

| DATE |    |    | HEURE DÉBUT | HEURE FIN |
|------|----|----|-------------|-----------|
| 11   | 01 | 25 | 8h 10       | 10h 10    |

|        |       |
|--------|-------|
| CLASSE | PCSIb |
|--------|-------|

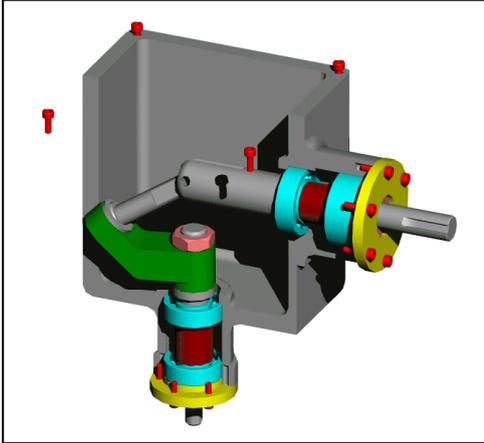
|         |        |
|---------|--------|
| matière | S.I.I. |
|---------|--------|

|            |             |
|------------|-------------|
| professeur | LILLONI 169 |
|------------|-------------|

|           |  |   |   |
|-----------|--|---|---|
| CONSIGNES | Calculatrice   | OUI <input checked="" type="checkbox"/> | NON <input type="checkbox"/>            |
|           | Documents  | OUI <input type="checkbox"/>            | NON <input checked="" type="checkbox"/> |
|           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les 3 exercices du sujet sont indépendants et à <u>présenter sur des copies séparées et numérotées</u> (points en moins sinon)</li> <li>- Les <u>résultats</u> sont à encadrer (points en moins sinon)</li> <li>- Sortie aux toilettes de 5 min autorisée à partir de 9h10.</li> <li>- Pas de téléphone sinon exclusion immédiate.</li> </ul> |   |   |

