



## Transmission de puissance

TD 4

**CPGE** 

Compétences visées: B2-09, B2-19, C2-11, C2-13

v1.1

Lycée La Fayette - 21 Bd Robert Schuman - 63000 Clermont-Ferrand - Académie de Clermont-Ferrand

# Joint de Cardan de la DAE

### 1 Présentation

Pour une sécurité et un confort de conduite accrus, la commande de pivotement des roues avant d'un véhicule automobile peut être assistée. Le dessin en perspective ci-contre montre l'implantation de cette DAE (Direction Assistée Électrique) dans le véhicule automobile Twingo de Renault.

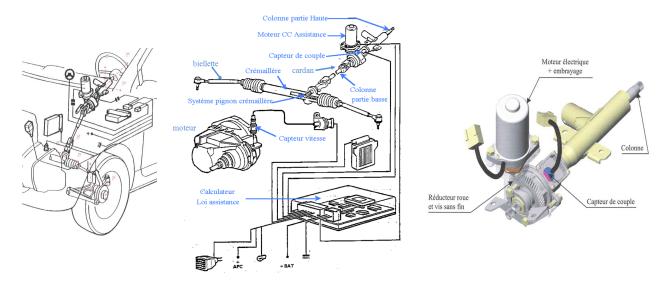


Figure 1 – Description de la structure de la DAE

Un calculateur permet, à partir d'informations mesurées sur le véhicule par différents capteurs (couple au volant et vitesse du véhicule), de mettre en action le motoréducteur pour assister le conducteur dans ses manœuvres.

Dès la mise en rotation du volant, un capteur informe le calculateur de l'intensité du couple (« effort tournant ») exercé sur le volant. Le motoréducteur est alors commandé en fonction de ce couple exercé par l'utilisateur.

La loi d'assistance programmée dans le calculateur permet au système d'assurer une assistance variable :

- une assistance élevée à l'arrêt ou à faible vitesse afin d'offrir un plus grand confort de manœuvre;
- une assistance réduite à haute vitesse car les braquages sont limités et l'effort au volant ne doit pas être trop assisté pour des raisons de sécurité de conduite. À partir d'un seuil de vitesse





d'environ 70 km/h où le confort de la direction traditionnelle est suffisant, le moteur électrique n'est plus alimenté.







FIGURE 3 – Pignon-crémaillère

Le mouvement du volant, combiné avec l'assistance du motoréducteur, est transmis à la partie basse de la colonne de direction par l'intermédiaire d'un joint de Cardan (FIGURE 2).

Le mouvement de rotation de la partie basse de la colonne est ensuite transformé en mouvement de translation de la crémaillère grâce à un dispositif pignon-crémaillère (FIGURE 3).

C'est le mouvement de translation de la crémaillère qui permet de faire pivoter les roues grâce aux biellettes de direction situées à chacune de ses extrémités.

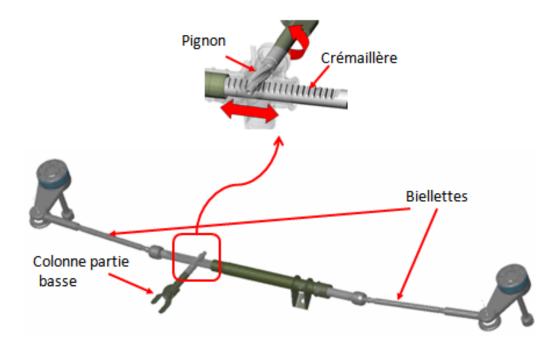


FIGURE 4 – Principe fonctionnement de la direction d'une automobile

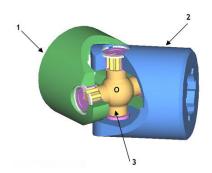
Pour transmettre le mouvement de rotation entre la partie haute et la partie basse de la colonne de direction, le concepteur a choisi d'utiliser un accouplement de type joint de Cardan. On s'intéresse dans la suite, à cette solution technique qui permet de réaliser la fonction Transmettre un mouvement de rotation entre deux arbres concourants non coaxiaux.

