

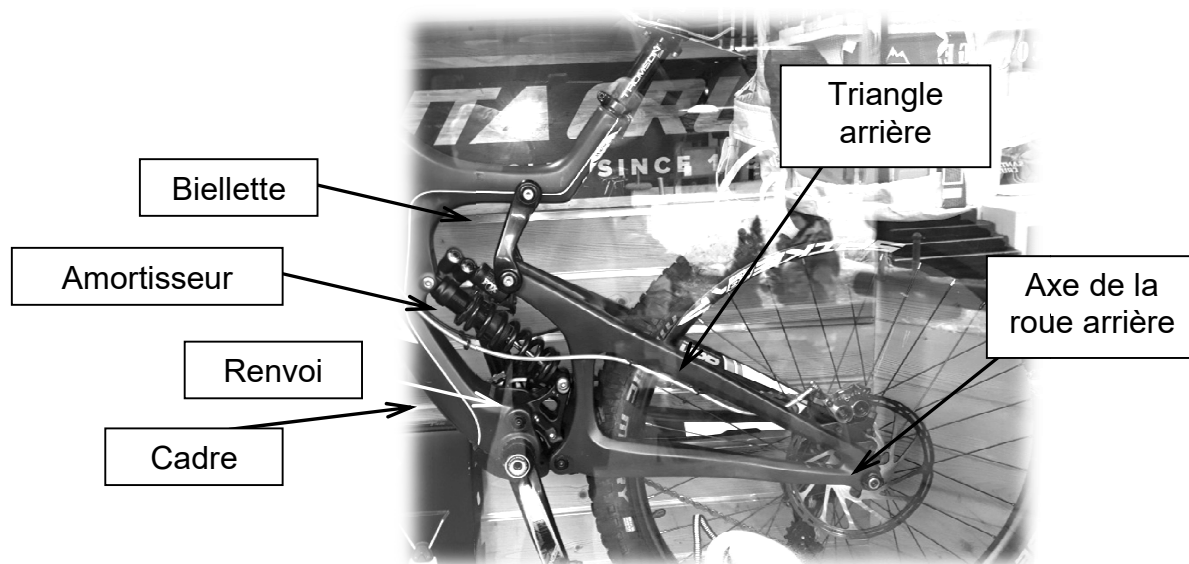
EXERCICE 1 ETUDE DE LA SUSPENSION ARRIERE DES VELOS DE DESCENTE SANTA CRUZ

La société Santa Cruz développe et fabrique des vélos de descente depuis 20 ans.

La société est basée à Santa Cruz (California USA) ville côtière située au sud de San José qui est la capitale de la Silicon Valley.

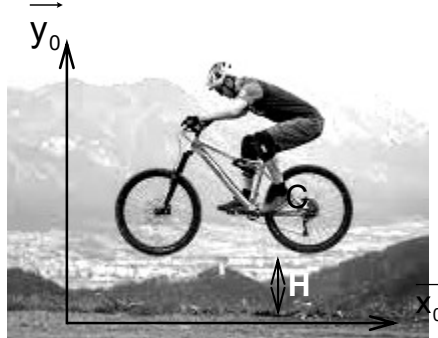
Les ingénieurs de la société ont tous une formation en ingénierie mécanique de haut niveau mais ils sont également tous des « downhill bikers » confirmés.

Les suspensions arrière des vélos ont beaucoup évolué ces 10 dernières années, chaque prototype issu du service recherche et développement (R&D) est testé sur le terrain. Les critères évalués sont l'absorption des chocs sur la roue arrière et la rigidité de l'ensemble.

**Partie 1 : Etude cinématique de l'amortisseur**

La problématique de cette partie est de déterminer la vitesse de déplacement de la tige de l'amortisseur par rapport au corps, lors d'un saut à l'instant du choc de la roue arrière du vélo au sol. On suppose que le vélo chute d'une hauteur H . Alors les équations de la mécanique générale

donnent la vitesse de l'axe C de la roue arrière par rapport au sol. $\vec{V}_{C \in 1/0} = \sqrt{2gH} \cdot \vec{y}_0$