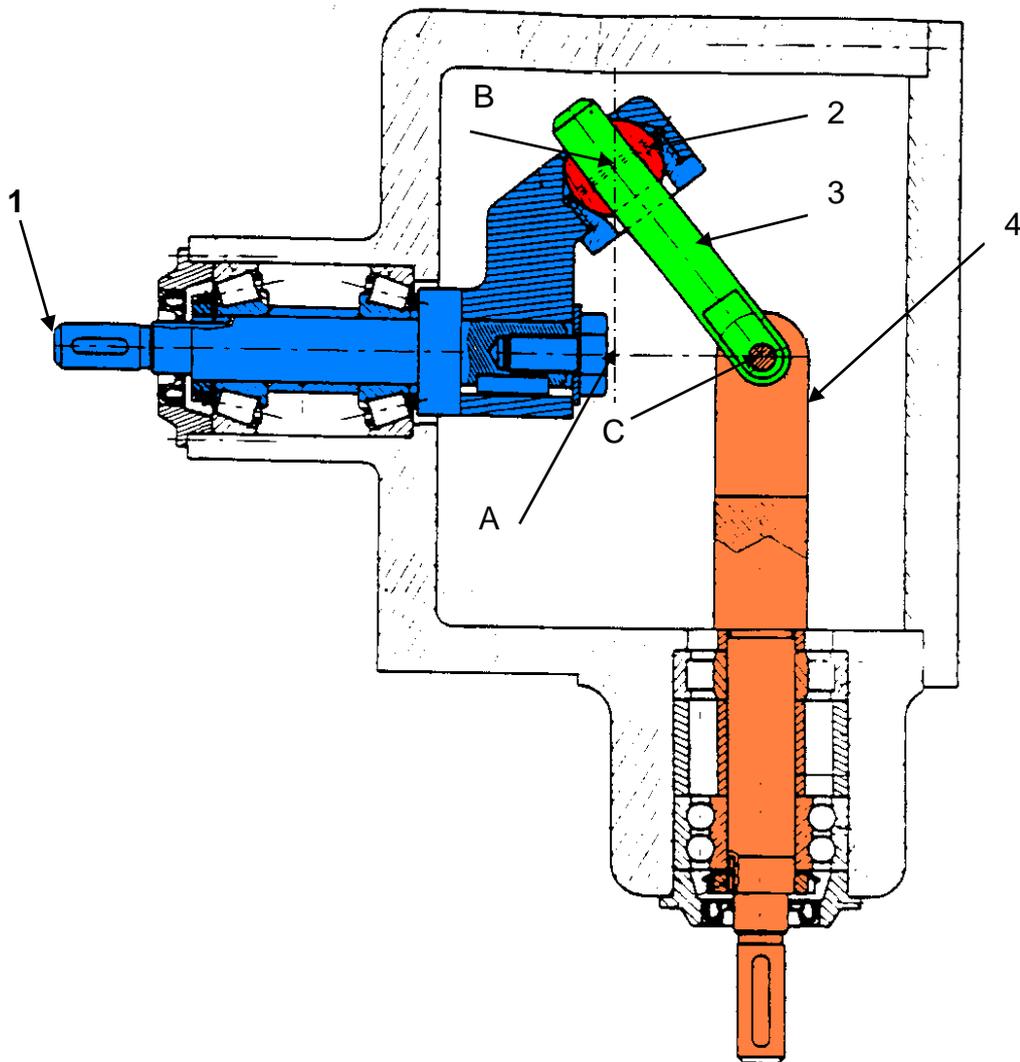
## MELANGEUR

## Description



Le mécanisme dont le schéma cinématique minimal est donné page 2 représente un mélangeur. Un moto-réducteur non représenté entraîne en rotation uniforme autour de l'axe  $(A, \vec{y}_0)$  l'arbre d'entrée 1. Le déplacement de l'axe de transmission 3, ainsi produit, permet la rotation alternative de l'arbre récepteur 4 autour de l'axe  $(C, \vec{z}_0)$ .

