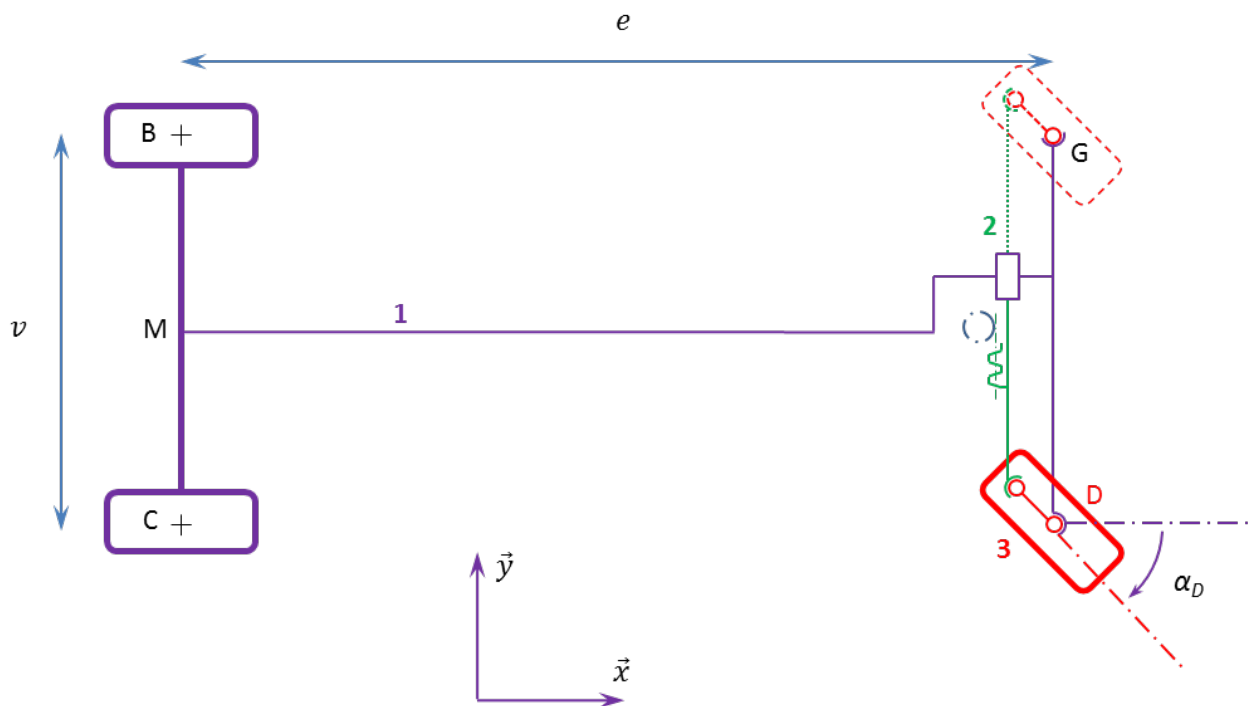


## 07 – ÉTUDE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES – ANALYSER

### BOÎTE DE TRANSFERT DE 4x4

#### 1 Étude préliminaire

On s'intéresse à la figure ci-dessous présentant un véhicule automobile en phase de virage. La vitesse de déplacement du véhicule est connue au point  $M$ .  $\overrightarrow{V}(M \in 1/\text{Sol})$  est dirigée suivant  $\vec{x}$ .



*Remarque : ce schéma ne correspond pas à une direction réelle. Il faudrait pour cela (au minimum) ajouter une bielle de direction entre la crémaillère 2 et la roue 3.*

L'angle de virage de la roue droite par rapport à la direction  $\vec{z}$  vaut  $\alpha_D$ . La roue droite est considérée comme motrice. En conséquence,  $\overrightarrow{V}(D \in 1/\text{Sol})$  a la même direction que la roue avant droite.

**Question 1** Reproduire le schéma ci-dessus. On donne  $\|\overrightarrow{V}(M \in 1/\text{Sol})\| = 30 \text{ km/h}$ . L'angle de rotation de la roue droite est de  $45^\circ$ . Déterminer graphiquement, sur le schéma la vitesse aux points B, C, D et G. Que peut-on en conclure ?

**Question 2** Déterminer l'angle de rotation de la roue gauche  $\alpha_G$  du véhicule en fonction de  $\alpha_D$ , de l'empattement  $e$  et de la voie  $v$ . (On précise que l'empattement  $e$  est la distance DC entre les essieux avant et arrière. La voie  $v$  est la distance DG entre le centre des deux roues.)

