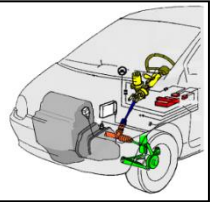




Travaux pratiques
- Modélisation SLCI -
 Système : direction assistée électrique



Objectifs :

- Etude structurelle, comportementale et fonctionnelle
- Préviation et vérification des performances cinématiques

1^{ère} partie : présentation et étude système

Le support de ce TP est une Direction Assistée Électrique, utilisée sur les véhicules Renault, dans la gamme des petites cylindrées. La Direction Assistée Électrique a pour fonction d'aider le conducteur à tourner les roues de la voiture.

Dans une direction de voiture, pour tourner les roues, le conducteur tourne le volant, ce qui provoque la rotation de la colonne de direction entraînant la translation de la crémaillère (voir animation « crémaillère » à l'écran si besoin). La crémaillère appuie sur les biellettes de connexion, et fait pivoter les roues.

Les schémas du dossier technique permettent de mettre en évidence, en plus du classique système mécanique de direction (volant, colonne de direction, pignon, crémaillère...), l'ensemble d'assistance : ce dernier est constitué d'un moteur entraînant un réducteur (voir animation « roue et vis sans fin » à l'écran si besoin) accouplé à la colonne de direction.

Un calculateur permet, à partir de paramètres mesurés sur le véhicule, de mettre en action le moto-réducteur pour assister le conducteur dans ses manœuvres de parking ou à basse vitesse.

L'assistance est réalisée par l'intermédiaire du moto-réducteur :

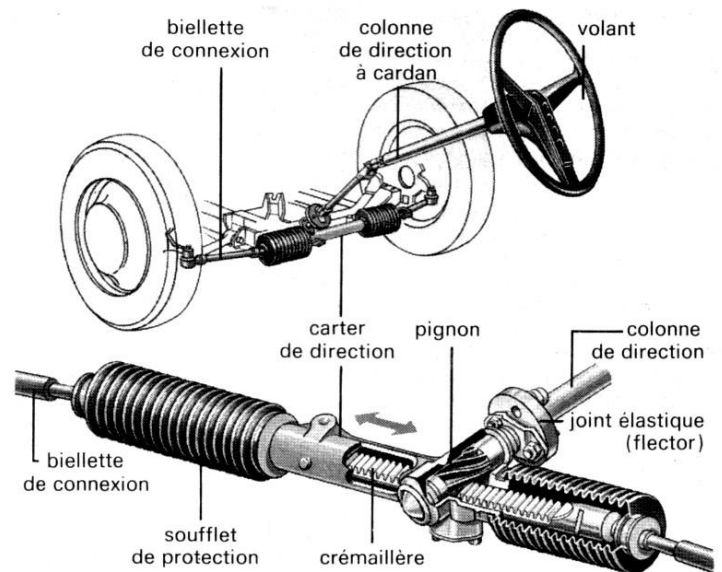
- en fonction du couple au volant :

le système doit assister le conducteur dès la mise en rotation du volant. Un capteur informe le calculateur de l'intensité du couple exercé sur le volant. Le moto réducteur est alors commandé en fonction du couple exercé par l'utilisateur.