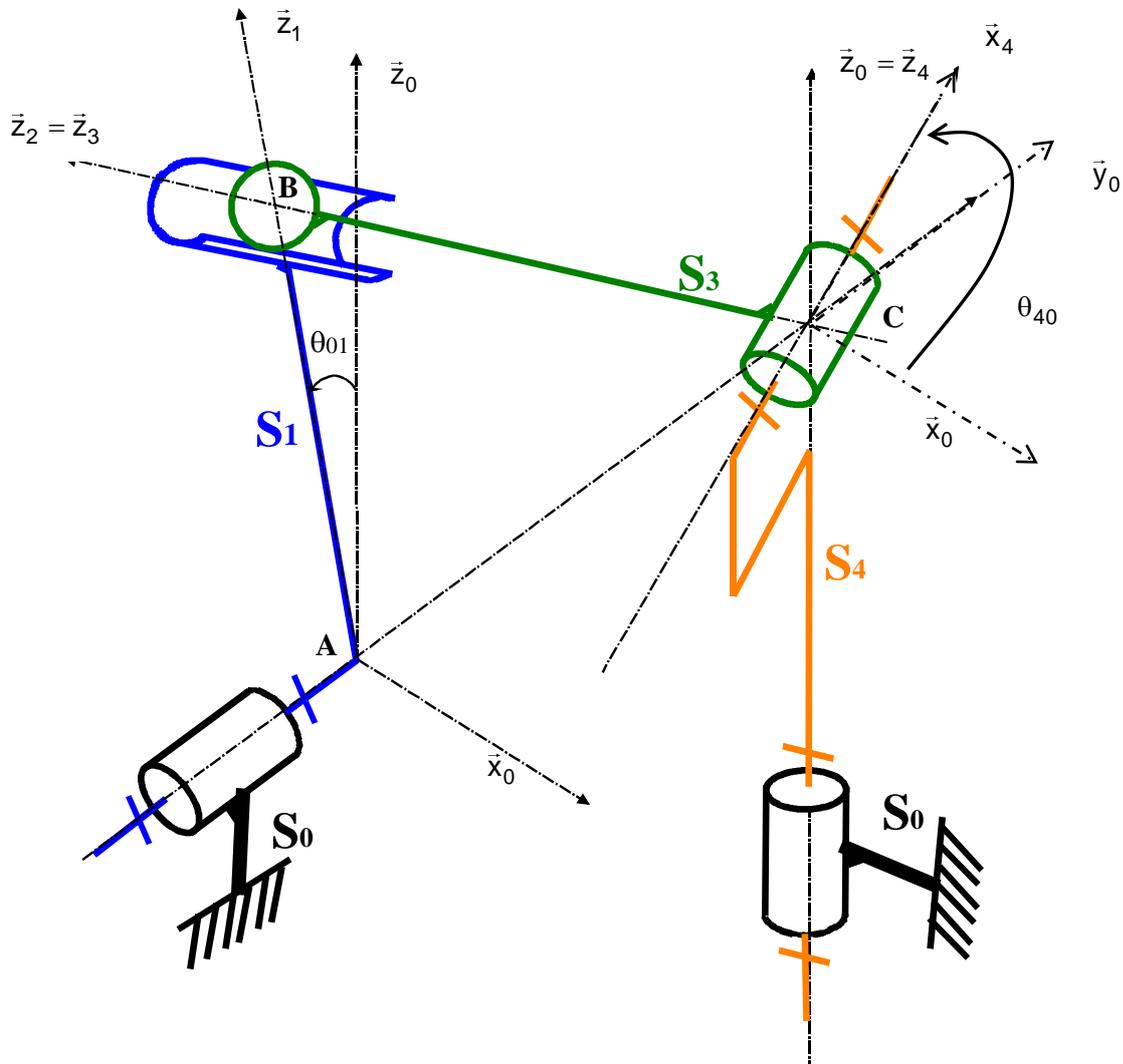
## Dessin technique en coupe du mélangeur



La pièce 2 a une géométrie sphérique.

## Schéma cinématique minimal en perspective isométrique

En utilisant une liaison entre 1 et 3 équivalente à l'association « en série » des liaisons entre 1 et 2 et entre 2 et 3.



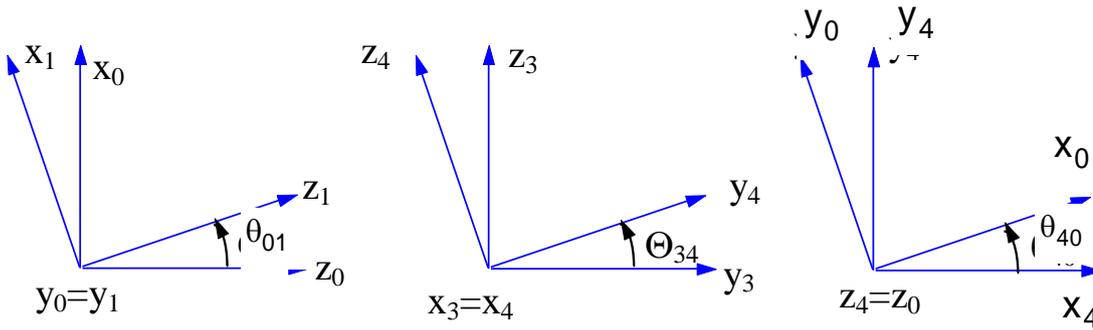
### Repères associés aux solides

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| $B_0 = R_0 = (A; \bar{x}_0; \bar{y}_0; \bar{z}_0)$ | lié au bâti <b>0</b>                 |
| $B_1 = R_1 = (A; \bar{x}_1; \bar{y}_1; \bar{z}_1)$ | lié à l'arbre d'entrée <b>1</b>      |
| $B_3 = R_3 = (B; \bar{x}_3; \bar{y}_3; \bar{z}_3)$ | lié à l'axe de transmission <b>3</b> |
| $B_4 = R_4 = (C; \bar{x}_4; \bar{y}_4; \bar{z}_4)$ | lié à l'arbre de sortie <b>4</b>     |

### Paramétrage

La géométrie :  $\overline{AB} = l\vec{z}_1$        $\overline{CB} = \lambda\vec{z}_3 = \lambda\vec{z}_2$        $\overline{AC} = h\vec{y}_0$

La position angulaire des repères les uns par rapport aux autres.