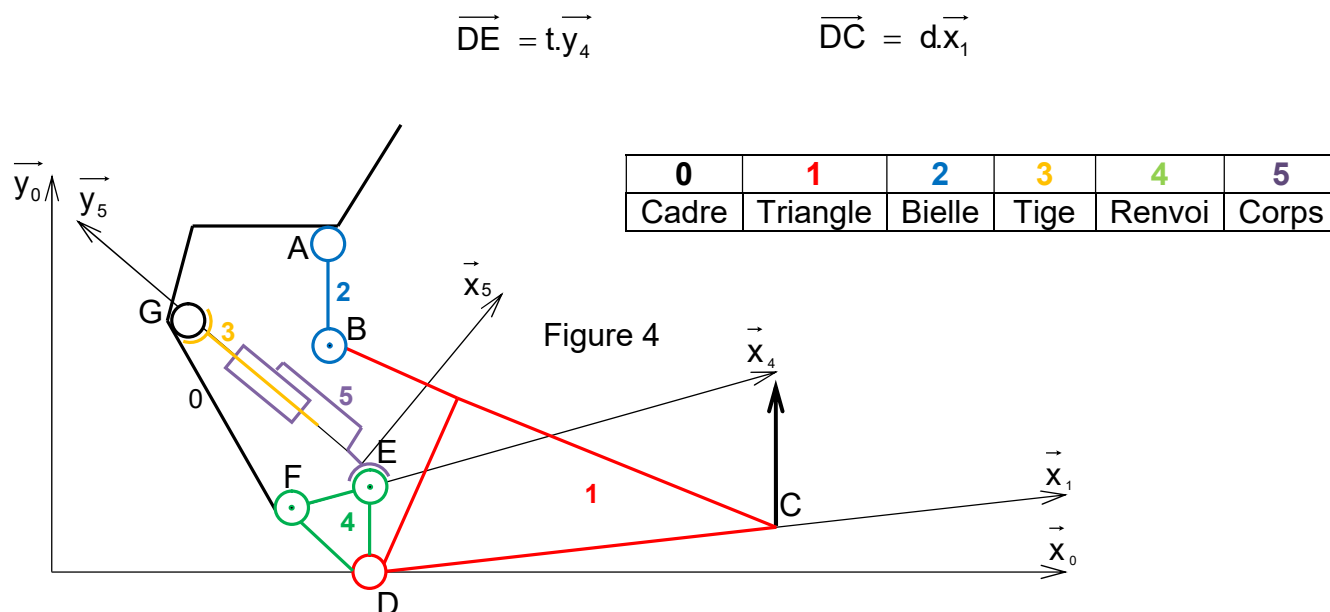
Le repère $R_0(G, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est lié au Cadre (0).

Le repère $R_1(D, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est lié au Triangle (1).