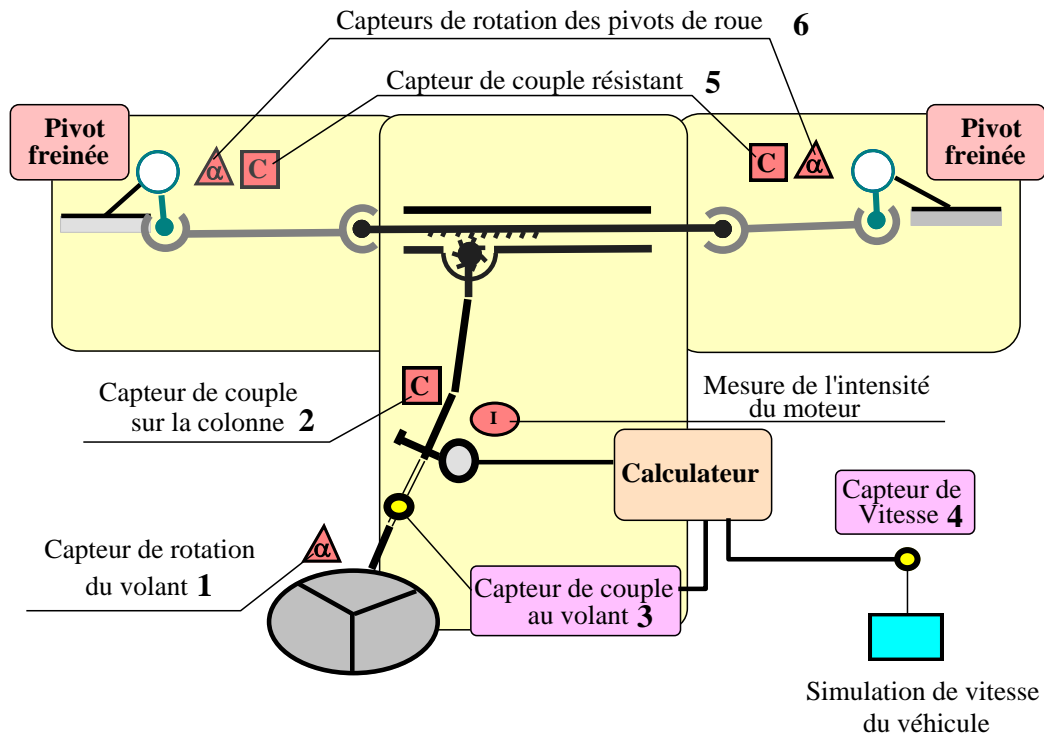
- en fonction de la vitesse du véhicule :

une assistance élevée offre un confort de manœuvre à l'arrêt ou à faible vitesse. Elle n'est plus nécessaire à haute vitesse car les braquages sont réduits et l'effort au volant ne doit pas être trop assisté pour des raisons de sécurité de conduite. A 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.

L'ensemble de direction est instrumenté pour permettre son fonctionnement dans des conditions voisines du réel et pour mesurer plusieurs grandeurs physiques. Un récepteur à effort variable, ou pivot freiné, permet de simuler la résistance au pivotement au contact des roues avec le sol. Un dispositif commandé par un potentiomètre permet de simuler la vitesse de déplacement du véhicule. Enfin, un ensemble de capteurs enregistre les grandeurs physiques mises en jeu dans le système en fonction du temps.



ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UNE DIRECTION AUTOMOBILE



Manipulation 1 : La station étant hors tension, faire fonctionner la direction en actionnant le volant.

Manipulation 2 : Mettre la station sous tension (bouton vert à droite et clé de contact). Faire fonctionner la direction **avec assistance** (témoin orange « **embrayage** » allumé) en faisant varier la vitesse du véhicule.

Question 1 : Que constate-t-on?

Question 2 : Identifier sur le système les différents éléments suivants : volant, colonne de direction, pignon-crémaillère, bielles de direction, pivots de roue, calculateur, moteur électrique. Sur le document réponse, repérer ces éléments en traçant les flèches manquantes.

Question 3 : Associer à chaque capteur décrit sur la figure ci-dessus le constituant réel, en l'identifiant sur la station. Compléter le tableau du document réponse en indiquant le numéro de chaque capteur, la grandeur physique qu'il mesure et s'il est implanté ou non sur le système réel.

Question 4 : Compléter sur le document réponse les chaînes d'énergie et d'information en donnant les noms des différents constituants. Utiliser pour vous aider les diagrammes de définition de bloc et de bloc interne de la description SysML en annexe.

Question 5 : Sur le diagramme de bloc interne de la Dae « apparaît consigne conducteur » comme flux entrant. Quelle est la nature de cette grandeur ? son unité ? modéliser les actions mécaniques que le conducteur exerce sur le volant et justifier les réponses que vous venez d'apporter.

