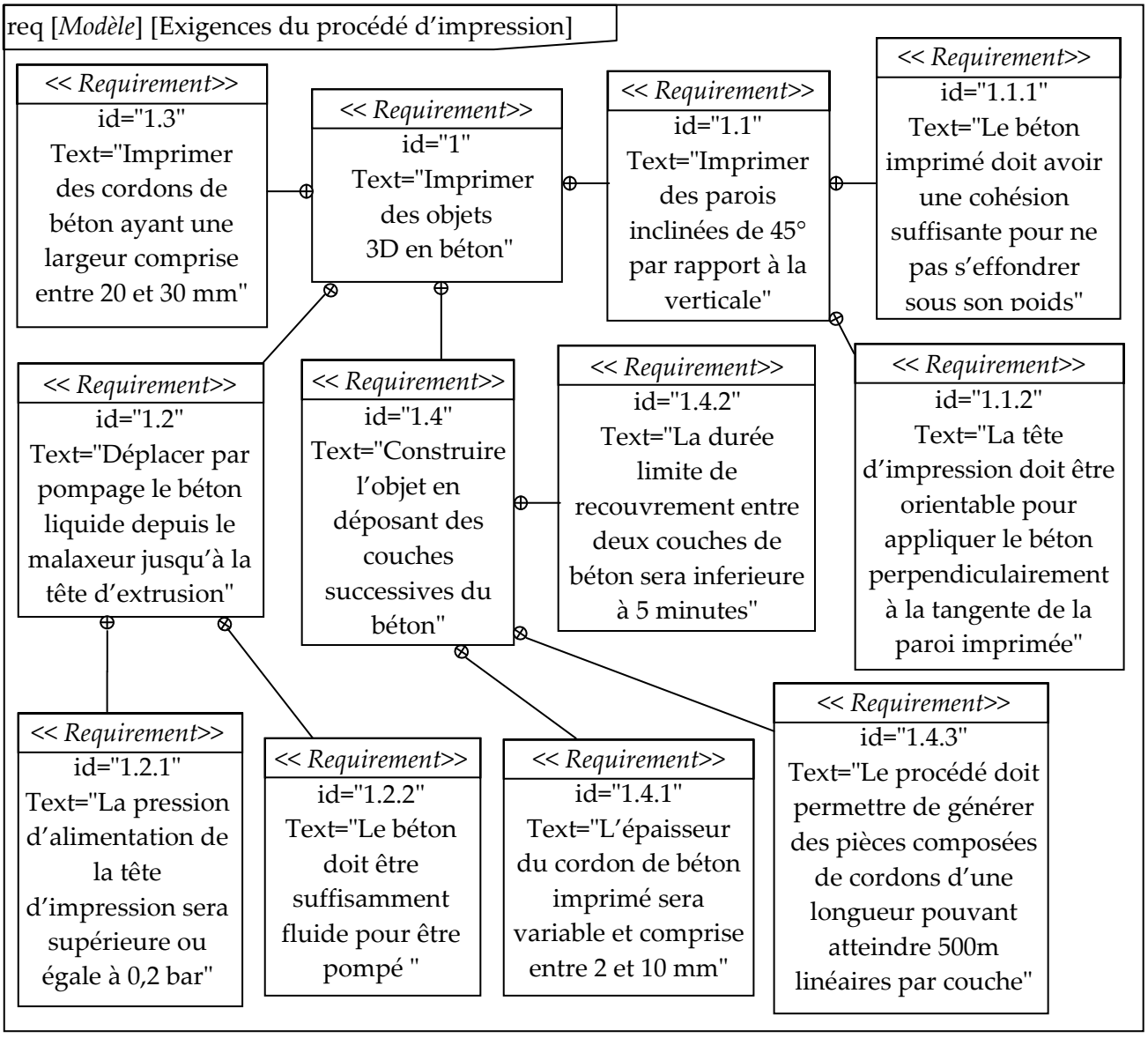


Diagramme des exigences

DOCUMMENT ANNEXE 2

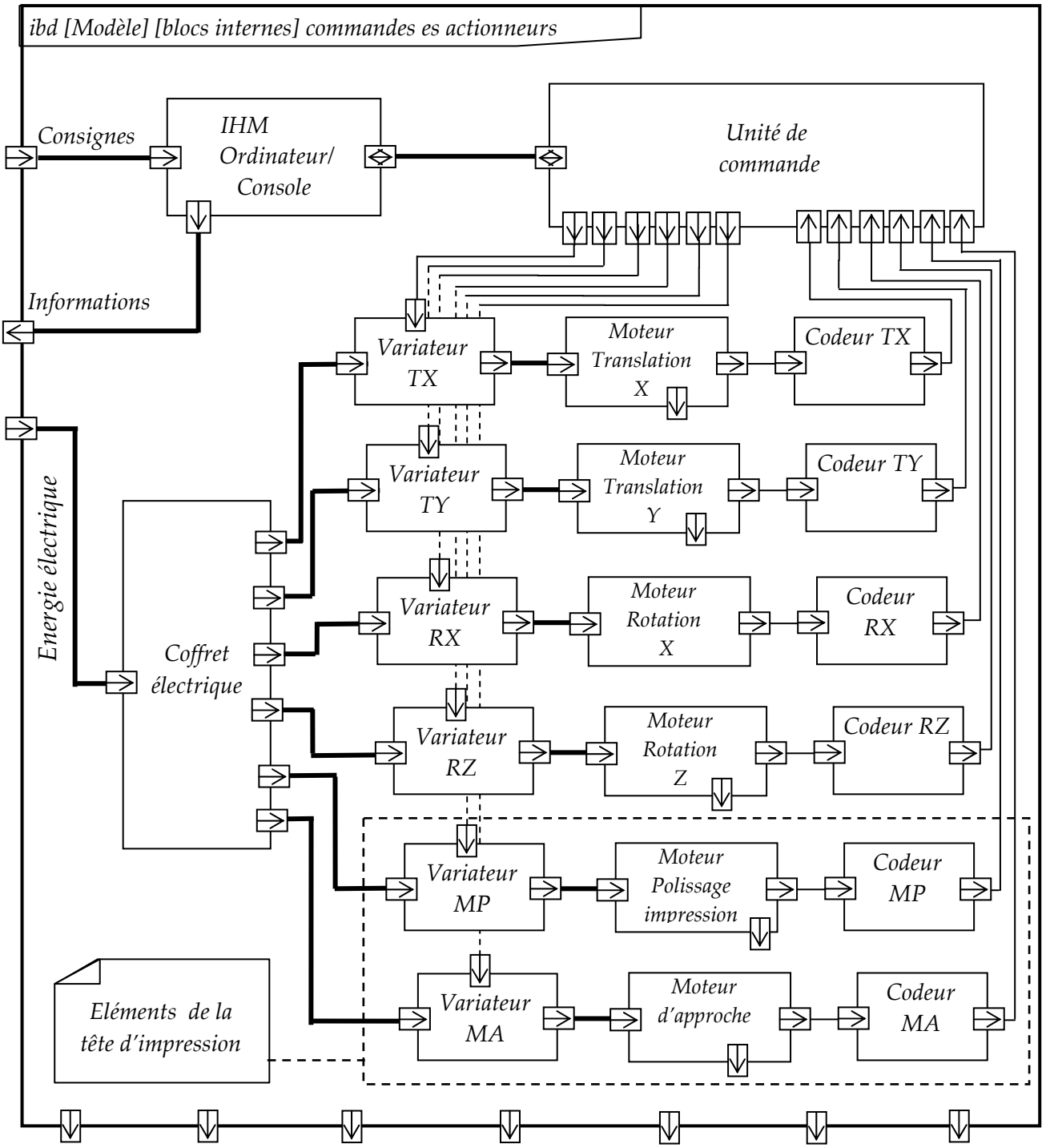


Diagramme de blocs internes partiel pour la commande des actionneurs.

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

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

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