**Question 3** Proposer un schéma cinématique minimal, à main levée, permettant de prendre en compte que les deux roues ne tournent pas du même angle lors d'un virage.

**Question 4** Tracer le champ des vecteurs vitesses sur une largeur de pneu lors d'un virage. Que peut-on en conclure ?

**Question 5** Dédurre de l'étude précédente l'intérêt que peut avoir un différentiel dans une transmission automobile ?

## 2 Boîte de transfert

### 2.1 Fonctionnement

Sur un véhicule de type 4x4, le mouvement de rotation du moteur est transmis à une boîte de vitesse commandée manuellement par un levier permettant de commander 5 rapports de vitesse ainsi que la marche arrière. En sortie de boîte de vitesse, le mouvement de rotation est transmis à l'arbre 4 de la boîte de transfert.

La boîte de transfert comporte 2 rapports de vitesses commandée par le levier **V2** :

- un premier rapport utilisé sur route qui utilise les pignons 1 et 5 ;
- un second rapport utilisé en tout-terrain qui utilise les pignons 3 ainsi que l'engrenage taillé sur l'arbre 6.

En sortie de la boîte de transfert, le mouvement est transmis vers les essieux avant et arrière.

Un différentiel composé d'un train épicycloïdal est incorporé à cette boîte de transfert. Il permet aux essieux avant et arrières de tourner à des vitesses différentes.

En actionnant le levier **D** il est possible de bloquer le différentiel. Les essieux avant et arrières tournent alors à la même vitesse.

**Question 6** Colorier le plan d'ensemble en utilisant une couleur par classe d'équivalence cinématique.

### 2.2 Étude technologique

**Question 7** Combien la pièce 4 a-t-elle de positions stables ?

Le système constitué des pièces 20, 21, 22, 23, 24 (zone B) est représenté au dessus de l'axe dans une position et au- dessous de l'axe dans une autre position.

**Question 8** À quoi sert ce sous-ensemble ? En vous aidant de croquis, expliquer le fonctionnement.

**Question 9** D'après vous, comment est assurée la lubrification du système ? Comment est assurée la vidange ? Comment est assurée l'étanchéité vis-à-vis du milieu extérieur.

**Question 10** Citer les 4 différentes technologies de roulements présentes dans la boîte de transfert. Indiquer leurs particularités et leurs cas d'utilisation.

**Question 11** On dénote un jeu entre la bague extérieure du roulement 32 et le flasque 30 ainsi que la carter 33. Quel est son but ?

**Question 12** Proposer un matériau pour l'arbre 6. Comment a-t-il été fabriqué ?

**Question 13** Un palier lisse est présent entre l'arbre 9 et la pièce 25. Quel est son but ? Proposer un matériau ? Comment a-t-il été fabriqué ?

### 2.3 Étude cinématique

**Question 14** Quelle pièce permet le passage de la vitesse "route" à la vitesse 4x4" via le levier **V2** ? Quel est le mouvement de cette pièce ? Comment est-elle mise en mouvement ? Expliquer comment elle permet de sélectionner chacune des deux vitesses. Vous pourrez éventuellement vous aider de schémas.

**Question 15** Quelle influence a le levier **D** sur le fonctionnement de la boîte de transfert ?

**Question 16** Tracer le schéma cinématique minimal de la boîte de transfert.

**Question 17** Déterminer les deux rapports de vitesse permis par la boîte de transfert. On précise que  $d_1 = d_{13} = 86 \text{ mm}$ ,  $d_3 = 54 \text{ mm}$ ,  $d_5 = 56 \text{ mm}$ ,  $d_6 = 88 \text{ mm}$ .

### 2.4 Étude du train épicycloïdal

**Question 18** Tracer le schéma cinématique du train épicycloïdal dans les deux vues.

**Question 19** Déterminer la relation entre les vitesses des arbres 6, 7 et 9 par rapport au bâti. On précise que  $R_{10} = 42 \text{ mm}$ ,  $R_9 = 21 \text{ mm}$ ,  $R_{11} = 10,5 \text{ mm}$ .

**Question 20** Que se passe-t-il si le train avant est bloqué dans un obstacle ? Que se passe-t-il si le train arrière est bloqué dans un obstacle ? Que se passe-t-il si lorsque le différentiel est bloqué ?