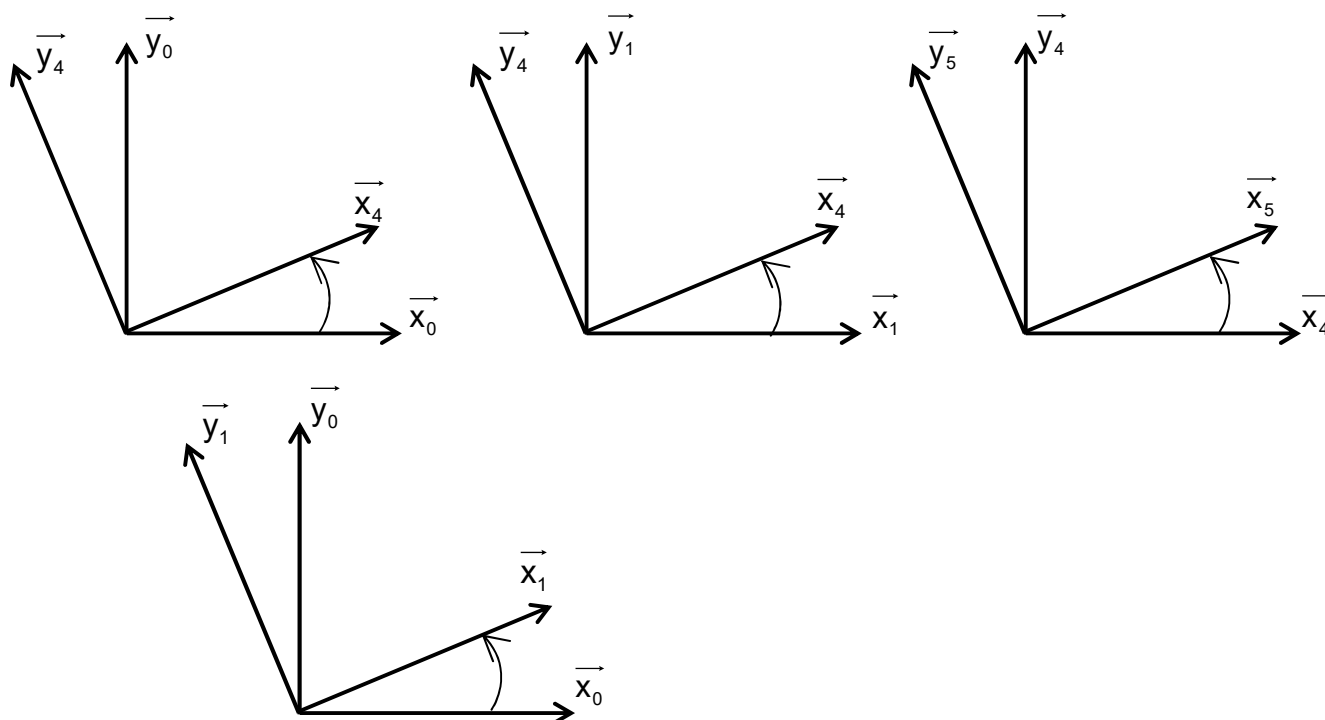
Le repère $R_4(F, \vec{x}_4, \vec{y}_4, \vec{z}_4)$ est lié au Renvoi (4).

On a $\vec{z}_1 = \vec{z}_4 = \vec{z}_0$ et $\gamma = (\vec{x}_1, \vec{x}_4) = (\vec{y}_1, \vec{y}_4)$, $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$

Le repère $R_5(E, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ est lié au Corps (5). On a $\vec{z}_4 = \vec{z}_5$ et $\beta = (\vec{x}_4, \vec{x}_5) = (\vec{y}_4, \vec{y}_5)$



Question 1 : Voici les changements de base de 1 vers 0 et de 4 vers 0 et de 5 vers 4. Reproduire les figures sur la copie et noter le paramètre de rotation. Donner les expressions de $\overrightarrow{\Omega}_{4/1}$, $\overrightarrow{\Omega}_{5/4}$, $\overrightarrow{\Omega}_{4/0}$, $\overrightarrow{\Omega}_{1/0}$.



Question 2 : Calculer $\overrightarrow{V_{E \in 4/1}}$ en fonction de $t, \dot{\gamma}$ et $\bar{x}_4$.

Question 3 : Calculer $\overrightarrow{V_{E \in 1/0}}$ en fonction de $t, d, \dot{\theta}, g, H, \vec{y}_0, \vec{y}_1$ et $\bar{x}_4$

Question 4 : En déduire $\overrightarrow{V_{E \in 4/0}}$ dans la base R_4 .

Question 5 : Déterminer composante de $\overrightarrow{V_{E \in 4/0}}$ sur l'axe $\vec{y}_5$. C'est la vitesse de déplacement de la tige dans le corps de l'amortisseur. Montrer qu'elle est égale à :

$$\sin \beta .(t(\dot{\theta}+\dot{\gamma})-\sin \alpha \sqrt{2 g H}+d \dot{\theta} \sin \gamma)+\cos \beta .(\cos \alpha \sqrt{2 g H}-d \dot{\theta} \cos \gamma)$$

Question 6 : Déterminer la valeur numérique de cette composante avec :

$$g=10 \text{ m.s}^{-2}, H=0.5 \text{ m}, d=350 \text{ mm}, t=80 \text{ mm},$$

$$\alpha=\gamma=\frac{\pi}{4}, \beta=\theta=0 \text{ rad}, \dot{\theta}=0,01 \text{ rad.s}^{-1} \text{ et } \dot{\gamma}=0,01 \text{ rad.s}^{-1} \quad g=9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

