

TD-Dynamique du véhicule

Ex 1 : Accélération maximale d'un véhicule suivant son mode de déplacement

Objectif : comparer les accélérations maximales qui peuvent être obtenues sur les trois types de véhicules suivants :

- Traction avant (TA)
- Propulsion arrière (PA)
- Quatre roues motrices (4RM)

L'étude est modélisée par un problème plan.

Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère galiléen lié à la route. (O, \vec{x}) direction du déplacement du véhicule.

Soit $\vec{g} = -g \vec{y}$ l'accélération de la pesanteur.

Soit G le centre d'inertie du véhicule et M sa masse.

On néglige la masse des roues devant celle du véhicule.

Le véhicule est animé d'un mouvement de translation rectiligne d'accélération $\gamma \vec{x}$ ($\gamma > 0$).

Les liaisons entre les roues et le châssis sont supposées sans frottement.

Les actions mécaniques de la route sur les roues sont définies par les torseurs suivants.

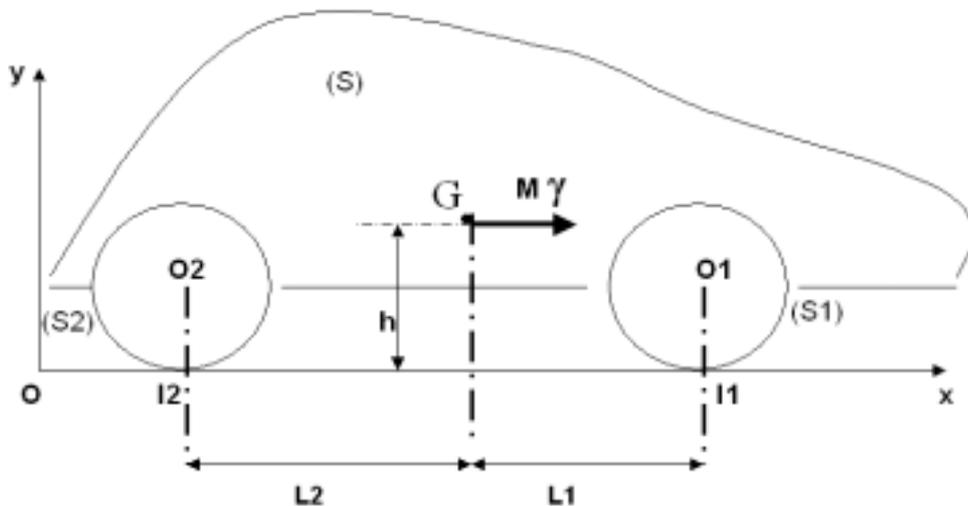
$$\{T(\text{route} \rightarrow S1)\} = \begin{Bmatrix} T1 & 0 \\ N1 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{I1} \quad \{T(\text{route} \rightarrow S2)\} = \begin{Bmatrix} T2 & 0 \\ N2 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{I2}$$

On néglige l'action de l'air sur le véhicule.

Soit f le facteur de frottement entre les roues et la route.

On définit les deux facteurs d'adhérence $\mu_1 = T1 / N1$ et $\mu_2 = T2 / N2$

Données : $g = 9.81 \text{ m/s}^2$; $L1 = 1 \text{ m}$; $L2 = 1.3 \text{ m}$; $h = 0.5 \text{ m}$; $M = 1200 \text{ kg}$



1. Etude du véhicule à traction avant ($T2=0$)

- 1.1. Ecrire le principe fondamental de la dynamique
- 1.2. Faire le bilan des actions mécaniques extérieures qui s'appliquent sur le véhicule.
- 1.3. Calculer les composantes du torseur dynamique en G.
- 1.4. Appliquer le principe fondamental de la dynamique au véhicule.
- 1.5. Ecrire le théorème de la résultante dynamique. En déduire deux équations.
- 1.6. Ecrire le théorème du moment dynamique au point I2. En déduire la troisième équation.
- 1.7. Déterminer μ_1 et μ_2 en fonction de γ .

