

**Préparation au concours en SII**

2<sup>ème</sup> partie : cinématique : mouvement plan :

**1- Définition :**

Le solide **S<sub>2</sub>** est en mouvement plan par rapport à **S<sub>1</sub>** si au cours du mouvement le plan **π<sub>2</sub>** lié à **S<sub>2</sub>** est constamment en coïncidence avec le plan **π<sub>1</sub>** lié à **S<sub>1</sub>**.

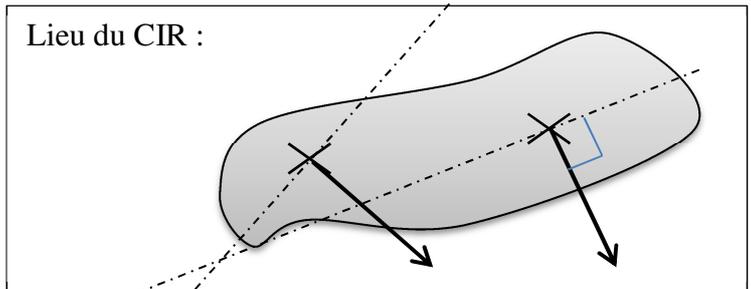
**2- Torseur cinématique :**

.....  
.....  
.....

**3- Centre instantané de rotation « C.I.R. » :**

C'est le point «I» tel que :

$$\vec{V}_{I \in S_2/S_1} = \vec{0}$$

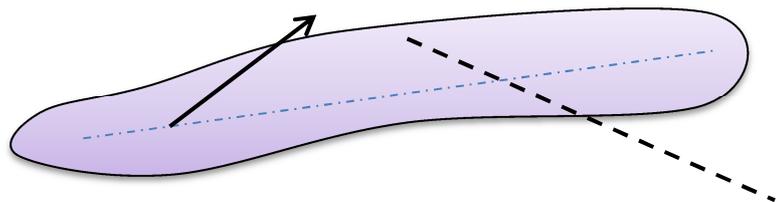


**Principe des trois plans glissants :**

**S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> et S<sub>3</sub> en mouvement plan ==> I<sub>1/2</sub>, I<sub>1/3</sub> et I<sub>3/2</sub> sont alignés**

**4- Equiprojectivité :**

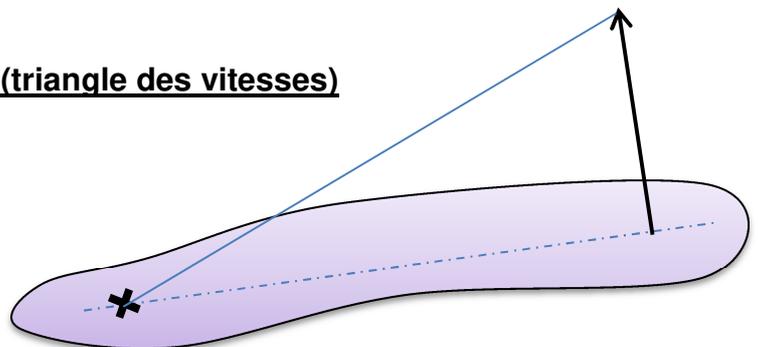
.....  
.....



**NB :** pour appliquer l'équiprojectivité , il faut :..... et.....

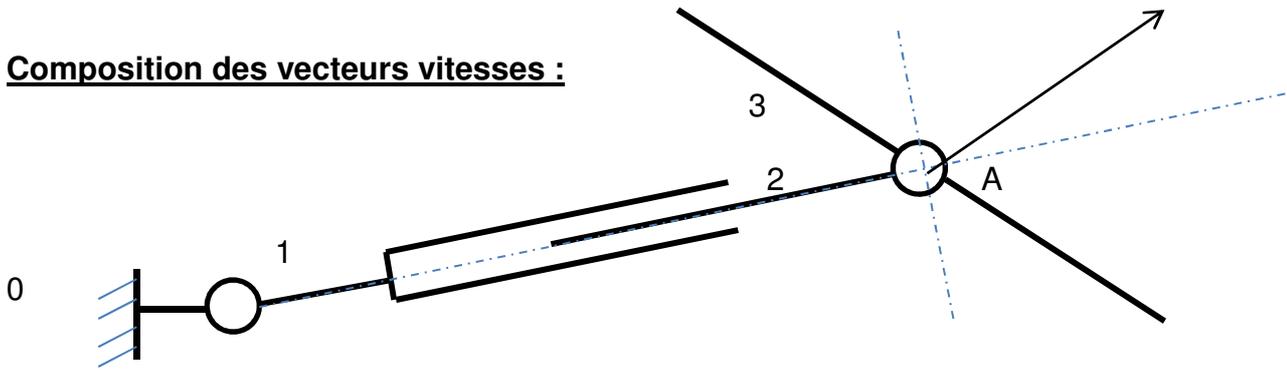
**5- Champ des vecteurs vitesses : (triangle des vitesses)**

.....  
.....  
.....  
.....