Les valeurs géométriques constantes dans ce mécanisme sont l et h. Et on pourra montrer que  $\lambda$  l'est aussi.

### Torseurs cinématiques associés aux liaisons $L_{i/j}$

$$\left\{ V(S_i / S_j) \right\}_A = \begin{Bmatrix} p_{ij} & u_{ij} \\ q_{ij} & v_{ij} \\ r_{ij} & w_{ij} \end{Bmatrix}_A$$

avec

$$\begin{cases} \vec{\Omega}(S_i / S_j) = p_{ij}\vec{x} + q_{ij}\vec{y} + r_{ij}\vec{z} \\ \vec{V}(A, S_i / S_j) = u_{ij}\vec{x} + v_{ij}\vec{y} + w_{ij}\vec{z} \end{cases}$$

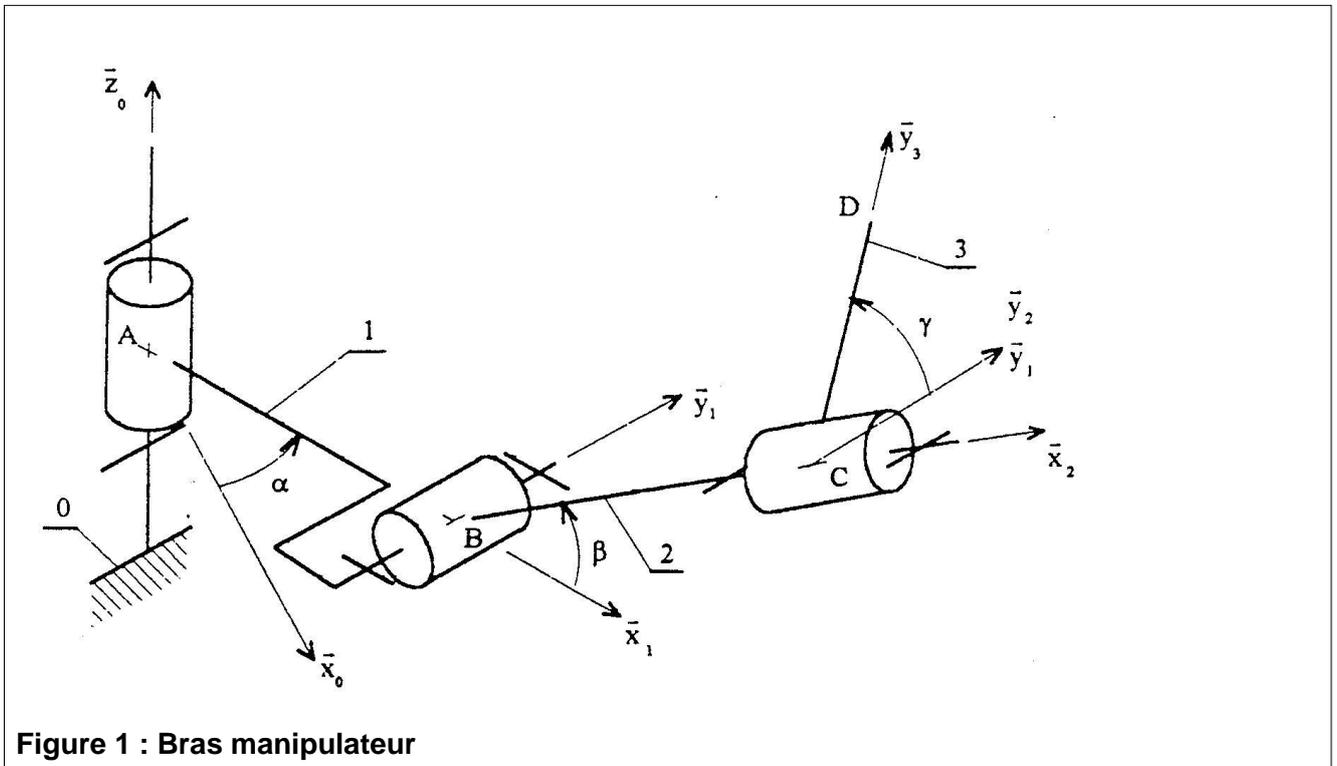
### TRAVAIL DEMANDE

- Q1. Donner le schéma cinématique et la forme du torseur d'une liaison sphérique de centre B. Quel est son autre nom ?
- Q2. Donner les schémas cinématiques plan et 3D et la forme du torseur d'une liaison pivot glissant d'axe  $(B, \vec{z}_2)$ .
- Q3. Déterminer par calcul la liaison équivalente à l'association en série d'un liaison sphérique en B entre 1 et 2 et d'un liaison pivot glissant d'axe  $(B, \vec{z}_2)$  entre 2 et 3. On écrira tout d'abord les torseurs cinématiques associés à chacune des 2 liaisons.
- Q4. Tracer le graphe de liaison du mécanisme schématisé en page 3 en indiquant les noms et caractéristiques géométriques des liaisons.
- Q5. Ecrire les torseurs cinématiques associés aux liaisons précédemment déterminées en utilisant les notations ci-dessus.

## BRAS MANIPULATEUR

Le robot dont le schéma cinématique est donné figure 1 est un bras manipulateur utilisé dans l'industrie automobile. C'est un robot 3 axes constitué de 3 solides indéformables et d'un bâti.

Le corps (1) est en liaison pivot d'axe  $(A, \vec{z}_0)$  avec le bâti (0). Le bras (2) est en liaison pivot d'axe  $(B, \vec{y}_1)$  avec le corps (1). Le poignet (3) est en liaison pivot d'axe  $(C, \vec{x}_2)$  avec le bras (2).