2. Etude du véhicule à propulsion arrière ($T_1=0$)

Reprendre la démarche

3. Etude du véhicule à quatre roues motrices en supposant qu'il y a équiadhérence des roues ($\mu_1=\mu_2$)

Reprendre la démarche

4. Avec Excel, tracer sur le même graphique les graphes $\mu_i = f(\gamma)$ avec $\mu \in [0 ; 1]$ et $\gamma \in [0 ; 10]$ pour les trois cas précédents.

5. L'hypothèse d'équiadhérence des roues n'est pas conforme à la réalité pour le véhicule de série à quatre roues motrices. Pour ce type de véhicule, la puissance transmise par le moteur aux roues avant et arrière est sensiblement identique ($T_1=T_2$).

En considérant cette nouvelle hypothèse :

- 5.1. déterminer les expressions de μ_1 et μ_2 en fonction de γ .
- 5.2. tracer les graphes correspondants sur le graphique précédent.
- 5.3. interpréter les résultats.

6. Pour les véhicules à quatre roues motrices utilisés dans les rallyes, on cherche le plus possible à obtenir une équiadhérence des roues en répartissant convenablement la puissance du moteur entre les roues avant et arrière.

Dans l'hypothèse d'équiadhérence des roues :

- 6.1. déterminer en fonction de γ , le rapport de puissance T_1 / T_2 qu'il devrait y avoir entre les roues avant et arrière.
- 6.2. tracer le graphe correspondant avec $\gamma \in [0 ; 10]$

Ex2 : Propulsion d'une voiture

L'étude est modélisée par un problème plan.

Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère galiléen lié à la route. (O, \vec{x}) direction du déplacement du véhicule.

Soit $\vec{g} = -g \vec{y}$ l'accélération de la pesanteur.

L'essieu applique un couple moteur $\vec{C}_m = C_m \vec{z}$ sur l'ensemble des deux roues.

Soit M la masse du véhicule.

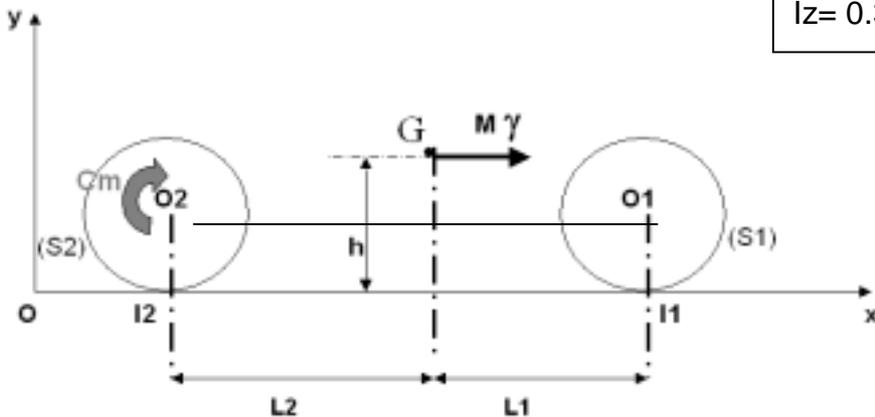
Soit I_z le moment d'inertie des roues par rapport à leur axe de rotation et R leur rayon.

Les actions mécaniques de la route sur les roues sont définies par les torseurs suivants.

$$\{T(\text{route} \rightarrow S1)\} = \begin{Bmatrix} T1 & 0 \\ N1 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{I1} \quad \{T(\text{route} \rightarrow S2)\} = \begin{Bmatrix} T2 & 0 \\ N2 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{I2}$$

Application :
 $\gamma = 2.77 \text{ m/s}^2$
 $M = 1200 \text{ Kg}$
 $R = 0.25 \text{ m}$
 $I_z = 0.3 \text{ kg/m}^2$

On néglige l'action de l'air sur le véhicule.



Déterminer C_m en fonction de l'accélération de la voiture γ , M , I et R dans les deux cas suivants :

- Deux roues sont motrices
- Les quatre roues sont motrices