**NB :** pour appliquer le champ des vitesses , il faut :..... et.....

**6- Composition des vecteurs vitesses :**



**NB :** pour appliquer la composition des vitesses , il faut :  
..... et .....

**Applications :**

- **CNC 2007, CCP 2006, CNC 2011, CNC 2009. CNC 2017 à revoir aussi :**
- CNC 2012, CNC 2006, CNC 2003

**Etude cinématique « CNC 2007 »**

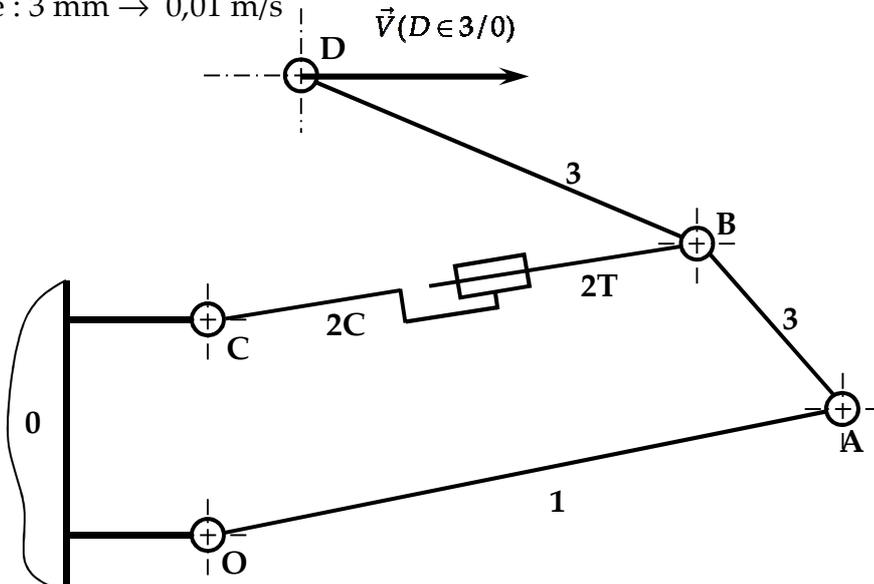
On suppose que le vérin 1 est bloqué (1C=1T) (la longueur  $\lambda_1$  est alors constante) et le vérin 2 est **seul** en action .On désire, déterminer **graphiquement** (dans la position de la figure la vitesse  $\vec{V}(B \in 2T/2C)$  de sortie de la tige du vérin 2 permettant d'obtenir la vitesse imposée  $\vec{V}(D \in 3/0)$  du point D du bras de poussée 3/0.

Les constructions seront effectuées sur la figure 1 du document-réponse et doivent être **justifiées** sur la feuille de rédaction.

La vitesse  $\vec{V}(D \in 3/0)$  de module 0,1 m/s est tracée sur le document-réponse.

- Questions :**
- a) Déterminer et tracer la direction du vecteur vitesse  $\vec{V}(A \in 1/0)$ .
  - b) Déterminer alors le centre instantané de rotation  $I_{30}$  du mouvement de 3/0.
  - c) Déterminer entièrement le vecteur vitesse  $\vec{V}(B \in 3/0)$ .
  - d) Par composition des vecteurs vitesses au point B, déterminer entièrement les vecteurs vitesse  $\vec{V}(B \in 2T/2C)$  et  $\vec{V}(B \in 2C/0)$ .

Echelle : 3 mm  $\rightarrow$  0,01 m/s



## ETUDE DU SYSTEME DE DIRECTION : « CNC 2011 »

Le vérin électrique de direction est modélisé par deux pièces ; le corps (4a) et la tige (4b), de plus on considère dans cette approche que la roue pivote autour de l'axe vertical  $(E_1, \bar{z}_1)$ .