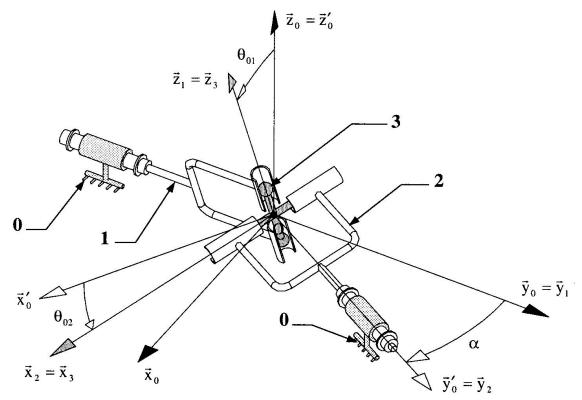


Il est constitué:

- d'une fourche 1, liée par une liaison encastrement à l'arbre d'entrée (colonne partie haute);
- d'une fourche 2, liée par une liaison encastrement à l'arbre de sortie (colonne partie basse);
- d'un croisillon 3.

Cette transmission par joint de Cardan est représentée sous la forme du schéma cinématique ci-dessous.





#### $\mathbf{2}$ Constituants et paramétrages :

On associe les repères :

- $R_0(O, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$  et  $R'_0(O, \overrightarrow{x_0}', \overrightarrow{y_0}', \overrightarrow{z_0}')$  au bâti tel que  $\alpha = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_0}') = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_0}')$ ;
- $R_1(O, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1})$  à l'arbre d'entrée **1**, tel que  $\theta_{01} = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}) = (\overrightarrow{z_0}, \overrightarrow{z_1})$ ;  $R_2(O, \overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{z_2})$  à l'arbre de sortie **2**, tel que  $\theta_{02} = (\overrightarrow{x_0}', \overrightarrow{x_2}) = (\overrightarrow{z_0}, \overrightarrow{z_2})$ ;  $R_3(O, \overrightarrow{x_3}, \overrightarrow{y_3}, \overrightarrow{z_3})$  au croisillon **3**, tel que  $\overrightarrow{x_2} = \overrightarrow{x_3}$  et  $\overrightarrow{z_1} = \overrightarrow{z_3}$ .

L'arbre d'entrée 1 et l'arbre de sortie 2 sont concourants en O.

L'angle  $\alpha$  (constant) entre l'arbre d'entrée 1 et l'arbre de sortie 2 est appelé angle de brisure.





### 3 Travail demandé

### – Objectif -

S'assurer que la vitesse de rotation du pignon qui entraîne la crémaillère est la même que la vitesse de rotation de la partie haute de la colonne entrainée par le volant et le motoréducteur d'assistance (Transmission homocinétique).

Question 1 Donner le graphe de liaison de ce mécanisme.

**Question 2** Donner sans calcul la liaison équivalente à 2 liaisons sphère/cylindre de même direction. Redessiner le graphe de liaison en tenant compte des liaisons équivalentes.

**Question 3** Donner les caractéristiques, le paramètre d'entrée et le paramètre de sortie du mécanisme de joint de Cardan.

Question 4 Représenter les figures planes de changement de bases relatives aux angles  $\theta_{01}$ ,  $\theta_{02}$  et  $\alpha$ .

Question 5 À partir de la particularité géométrique angulaire des axes du croisillon 3 (les axes  $\overrightarrow{z_2}$  et  $\overrightarrow{z_1}$  sont constamment orthogonaux), déterminer la loi entrée-sortie en position du joint de Cardan.

Question 6 En déduire la loi entrée-sortie en vitesse  $\omega_2 = f(\alpha, \omega_1, \theta_{01})$  du joint de Cardan. On notera  $\dot{\theta}_{01} = \omega_1$  et  $\dot{\theta}_{02} = \omega_2$ . Conclure sur le caractère homocinétique de la transmission par le joint de Cardan.

**Question 7** Tracer l'allure du rapport  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  en fonction de  $\theta_{01}$ , pour  $\alpha = 30^\circ$  et pour  $\theta_{01} \in [0, 4\pi]$ .

On envisage maintenant l'association de 2 joints de Cardan en série.

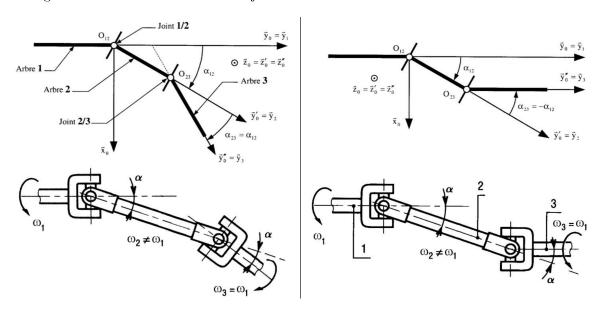


Figure 6 – Association de 2 joints de Cardan en série

Question 8 À partir de la loi d'entrée-sortie en vitesse obtenue précédemment, déterminer si l'un ou l'autre (ou les 2) des associations de la Figure 6 sont homocinétiques.