Le paramétrage est le suivant :

|                                    |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| $\overrightarrow{AB} = h\vec{x}_1$ | $\overrightarrow{BC} = d\vec{x}_2$ | $\overrightarrow{CD} = L\vec{y}_3$ |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|

Le paramétrage angulaire est le suivant :

|                                   |                                  |                                   |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$ | $\beta = (\vec{x}_1, \vec{x}_2)$ | $\gamma = (\vec{y}_2, \vec{y}_3)$ |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|

- Q6. Proposer un graphe de liaison du mécanisme.
- Q7. Proposer les figures de calcul qui montrent les rotations des différents repères les uns par rapport aux autres. En déduire les vecteurs rotations correspondant.
- Q8. Donner les définitions et propriétés du produit vectoriel.
- Q9. Calculer les produits vectoriels suivants en les exprimant en un minimum de termes :  $\vec{x}_1 \wedge \vec{x}_0$ ;  $\vec{y}_1 \wedge \vec{x}_0$ ;  $\vec{y}_3 \wedge \vec{x}_0$ ;  $\vec{z}_3 \wedge \vec{y}_1$
- Q10. Montrer que  $\vec{V}(A,1/0) = \vec{0}$  . Calculer le vecteur vitesse  $\vec{V}(B,1/0)$  par changement de point.
- Q11. Calculer le vecteur vitesse  $\vec{V}(C,2/0)$ .
- Q12. Calculer le vecteur vitesse  $\vec{V}(D,3/0)$ .
- Q13. Calculer le vecteur accélération :  $\vec{a}(B/0)$  par dérivation de  $\vec{V}(B,1/0) = \vec{V}(B/0)$
- Q14. Calculer  $\vec{V}(D,3/0) \wedge \vec{z}_0$  et en déduire les relations scalaires que doivent vérifier les paramètres angulaires variables pilotés si D peut suivre une trajectoire rectiligne selon  $\vec{z}_0$  . Conclure.