Les liaisons entre les différentes pièces sont :

L(4a/1) : liaison pivot d'axe  $(O_1, \bar{z}_1)$  ; L(4b/4a) : liaison pivot glissant d'axe  $(O_1, \bar{y}_4)$  ;

L(5/4b) : liaison pivot d'axe  $(A_5, \bar{z}_1)$  ; L(5/1) : liaison pivot d'axe  $(B_5, \bar{z}_1)$  ;

L(5/6) : liaison pivot d'axe  $(C_5, \bar{z}_1)$  ; L(6/7) : liaison pivot d'axe  $(D_7, \bar{z}_1)$  ;

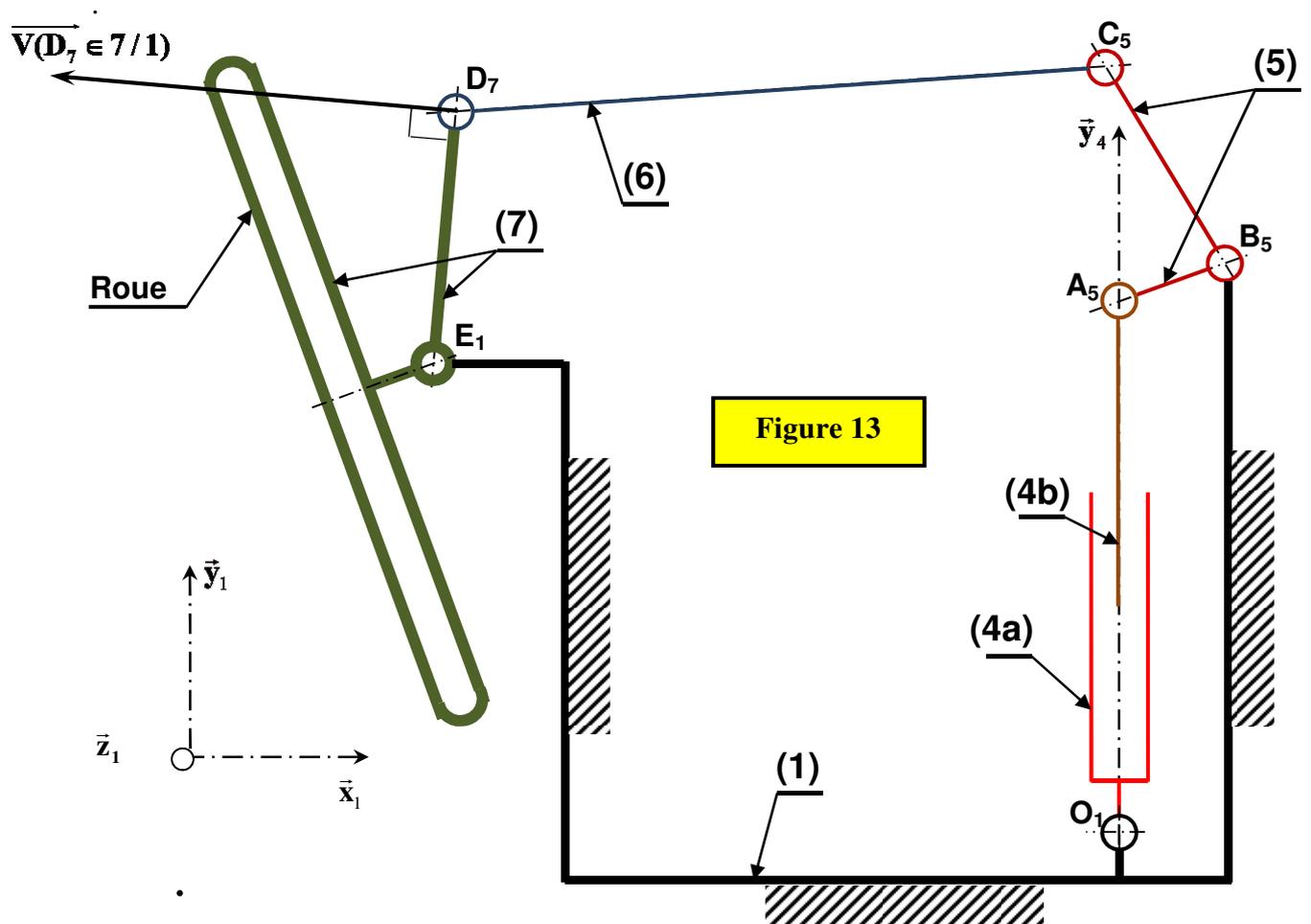
L(7/1) : liaison pivot d'axe  $(E_1, \bar{z}_1)$ .

La vitesse maximale du ROBDRIVE dans un virage à  $90^\circ$  est de 8 km/h, on désire, sous cette condition de déterminer la vitesse de translation de la tige (4b) du vérin électrique, par rapport à son corps (4a) :  $\vec{V}(A_5 \in 4b / 4a)$ .

Lors d'un virage, la roue avant gauche braque en une seconde d'un angle de  $20^\circ$ , ce qui conduit à admettre que  $\|\vec{V}(D_7 \in 7 / 1)\| = 55 \text{ mm/s}$ .

