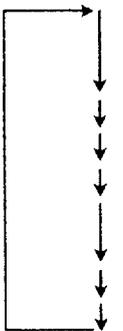


Etude A : répondre sur feuille(s) de copie distincte(s).

Problème technique à résoudre : choisir les paliers à douilles à billes participant au guidage en translation d'un support de forme.

Mise en situation du carrousel de l'encaisseuse "ELCC"

Le carrousel 1 schématisé ci-dessous, possède quatre supports de forme, identiques et indépendants repérés 2a, 2b, 2c et 2d. Ils sont distribués symétriquement autour de son axe de rotation (O_0, \vec{x}_1) .

Chronologie des étapes de fonctionnement du support de forme 2a pour un tour de carrousel 1. (voir pages 3 et 4 de la présentation générale)	
	<p>En position 1 : descentes successives de 2a par un axe numérique, selon la hauteur variable des quatre lits (maximum) à charger. Après chaque course, chargement par le poussoir tactile d'un lit dans 2a de façon à construire la forme.</p> <p>Rotation d'un quart de tour du carrousel 1 (position 2).</p> <p>Rotation d'un autre quart de tour du carrousel 1 (position 3).</p> <p>En position 3 : montée totale de 2a par un vérin V. (localisation de l'étude A)</p> <p>Déchargement de 2a par le poussoir de forme qui remplit un carton présenté par le retourneur double.</p> <p>Rotation d'un quart de tour du carrousel 1 (position 4).</p> <p>Rotation d'un autre quart de tour du carrousel 1 (position 1).</p>

0 = Bâti

1 = Carrousel

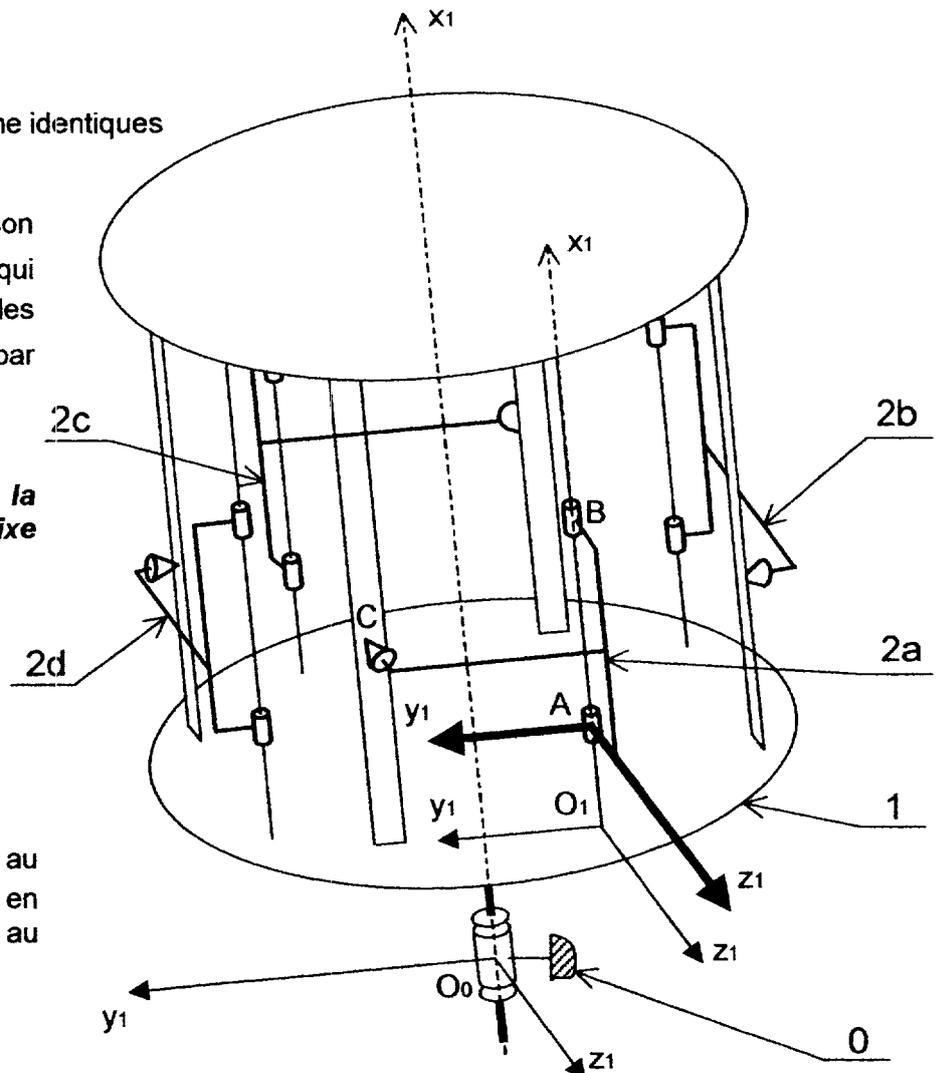
2a = 2b = 2c = 2d ⇒ Supports de forme identiques