**SCIE ALTERNATIVE PORTATIVE**

Le dessin d'ensemble ci-dessous représente le mécanisme d'une scie alternative portable à commande pneumatique.

Le principe de fonctionnement consiste à transformer un mouvement de rotation continue de l'arbre d'un moteur pneumatique en un mouvement de translation alternative d'une lame de scie (repérée 49).

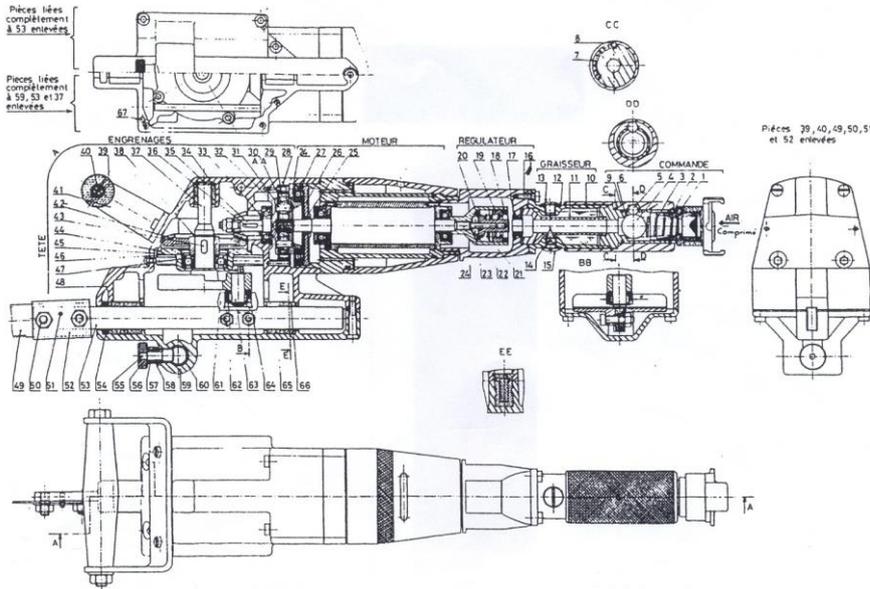


Figure 1 : dessin de définition de la scie alternative portable.

On modélise le mécanisme de transformation de mouvement par le schéma cinématique de la figure 2 :