Pour les questions de cette partie on répondra directement sur le **document réponse** et on choisira pour l'échelle des vitesses : **1mm  $\rightarrow$  1mm/s**.

- Quelle est la direction du vecteur vitesse  $\vec{V}(C_5 \in 5 / 1)$ , justifier votre réponse.
- Déterminer par équiprojectivité le vecteur vitesse  $\vec{V}(C_5 \in 5 / 1)$ .
- Déterminer par le champ des vitesses le vecteur vitesse  $\vec{V}(A_5 \in 5 / 1)$ .
- Déterminer graphiquement, les vecteurs vitesse  $\vec{V}(A_5 \in 4b / 4a)$  et  $\vec{V}(A_5 \in 4a / 1)$ , indiquer la norme de  $\vec{V}(A_5 \in 4b / 4a)$



### Etude cinématique : « CNC2009 »

Le support 2 est supposé entraîner en mouvement grâce à un vérin (3+4).

On souhaite déterminer, graphiquement, la vitesse  $\vec{V}_{(B \in 2/0)}$  lorsque le système est dans la position du **document réponse 4**.

#### Données et hypothèses de l'étude :

- 5 reste en contact avec le sol au point A ;
- $\vec{V}_{(D \in 3/4)} = -20 \vec{x}_3$  (en mm.mn<sup>-1</sup>) ;

Les tracés et les commentaires sont à reporter sur le document-réponse .

Questions :

a) Montrer que :  $\vec{V}_{(E \in 1/0)} = \vec{V}_{(E \in 2/0)}$  et  $\vec{V}_{(D \in 2/0)} = \vec{V}_{(D \in 3/0)}$

b) Donner les supports des vitesses :  $\vec{V}_{(B \in 2/0)}$  et  $\vec{V}_{(E \in 1/0)}$ ,

c) En déduire :

-le C.I.R du mouvement de 2 par rapport à 0 ( ce point sera noté  $I_{20}$ ) ;

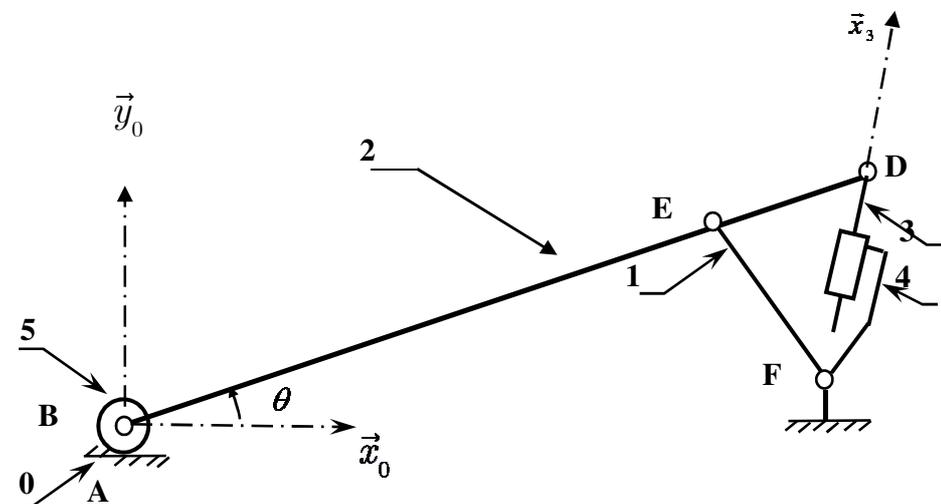
-Le support de la vitesse :  $\vec{V}_{(D \in 2/0)}$  .

a) Ecrire la relation liant les vecteurs vitesses en indiquant leurs supports :