Chaque support de forme est en liaison glissière suivant un axe // à (O_0, \vec{x}_1) qui est matérialisé par deux douilles à billes de centres A et B d'axe (O_1, \vec{x}_1) et par un galet en C.

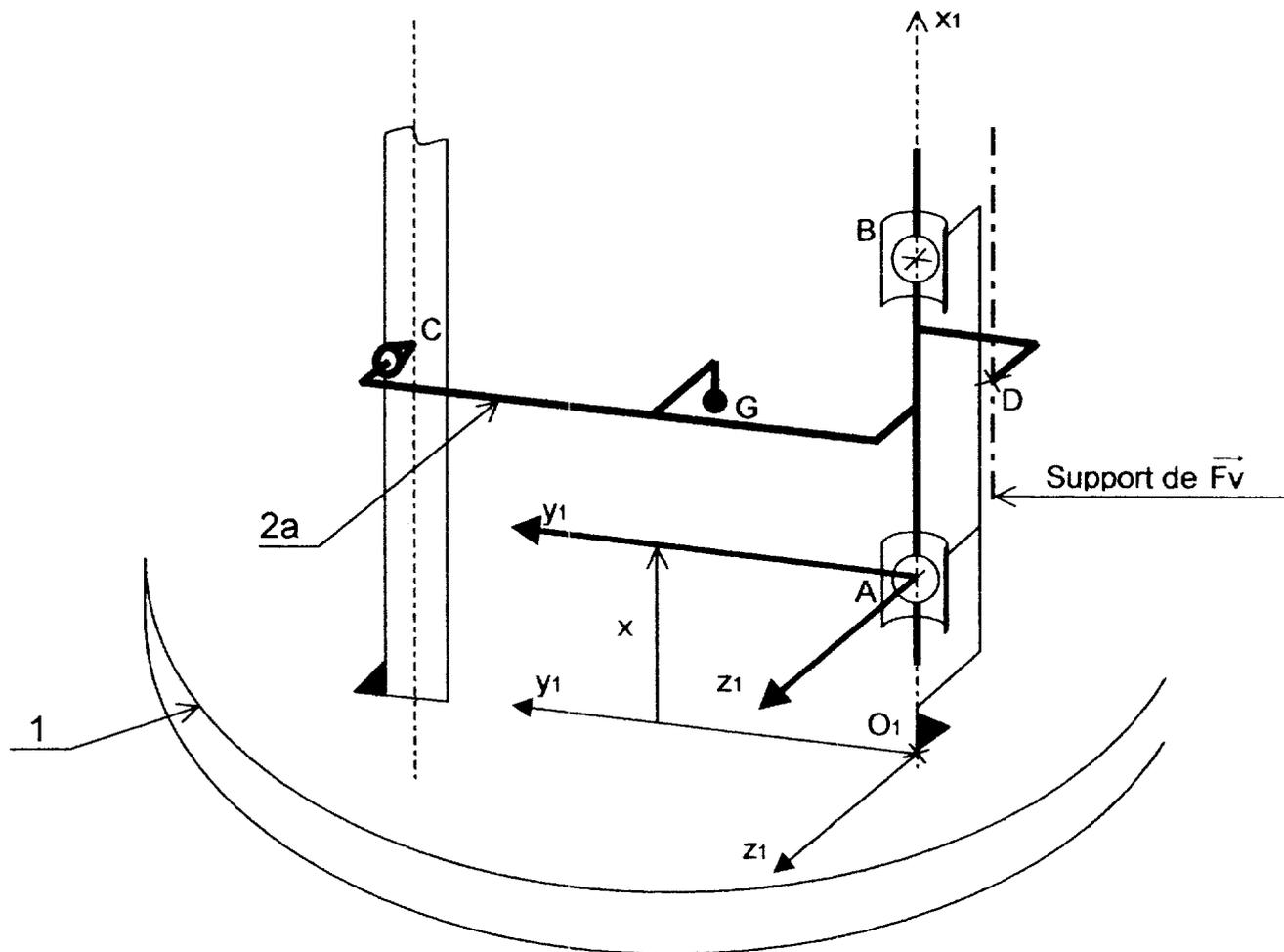
L'étude A sera effectuée dans la position 3 où le carrousel 1 est fixe par rapport au bâti 0.