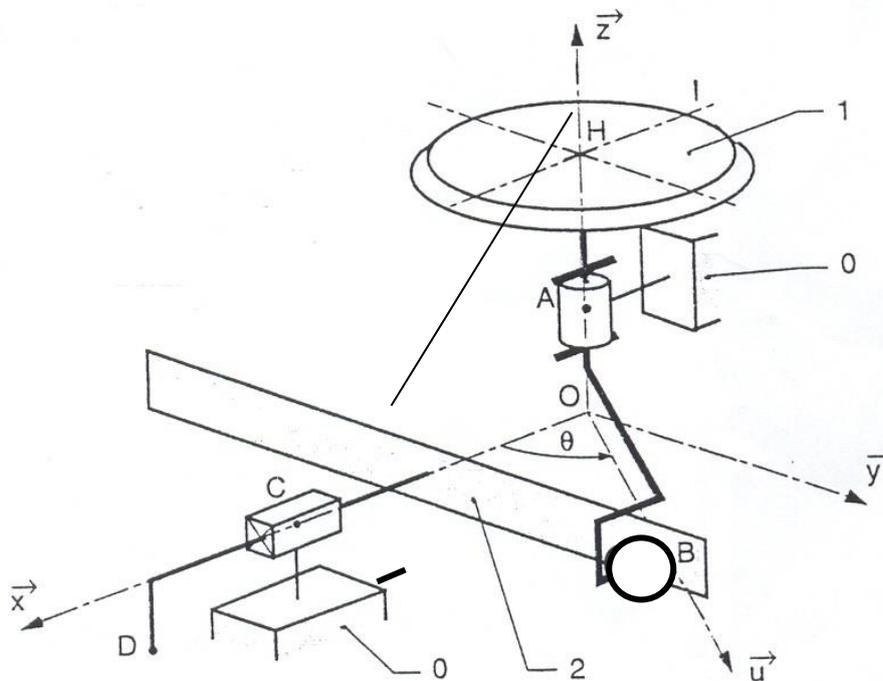


Figure 2 : schéma cinématique du mécanisme de transformation de mouvement de la scie

Le mécanisme ainsi modélisé est constitué de :

- 0 le bâti associé au repère  $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$
- 1 l'arbre d'entrée associé au repère  $(O, \vec{u}, \vec{v}, \vec{z})$
- 2 le coulisseau associé au repère  $(D, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

La liaison glissière de direction  $\vec{x}$  entre 0 et 2 permet le guidage en translation de la lame de scie.

La liaison entre 0 et 1 est une pivot d'axe  $(O, \vec{z})$ .

Le point B est défini par :  $\vec{OB} = e\vec{u}$

Le point D est défini par :  $\vec{OD} = -f\vec{z} + d\vec{x}$  et  $\vec{BD} = -f\vec{z} + g\vec{x} + h\vec{y}$

On remarquera que seuls h et d ne sont pas des longueurs constantes dans ce paramétrage.

On note le torseur cinématique du mouvement de j/i exprimé en M :

$$\{V_{j/i}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}_{ji} = p_{ji}\vec{x} + q_{ji}\vec{y} + r_{ji}\vec{z} \\ \vec{V}(M,2/1) = u_{ji}\vec{x} + v_{ji}\vec{y} + w_{ji}\vec{z} \end{array} \right\}_{M, (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{l|l} p_{ji} & u_{ji} \\ q_{ji} & v_{ji} \\ r_{ji} & w_{ji} \end{array} \right\}_{M, (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

La liaison ponctuelle en B de normale  $\vec{x}$  entre 2 et 1 présente 5 degrés de liberté et est caractérisée par le torseur cinématique :

$$\{V_{2/1}\} = \left\{ \begin{array}{l} \vec{\Omega}_{21} = p_{21}\vec{x} + q_{21}\vec{y} + r_{21}\vec{z} \\ \vec{V}(B,2/1) = v_{21}\vec{y} + w_{21}\vec{z} \end{array} \right\}_{B, (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{l|l} p_{21} & 0 \\ q_{21} & v_{21} \\ r_{21} & w_{21} \end{array} \right\}_{B, (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$$

- Q1. Réaliser le graphe de liaison du mécanisme schématisé figure 2. Faire la figure plane de calcul.**
- Q2. Ecrire la fermeture géométrique OBD et en déduire la relation entrée-sortie entre d,  $\theta$  ainsi que les paramètres géométriques constants nécessaires (voir schéma cinématique)**
- Q3. Donner le nombre de degré de liberté et la forme des torseurs cinématiques correspondant à chacune des liaisons L<sub>01</sub> et L<sub>02</sub>.**
- Q4. Ecrire la fermeture cinématique à l'aide des torseurs, en déduire les 2 relations vectorielles cinématiques.**
- Q5. En déduire un système de 6 équations scalaires à 7 inconnues.**
- Q6. En déduire la relation entrée-sortie du mécanisme reliant  $u_{20}$  à  $r_{10}$  et les paramètres géométriques nécessaires.**
- Q7. Sachant que l'arbre d'entrée 1 tourne à la vitesse constante de 330tr/min, et que e=30mm, tracer l'évolution de la vitesse de la lame de scie 2 par rapport au bâti 0, sur la durée d'un aller et retour. Indiquer les valeurs extrêmes de cette vitesse.**