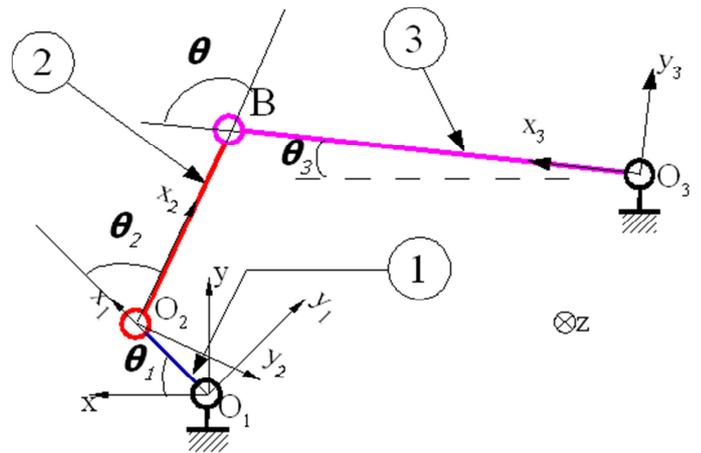
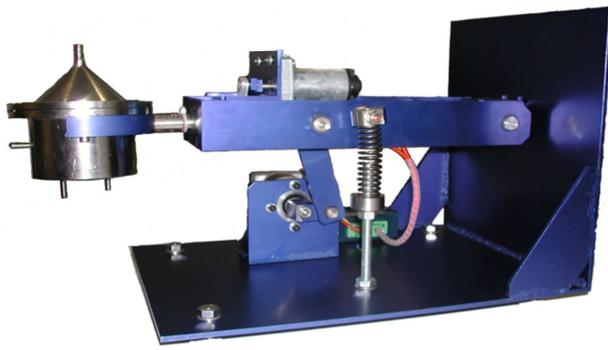
$\vec{V}_{(D \in 3/0)}$ ,  $\vec{V}_{(D \in 3/4)}$  et  $\vec{V}_{(D \in 4/0)}$  ; Déterminer, alors le module de :  $\vec{V}_{(D \in 2/0)}$  ;

e) En déduire le module de :  $\vec{V}_{(B \in 2/0)}$  .

Echelle des vitesses : 2 cm  $\rightarrow$  10 mm.mn<sup>-1</sup>



## CINEMATIQUE GRAPHIQUE « CCP 2006 »



On s'intéresse toujours à la chaîne cinématique n° 1, la chaîne cinématique n°2 étant à l'arrêt, dans la position décrite sur le plan de l'agitateur (document au format A3). On modélise chacune des liaisons constituant cette chaîne n°1 par une liaison pivot (voir figure 1).

**Question 1 :** Justifier que l'on peut faire l'étude cinématique de cette chaîne en 2D.

Le modèle cinématique plan donné est à l'échelle 1/2 sur le document réponse ;  
la vitesse angulaire de rotation de l'excentrique 1 par rapport au bâti 0 est

$$\vec{\Omega}_{1/0} = \omega_{10} \vec{z} = -12 \vec{z} \text{ (rad/s)} ;$$

l'excentricité est définie par :  $\|O_1O_2\| = e = 25 \text{ (mm)}$

l'échelle pour le tracé cinématique sera prise égale à : 10 mm/s représentés par 1 mm ;

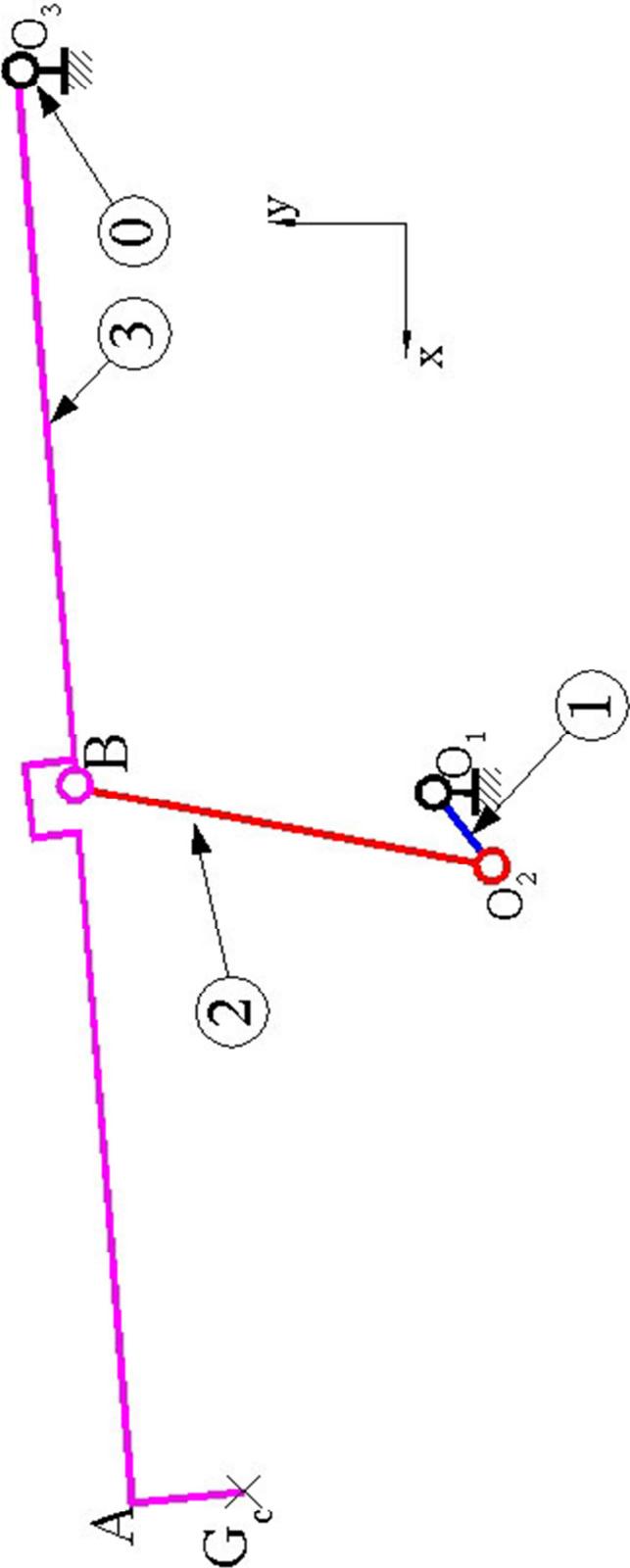
**Question 2 :** Déterminer graphiquement sur le document réponse, le vecteur vitesse linéaire  $\vec{V}_{G_c,3/0}$  du centre de gravité  $G_c$  de l'enceinte thermostatée par rapport au bâti 0.