EXERCICE 2 ÉTUDE D'UNE ROUE ARRIERE D'AVION

Information

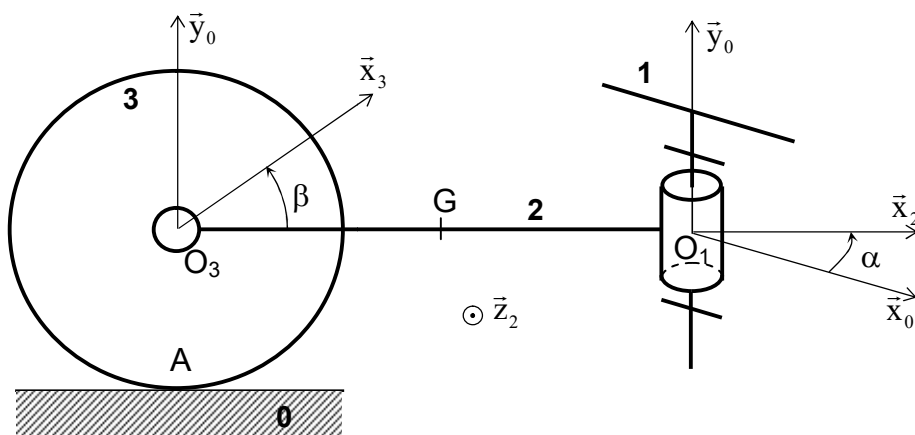


Aide au TD



On se propose d'étudier le mouvement dit de "Shimmy" d'une roue de train d'atterrissage d'un avion. L'avion **1** a un pied en liaison pivot d'axe vertical $(O_1, \vec{y}_0)$ avec un étrier **2**. La roue **3**, qui roule sur la piste **0**, est en liaison pivot d'axe $(O_3, \vec{z}_2)$ avec l'étrier **2**.

Le mouvement de Shimmy est une oscillation de l'étrier autour de l'axe vertical du pivot (comme pour les roues de caddy). Dans l'optique d'étudier les vibrations de ce système pour les confronter au cahier des charges, on cherche dans un premier temps à connaître les vitesses de certains points.



Paramétrage: $R_0 (O_0, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0) : \text{repère lié à la piste } \mathbf{0}$ $R_1 (O_1, \bar{x}_0, \bar{y}_0, \bar{z}_0) : \text{repère lié à l'avion } \mathbf{1}$ $R_2 (O_1, \bar{x}_2, \bar{y}_0, \bar{z}_2) : \text{repère lié à l'étrier } \mathbf{2}$

$$(\bar{x}_0, \bar{x}_2) = (\bar{z}_0, \bar{z}_2) = \alpha$$

$$(\bar{x}_2, \bar{x}_3) = (\bar{y}_0, \bar{y}_3) = \beta$$

$$\overrightarrow{O_0 O_1} = \lambda(t) \bar{x}_0 + R \bar{y}_0 \quad (R = \text{rayon de la roue})$$

L'avion **1** est supposé en translation par rapport au sol **0** et A est le point de contact entre la roue et le sol.

Question 1 : Déterminer le torseur cinématique du mouvement de **1** par rapport à **0** en O_1 .

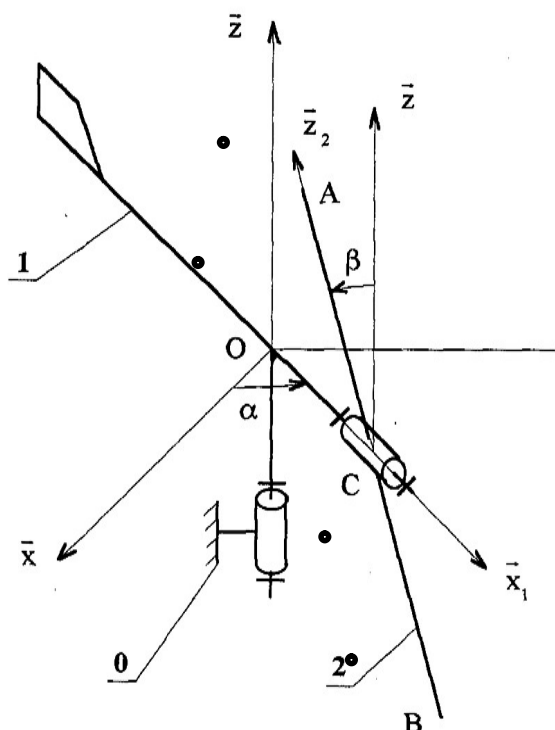
Question 2 : Déterminer le torseur cinématique du mouvement de **2** par rapport à **0** en O_1 . En déduire $\vec{V}_{G \in 2/0}$.

