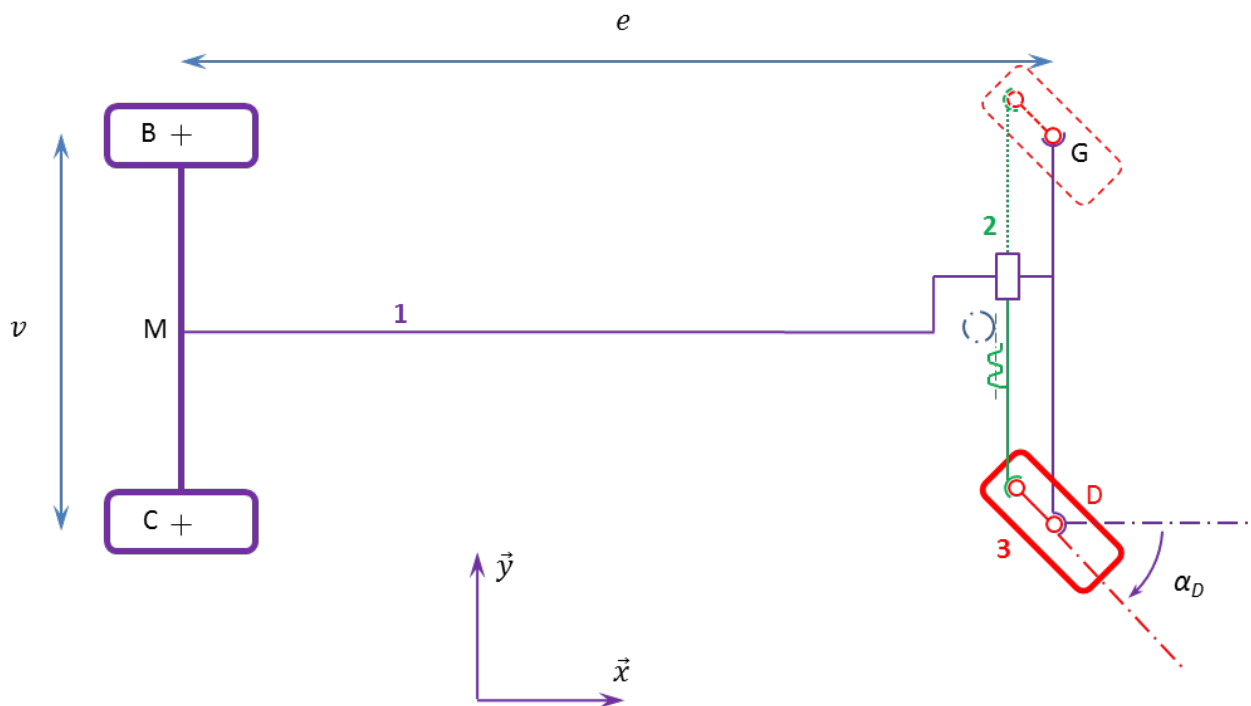


07 – ÉTUDE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES – ANALYSER

BOÎTE DE TRANSFERT DE 4x4

1 Étude préliminaire – Analyse du besoin

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 . $\overrightarrow{V(M \in 1/sol)}$ 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 α_D . La roue droite est considérée comme motrice. En conséquence, $\overrightarrow{V(D \in 1/Sol)}$ a la même direction que la roue avant droite.

Question 1 Déterminer l'angle de rotation de la roue gauche α_G du véhicule en fonction de α_D , de l'empattement e et de la voie v . 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 2 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 3 On donne $\|\overrightarrow{V(M \in 1/sol)}\| = 30 \text{ km/h}$. L'angle de rotation de la roue droite est de 45° . Déterminer graphiquement, sur le schéma en fin de document, la vitesse aux points B , C , D et G . Que peut-on en conclure ?