Justifier chaque étape de construction en expliquant quelles propriétés vous avez utilisées.

Donner la valeur numérique de  $\|\vec{V}_{G_c,3/0}\|$

échelle cinématique :  
1mm correspond à 10 mm/s

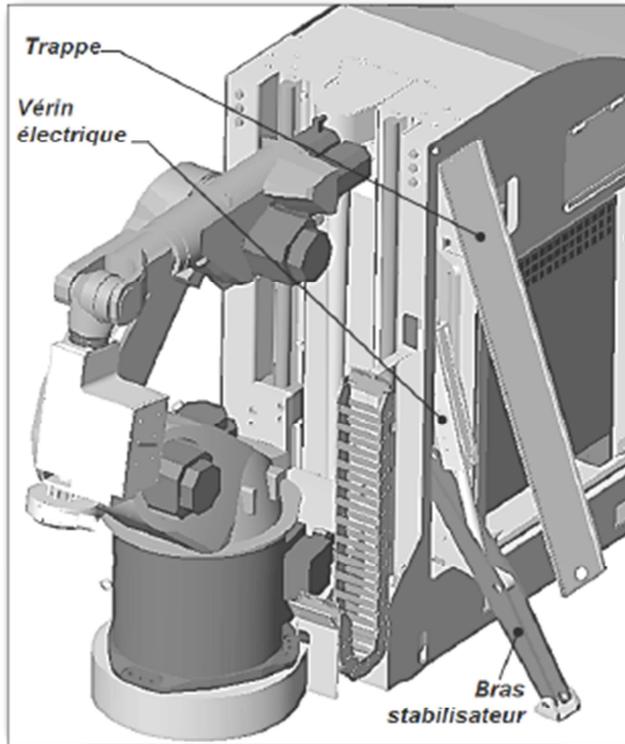
D R



## Etude cinématique d'un stabilisateur du robot :(cnc2017)

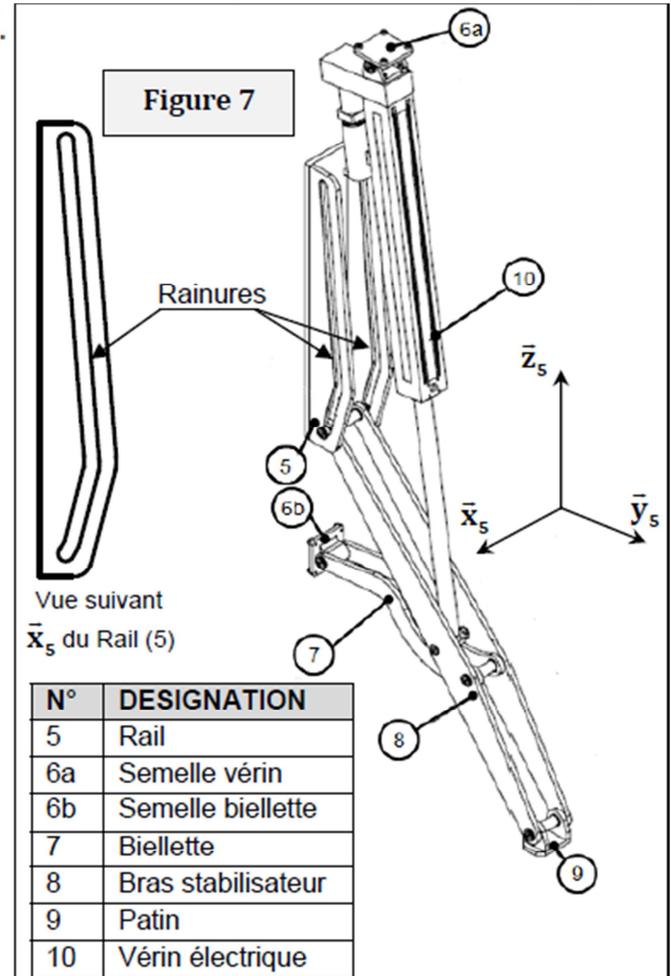
La solution retenue pour limiter les risques de basculement du robot dans le cas de certains travaux particuliers est d'intégrer deux stabilisateurs latéraux à l'arrière du chariot Fig 3