Le repère $R_1 = (O_0, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ lié au carrousel fixe 1 peut être considéré comme galiléen.

$R_{2a} = (A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est le repère lié au support de forme 2a qui est en translation rectiligne par rapport au repère R_1 .



Paramétrage du support de forme 2a en position 3, dans l'étape de montée



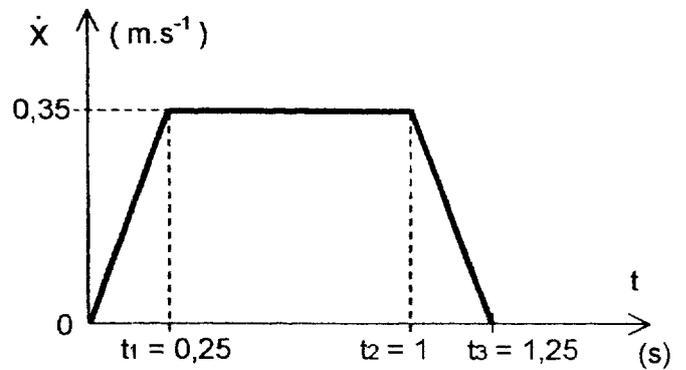
Géométrie et hypothèses

- On note par $\Sigma = \{ 2a, 4 \text{ lits} \}$ le système matériel en translation suivant (O_1, \vec{x}_1) .
- G est le centre de gravité de Σ .
- La masse maximale de Σ est $m = 17 \text{ kg}$.
- La position de Σ est paramétrée par $\vec{O_1A} = x \cdot \vec{x}_1$.
- Les points A, B et C appartiennent au plan $(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1)$.
- En D, l'action du vérin V assurant la montée de 2a est un glisseur de résultante $\vec{F}_v = \|\vec{F}_v\| \cdot \vec{x}_1$.
- $\vec{AB} = 310 \cdot \vec{x}_1$
- $\vec{AC} = 185 \cdot \vec{x}_1 + 602 \cdot \vec{y}_1$
- $\vec{AD} = 245 \cdot \vec{x}_1 - 44 \cdot \vec{y}_1 + 44 \cdot \vec{z}_1$
- $\vec{AG} = 173 \cdot \vec{x}_1 + 283 \cdot \vec{y}_1 - 29 \cdot \vec{z}_1$
- En A, liaison linéaire annulaire parfaite d'axe (A, \vec{x}_1) .
- En B, liaison linéaire annulaire parfaite d'axe (B, \vec{x}_1) .
- En C, liaison ponctuelle parfaite de normale (C, \vec{z}_1) .
- L'accélération de la pesanteur est $\vec{g} = -9,81 \cdot \vec{x}_1 \text{ (m.s}^{-2} \text{)}$.