Question 6 : Si on appelle C_{mot} Le couple d'assistance fourni par le moto-réducteur, et C_{vol} le couple exercé par le conducteur. Quelle fonction technique réalise la colonne de direction ? Quelle opération réalise-t-elle entre ces différents couples ? Donner l'équation reliant C_{mot} , C_{vol} et C_{col} , le couple effectivement transmis par la colonne de direction aux roues. Compléter alors le schéma bloc du document réponse.

**Manipulation 3 :**

- Placer le bouton de réglage de la vitesse du véhicule dans la position "5 km/h" environ et mettre le volant en butée de braquage à gauche (en tournant dans le sens trigo).
- Lancer le logiciel DAE et choisir les menus [Mesures]/[Initialiser] : un message à l'écran indique que la mesure est prête à démarrer.
- Appuyer sur le bouton **DEPART MESURE** du tableau de bord et tourner lentement et régulièrement le volant dans le sens horaire jusqu'à atteindre la butée de la direction à droite. Cette action doit durer au maximum 10 s.
- Attendre l'importation des résultats. Les résultats des mesures sont alors disponibles pour une exploitation par le logiciel : revenir à la page d'accueil du logiciel et sélectionner [Courbes] ; choisir la rotation du volant α_V en [Abscisse] et le couple au volant en [Ordonnée] puis [Tracer] les courbes.
- Refaire les mêmes mesures à "60 km/h" et à "80 Km/h". Tracer à l'écran la courbe donnant le couple au volant en fonction de l'angle de rotation du volant pour les 3 mesures.

Question 7 : Valider le fonctionnement de l'assistance décrit précédemment (évolution en fonction de la vitesse et du couple volant).

2^{ème} partie : étude cinématique du pivotement des roues

**Manipulation 4 :**

- Recommencer la procédure expérimentale pour tracer maintenant la rotation du volant α_V en [Abscisse] et les pivotements des roues gauche α_G et droite α_D en [Ordonnée] puis [Tracer] les courbes.
- Tracer aussi la courbe $\alpha_G - \alpha_D$: revenir à l'écran [Choix des paramètres] et sélectionner [$Y = \sqrt{\quad}$] ; dans le menu [Calculatrice], sélectionner [Rotation de la roue gauche] puis cliquer sur le signe - puis sélectionner [Rotation de la roue droite]. Valider par [OK]. [Tracer] les courbes.

Question 8 : Y a-t-il proportionnalité entre les angles de pivotement des roues et l'angle de rotation du volant ?
 Le pivotement des deux roues est-il identique ?
 Analyser et commenter en particulier la courbe donnant $\alpha_G - \alpha_D$ en fonction α_V
 Donner les valeurs maxi des pivotements des roues et de rotation du volant. Comparer avec les valeurs du cahier des charges (voir diagramme des exigences en annexe).

On suppose un véhicule en virage constant, c'est-à-dire que le véhicule tourne autour d'un point fixe noté $I_{V/sol}$

Question 9 : Sur la figure du document réponse représentant un véhicule en virage constant vu de dessus,

- indiquer la position de $I_{V/sol}$. Ce point est intersection des droites matérialisant les axes de rotation des roues par rapport aux fusées de roue (axe de rotation propre des roues).
- faire apparaître les angles α_D et α_G , angles de braquage des roues avant droite et gauche par rapport à la voiture
- Vérifier que ces angles ne sont pas égaux.