Ces stabilisateurs sont déployés à l'aide de vérins électriques réversibles et permettent chacun de remplacer le contact roue arrière-sol par un contact patin-sol.



**Figure 3 : Stabilisateurs**

Pour **certain**s travaux, deux stabilisateurs latéraux situés à l'arrière du chariot sont déployés. On renforce ainsi l'appui entre le chariot et le sol.



### Travail graphique :

Pendant la sortie ou la rentrée du bras (8) du stabilisateur (figure 7), celui-ci est guidé par deux rainures symétriques réalisées sur le rail (5) : Un cylindre faisant partie de (8) glisse à l'intérieur des deux rainures. On adoptera le schéma cinématique plan du document réponse DR2. On s'intéresse dans un premier temps à l'étude cinématique du stabilisateur quand le bras (8) est dans une position intermédiaire pendant la phase de sortie.

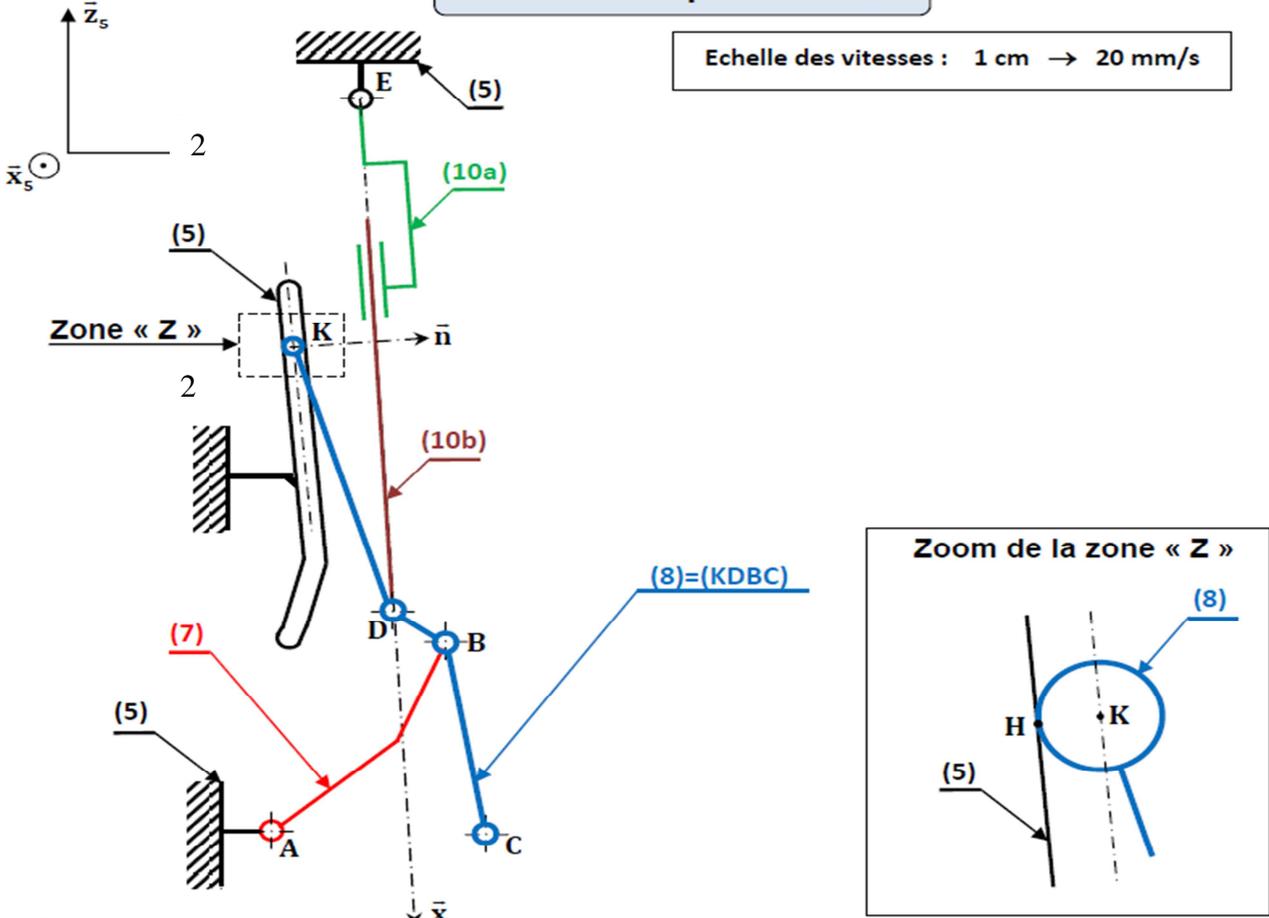
Le vérin électrique (10) est modélisé simplement par deux pièces : Le corps (10a) et la tige (10b). Les liaisons sont listées ainsi :