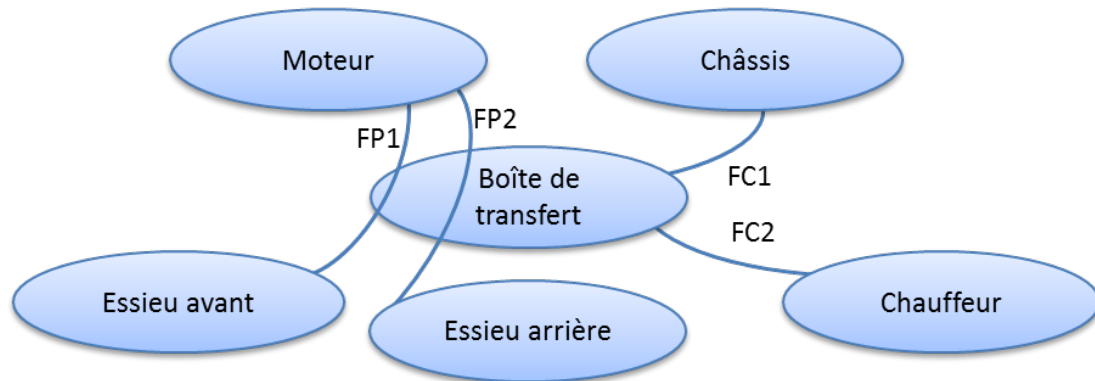
Question 4 Tracer le champ des vecteurs vitesses sur une largeur de pneu lors d'un virage. Que peut-on en conclure ?

Question 5 En utilisant une bête à cornes, dire à quel besoin devra répondre la boîte de transfert du 4x4.

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, la mouvement de rotation est transmis à l'arbre 4 de la boîte de transfert.



Fct°	Intitulé	Critère
FP1	Transmettre la puissance motrice aux roues avant	Fréquence de rotation Couple moteur
FP2	Transmettre la puissance motrice aux roues arrières	Fréquence de rotation Couple moteur
FC1	Se monter sur le châssis du véhicule	
FC2	Actionner les différents rapports Bloquer le différentiel	

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.

2.2 Étude technologique

Question 6 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 7 Citer les 4 différentes technologies de roulements présentes dans la boîte de transfert. Indiquer leurs particularités et leurs cas d'utilisation.

Question 8 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 9 Proposer un matériau pour l'arbre **6**. Comment a-t-il été fabriqué ?

Question 10 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 11 Identifiez les différentes classes d'ensemble cinématique en coloriant le dessin d'ensemble. On précise que les pièces **10** (couronne à denture intérieure), **11** (pignon - satellite), **9** (pignon - planétaire) et **25** (porte-satellite) forment un train épicycloïdal¹.

Question 12 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 13 Quelle influence a le levier **D** sur le fonctionnement de la boîte de transfert ?

Question 14 En vous aidant des croquis présents sur le dessin d'ensemble, tracer le schéma cinématique minimal de la boîte de transfert. Vous pourrez utiliser le schéma cinématique du train épicycloïdal donné en fin de document en l'adaptant à notre cas.

Question 15 Déterminer les deux rapports de vitesse permis par la boîte de transfert.

On donne $d_1 = d_{13} = 86 \text{ mm}$, $d_3 = 54 \text{ mm}$, $d_5 = 56 \text{ mm}$, $d_6 = 88 \text{ mm}$.

2.4 Étude du train épicycloïdal

Question 16 Tracer le schéma cinématique du train épicycloïdal. Mettre en évidence par des figures planes, les vecteurs instantanés de rotations suivants :

- rotation de l'arbre d'entrée du train (porte-satellite) par rapport au bâti : $\overrightarrow{\Omega(13/33)}$;
- rotation de l'arbre essieu avant par rapport au bâti : $\overrightarrow{\Omega(9/33)}$;
- rotation de l'arbre essieu arrière par rapport au bâti : $\overrightarrow{\Omega(10/33)}$;
- rotation du satellite par rapport au porte-satellite : $\overrightarrow{\Omega(11/13)}$.

Vous indiquerez les centres des liaisons ainsi que les points de contacts entre les engrenages. Chacun de ces points pourront être ramenés dans un seul plan. Lors du fonctionnement du train épicycloïdal, ces points seront toujours alignés sur suivant le porte-satellite **13**.

Question 17 Déterminer le rapport de réduction du train épicycloïdal.

On donne : $R_{10} = 42 \text{ mm}$, $R_9 = 21 \text{ mm}$, $R_{11} = 10,5 \text{ mm}$.

Question 18 Que se passe-t-il si le train avant est bloqué dans un obstacle ?

Question 19 Que se passe-t-il si le train arrière est bloqué dans un obstacle ?

Question 20 Que se passe-t-il si lorsque le différentiel est bloqué ?

1. Seules les pièces principales des classes d'équivalences cinématiques sont citées.