Question 3 : Déterminer le torseur cinématique du mouvement de **3** par rapport à **0** en O_3 .

Question 4 : Déterminer $\vec{V}_{A \in 3/0}$. Vérifier la relation $k \cdot \dot{\beta} = \frac{\dot{\alpha}}{\tan \alpha}$ pour qu'il y ait roulement sans glissement en A. Le roulement sans glissement signifie que $\vec{V}_{A \in 3/0} = \vec{0}$.

EXERCICE 3 ETUDE D'UNE EOLIENNE

Problématique : On cherche à déterminer la vitesse au bout des pales pour optimiser la production d'énergie par la génératrice en fonction de la vitesse du vent.



Soit un repère $R(O, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$ lié au support **0** d'une éolienne. La girouette **1** a une liaison pivot d'axe $(O, \bar{z})$ avec le support **0**.

Soit $R_1(O, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1)$ un repère lié à la girouette **1**, on pose: $\alpha = (\bar{x}, \bar{x}_1)$.

L'hélice **2** a une liaison pivot d'axe $(C, \vec{x}_1)$ avec la girouette **1**, tel que: $\vec{OC} = a.\vec{x}_1$ (a est une constante positive).

Soit $R_2(O, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ un repère lié à l'hélice **2**, de telle façon que l'axe $(C, \vec{z}_2)$ soit confondu Avec l'axe AB de la pale de l'hélice. On pose: $\vec{CA} = b.\vec{z}_2$ (b est une constante positive) et $\beta = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$

Question 1 : Représenter les deux rotations planes permettant de visualiser les angles α et β . (figures de calculs de changement de base)

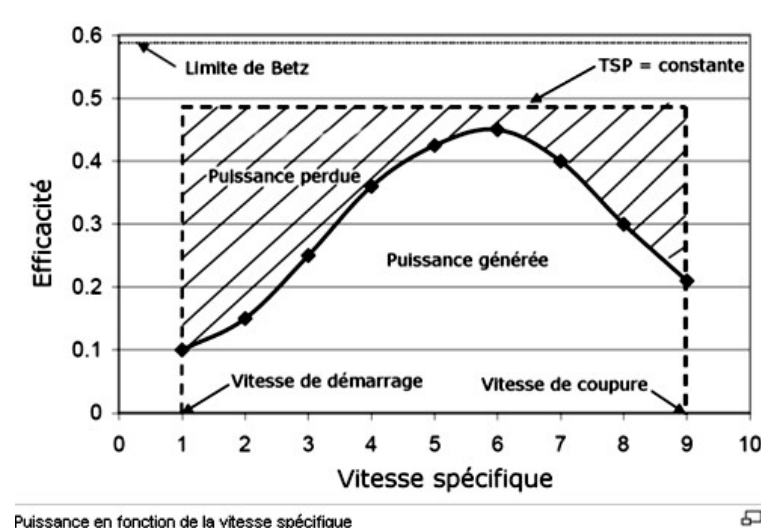
Question 2 : Déterminer le taux de rotation du repère $R_2(O, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ par rapport à $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$

$$\vec{\Omega}_{R_2/R}$$

Question 3 : Déterminer le vecteur vitesse $\vec{V}_{A \in 2/R}$ en utilisant la composition des vitesses.

Question 4 : Calculer la norme de la vitesse. Que peut-on dire de α lorsque le vent est établi et stable. Que vaut alors $\dot{\alpha}$? Donner alors la valeur de $\|\vec{V}_{A \in 2/R}\|$.

Voici ci-joint le résultat d'une étude qui donne l'évolution du rendement d'une éolienne en fonction de la vitesse spécifique



Vitesse spécifique $\lambda = \frac{U}{v}$
avec U , vitesse en bout de pale