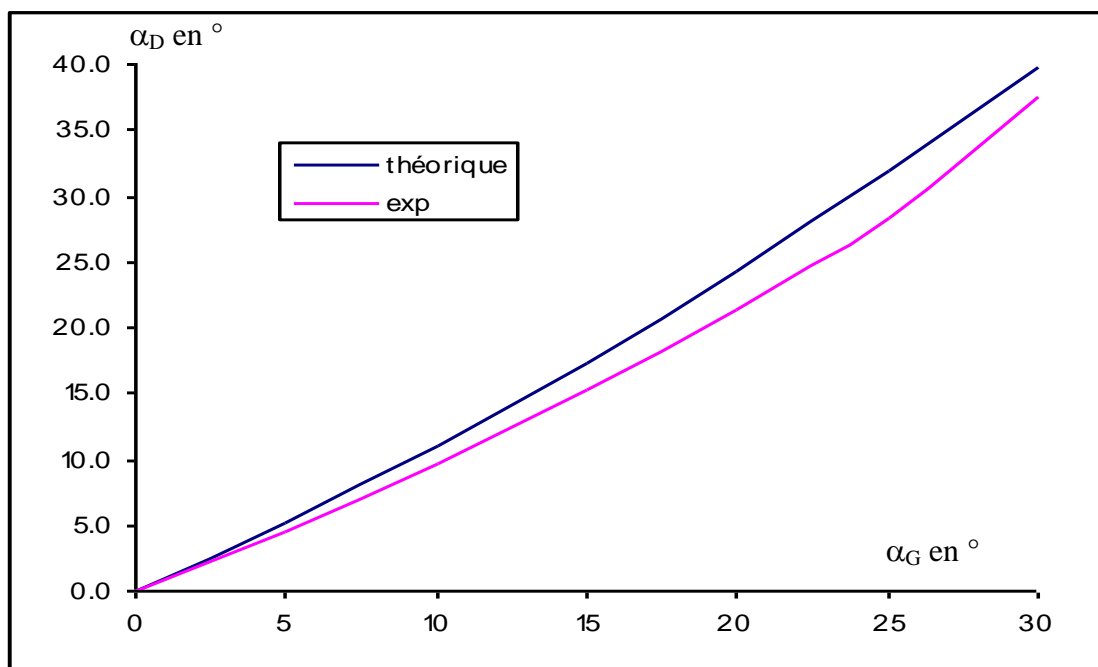
Question 10 : en utilisant la figure précédente, montrer que : $\tan \alpha_D = \frac{a \tan \alpha_G}{a - b_{av} \tan \alpha_G}$

La contrainte à respecter pour limiter l'usure des pneumatiques est d'approcher au plus près la condition de roulement sans glissement des quatre roues sur le sol.

Cette condition (vue plus tard en cours) impose l'évolution donnée dans le tableau ci-dessous :

α_G	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°
α_D théorique	0	5,2	11	17,4	24,3	31,8	39,8
$(\alpha_G - \alpha_D)$ théorique	0	-0,2	-1	-2,4	-4,3	-6,8	-9,8

Le tracé des courbes théorique et expérimentale α_D en fonction de α_G est le suivant :



Question 11 Analyser et commenter les résultats précédents :

- Peut-on respecter strictement la condition de non glissement cinématique (braquage différent des deux roues avant) avec un train avant respectant le principe cinématique de la station DAE ?
- Quelle est la conséquence de l'utilisation d'un mécanisme qui ne respecte que de façon approchée la condition de non glissement ? Justifier le choix fait par Renault.

Question 12 : toujours sur la figure du document réponse (Q9 et 10):

- Tracer la trajectoire du « centre C_i » de chacune des roues pendant le virage
- Expliquer pourquoi les roues gauches et droites ne tournent pas à la même vitesse de rotation propre ($\omega_G \neq \omega_D$)
- Déterminer le rapport des vitesses de rotation propre des roues en fonction de R , b_{av} et a .

Sur la twingo, les roues avant sont directrices et motrices. Elles transmettent la puissance motrice. L'organe mécanique qui permet de transmettre la puissance en respectant la différence de vitesse de rotation propre des roues est un différentiel : **visualiser l'animation « différentiel »**

Question 13 : établir sans calcul la loi entrée/sortie cinématique du différentiel en vous aidant de l'animation.

Cette loi relie ω_{moteur} à ω_G et ω_D .

Annexe