- L(10b/10a) : pivot glissant (E,  $\bar{x}_{10}$ ) ;                      L(10a/5) : pivot (E,  $\bar{x}_5$ ) ;                      L(10b/8) : pivot (D,  $\bar{x}_5$ ) ;
- L(8/5) : ponctuelle au point H ;                      L(8/7) : pivot (B,  $\bar{x}_5$ ) ;                      L(7/5) : pivot (A,  $\bar{x}_5$ ).

On donne  $\overline{V(D \in 10b / 10a)} = 60 \bar{x}_{10}$  (mm / s)

- **Question 1** On répondra directement sur le document réponse DR2.
- Quelle est la direction de  $\overline{V(B \in 8/5)}$  ? Justifier votre réponse.
  - Déterminer graphiquement le centre instantané de rotation noté  $I_{85}$  du mouvement de (8) par rapport à (5).
  - En déduire la direction de  $\overline{V(D \in 8/5)}$ .
- **Question 2** On répondra directement sur le document réponse DR2.
- Déterminer graphiquement les vecteurs vitesses  $\overline{V(D \in 8/5)}$  et  $\overline{V(D \in 10a/5)}$ .
  - Déterminer graphiquement  $\overline{V(K \in 8/5)}$ . Indiquer sa norme.

**Document réponse DR2**



- **Question 1**
- .....
  - .....
  - .....

- **Question 2**
- .....
  - .....

**E – 2. Etude de la relation entre la vitesse relative du tiroir 1 par rapport au châssis 0 et la vitesse angulaire de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0.**

**Question E2-1 :** A partir de l'étude précédente, donner une valeur approximative de la vitesse angulaire  $\dot{\theta}_{50}$  de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0, pendant la phase utile de compression en fonction de la vitesse de déplacement du tiroir 1 par rapport au châssis 0. Calculer, en unité S.I. la valeur numérique approximative de  $\dot{\theta}_{50}$  pour une vitesse de déplacement du tiroir de 240 mm/s.

Afin de vérifier l'exactitude de l'approximation linéaire, on souhaite rechercher la vitesse angulaire de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0 à partir d'une étude graphique pour les positions extrêmes et médiane pendant la phase utile de compression.

En se plaçant dans la position telle que  $\theta_{50}(t) = 135^\circ$  :

**Question E2-2 :** Déterminer,  $I_{80}$ , le centre instantané de rotation de la bielle 8 dans son mouvement par rapport au châssis 0.

Déterminer graphiquement la vitesse de rotation  $\dot{\theta}_{50}$  en rd/s de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0 pour une vitesse relative du tiroir 1 par rapport au châssis 0 de 240 mm/s, en phase de compression, en utilisant  $I_{80}$ .

Justifier les tracés.

Echelle des vitesses : 1 cm pour 40 mm/s. Echelle des distances : 1:20.

**Question E2-3 :** Reprendre la même étude pour  $\theta_{50}(t) = 45^\circ$ , en utilisant une méthode graphique différente de celle utilisée précédemment, c'est-à-dire sans employer  $I_{80}$ .

**Question E2-4 :** Quelle est la particularité du mouvement de la bielle 8 par rapport au châssis 0 pour  $\theta_{50}(t) = 90^\circ$ . En déduire  $\dot{\theta}_{50}$  dans cette position.

**Question E2-5 :** Que peut-on constater sur la variation de la vitesse angulaire de l'ensemble de torsion 5 par rapport au châssis 0. Comparer ces résultats avec la linéarisation proposée. Qu'en pensez-vous ?

Réponse E2-2 :  
Echelles :  
1 cm pour 40 mm/s  
1 mm pour 20 mm

Construction du CIR  $I_{80}$  :