Travail demandé

A.1 – Détermination des efforts sur les douilles à billes.

A.11 – La loi des vitesses du mouvement de montée du système matériel Σ est une loi supposée en trapèze, définie ci-contre. Σ effectue une course en translation de 350 mm pendant cette montée. Déterminer la composante algébrique d'accélération \ddot{x} de Σ .



A.12 – Isoler le système matériel Σ dans la phase d'accélération. Ecrire dans la base $B_1 = (\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$, les torseurs des actions mécaniques extérieures au système matériel isolé.

A.13 – Enoncer le Principe Fondamental de la Dynamique appliqué à Σ . En déduire $\|\vec{F}_v\|$ en fonction de m , $\|\vec{g}\|$, et \ddot{x} .

A.14 – La résolution du système d'équations (à ne pas faire) montre que toutes les coordonnées des actions mécaniques de liaison sont proportionnelles à $\|\vec{F}_v\|$. En exploitant la loi du A.11 expliquer pourquoi les charges radiales sur les douilles à billes seront maximales en phase d'accélération.

A.2 – Choix des paliers à douilles à billes.

Une étude dynamique complète montre que les charges maximales sur les douilles à billes de Σ , peuvent être modélisées par les torseurs d'actions mécaniques suivants : (N et N.m)

$$[\mathfrak{I}_{1 \rightarrow \Sigma}]_A = {}_A \left\{ \begin{array}{c} \vec{A}_{1 \rightarrow \Sigma} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = A \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 201 & 0 \\ -45 & 0 \end{array} \right\}_{(x_1, y_1, z_1)}$$

$$[\mathfrak{I}_{1 \rightarrow \Sigma}]_B = {}_B \left\{ \begin{array}{c} \vec{B}_{1 \rightarrow \Sigma} \\ \vec{0} \end{array} \right\} = B \left\{ \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ -201 & 0 \\ 45 & 0 \end{array} \right\}_{(x_1, y_1, z_1)}$$

Idem obtenus par logiciel

	Force (N)	Moment (N.mm)
A 1/2	0.000000 201.020613 -44.876161	0.0000 0.0000 0.0000
B 1/2	0.000000 -201.020613 44.876161	0.0000 0.0000 0.0000

Les principaux éléments de la méthode de détermination des douilles à billes INA sont fournis dans la documentation ressource pages 12 et 13.

La vitesse moyenne d'un aller-retour de Σ (700 mm réalisé en 2,5 s) est de 0,28 m.s⁻¹.
Chaque support de forme effectue 8 aller-retours par minute.

La machine doit avoir une durée de vie de 8 ans ; elle fonctionne 14 h/j et 300 j/an.

Les arbres de guidage ont une dureté de 60 HRC.

L'orientation de la charge n'est pas définie sur les douilles à billes.

Une étude de flexion de l'arbre a permis d'arrêter un arbre \varnothing mini = 16 mm dont le défaut géométrique maximal vaut $\varphi = 1,35'$.

On adoptera un rapport $F/C = 0,1$ entre la charge radiale maximale et la charge de base dynamique.

A.21 – Déterminer la durée de vie nominale L_h souhaitée en heures de fonctionnement pour les douilles à billes.

A.22 – Déterminer la charge radiale maximale F .

A.23 – Déterminer les références des paliers à douilles à billes INA en série massive qu'il faut utiliser en tenant compte des facteurs correcteurs f_H , f_s et K_f . Expliquer votre démarche.