

## Sujet 8 : Suspension d'une automobile

*Introduction : Dans le film "le salaire de la peur", une équipe s'engage à transporter en camion une importante cargaison de nitroglycérine en suivant un trajet particulièrement chaotique. Pour ce faire, de bons amortisseurs sont indispensables... Vous êtes donc invités à réfléchir sur la notion de qualité d'un amortisseur. On peut schématiser la suspension d'une automobile comme indiqué sur la figure ci-dessous. Un ressort et de longueur au repos  $l_0$  est fixé en A à l'arbre de roue et en B au véhicule dont l'action sur le ressort est celle d'une masse M. La longueur à l'équilibre du ressort est alors  $l_1$ .*

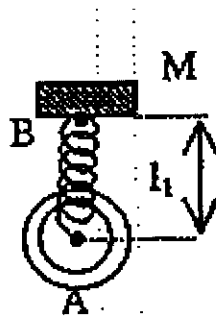


FIGURE 2 – Schéma d'une suspension d'automobile.

0) Renseignez-vous sur le concept physique d'amortissement et sur le fonctionnement général des amortisseurs classiques (hydrauliques, pneumatiques, hydractif...)

1) Vous vous placerez dans la simplification proposée dans l'énoncé consistant à décrire le système comme une masse et un ressort de raideur  $k$ . On écarte verticalement  $M$  de  $y_0$  par rapport à sa position d'équilibre  $l_1$ . Déterminer le mouvement de  $M$  sachant qu'on l'abandonne sans vitesse initiale. Vous devrez discuter (avec graphiques) chacune des 3 formes de solutions en fonction des valeurs numériques possibles.

2) On ajoute un amortisseur coaxial au ressort, fixé en A et en B. Son action revient à exercer une force de frottement en B, proportionnelle à la vitesse de B par rapport à A et de sens opposé :  $\vec{F}_f = -f\vec{v}$ . Déterminer le mouvement de M et discuter les régimes suivant les valeurs de  $f$ .

3) Le véhicule se déplace maintenant sur une route horizontale en moyenne, dont les irrégularités imposent à A un mouvement vertical transmis à M par le ressort. En supposant le profil de la route tel que le mouvement imposé à l'arbre de roue A soit  $z = z_0 \cos(\omega_1 t)$ , déterminer le mouvement de M. Pour cela, vous prendrez une solution sous la forme  $y = A \cos(\omega_1 t) + B \sin(\omega_1 t)$  et vous résoudrez le système d'équations obtenu de manière matricielle.

4) Reprenez le calcul précédent avec une forme de solution complexe  $\tilde{y} = y_0 e^{i(\omega_1 t + \psi)}$ . Déterminer notamment  $\psi$  et donner sa signification.

5) Discuter des solutions obtenues aux questions 3 et 4 à partir de valeurs que vous estimerez à partir d'exemples d'amortisseurs réels. N'hésitez pas à ouvrir vos discussions sur le fonctionnement réel d'amortisseurs complexes.

**Quelles sont les connaissances indispensables d'acquérir dans ce projet ?** (cf cours de mécanique et mathématiques) :

- Obtention des équations du mouvement et trajectoire d'un point.
- Forces de rappel et forces de frottement.
- Les différents régimes d'oscillation (pseudo-amorti, amorti, forcé...)
- Résolution d'équations différentielles du second ordre avec second membre.
- Tracé de fonctions.