

Départ d'un TGV

Un TGV Atlantique part d'une gare (trajet supposé en ligne droite). Le conducteur active la commande de démarrage qui permet de maintenir la force d'entraînement effective $\vec{F}_e = 100 \text{ kN}$ supposée constante. La rame complète (2 motrices + 10 remorques) pèse 485 tonnes.

Le Crr est de 0,0003.

On ne prendra pas en compte la traînée aérodynamique générant la résolution d'une équation différentielle.

- **Calculer** la résistance au Rr.
- **Calculer** l'accélération de la rame.
- **Calculer** le temps mis pour atteindre la vitesse de 300 km/h.
- **Indiquer** sommairement quelle serait l'influence de la traînée aérodynamique sur les valeurs calculées ?

Modélisation

Le modèle fourni suivant n'intègre ni la résistance au roulement, ni la traînée aérodynamique.

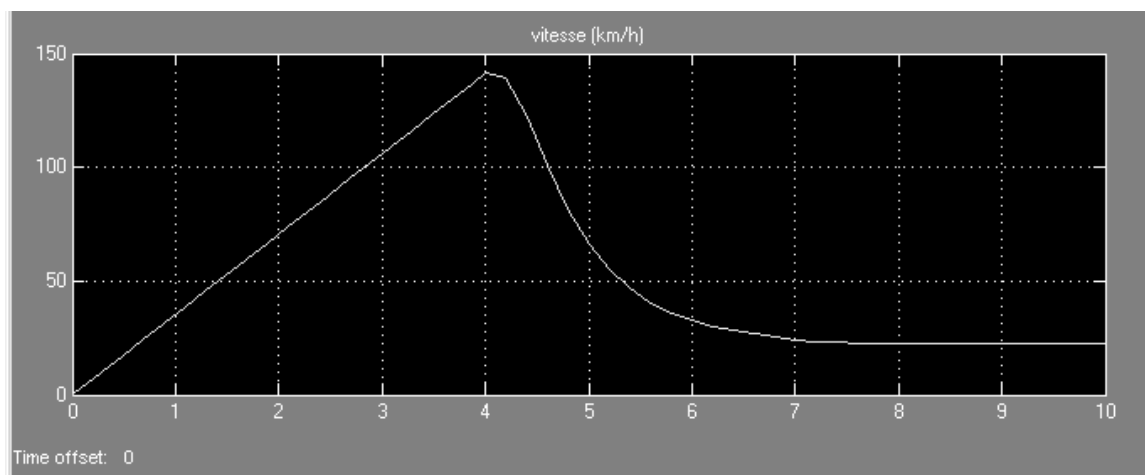
- **Compléter** le modèle pour prendre en compte ces dernières ($C_{x_{TGV}} = 0,55$, surface frontale $S_f = 9 \text{ m}^2$)

modèle à télécharger: [Modèle OpenModelica](#)

Ouverture d'un parachute

La modélisation d'un saut en parachute donne le profil de vitesse de descente ci-dessous. La masse du parachutiste avec son matériel est de 100 kg. Le diamètre du parachute est de 8 m.

- **Repérer** dans ce profil, l'instant de l'ouverture du parachute, ainsi que les phases d'accélération, de décélération, de vitesse constante.
- **Indiquer** si au moment de l'ouverture, le parachutiste remonte vers le haut ?



L'action du parachute est modélisée ici par :

$$\vec{F}_{Para} = -\frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot C_z \cdot v^2 \vec{v}$$

avec :

- ρ : masse volumique de l'air ($1,2 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$)
- S : surface du disque formé par le parachute (m^2)
- v : vitesse du parachutiste ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)
- C_z : Coefficient de pénétration dans l'air selon l'axe \vec{z}
- \vec{v} vecteur vitesse unitaire

Nous cherchons à déterminer à quelle valeur la vitesse de descente se stabilise.

On isole l'ensemble parachute + parachutiste :

- **Réaliser** un BAME sur l'ensemble parachute + parachutiste
- **Etablir** l'équation régissant l'évolution de la vitesse de chute du parachutiste.
- **Indiquer** la nature de l'équation trouvée (polynome ou autre?)

Simulation

Le modèle fourni suivant vous permettra de trouver la vitesse de stabilisation atteinte par le parachutiste une fois le parachute ouvert.

Modèle à télécharger : [Modèle OpenModelica](#)

Fonctionnement d'un ventilateur

Le ventilateur est soumis au cours de son fonctionnement à deux types d'actions mécaniques :

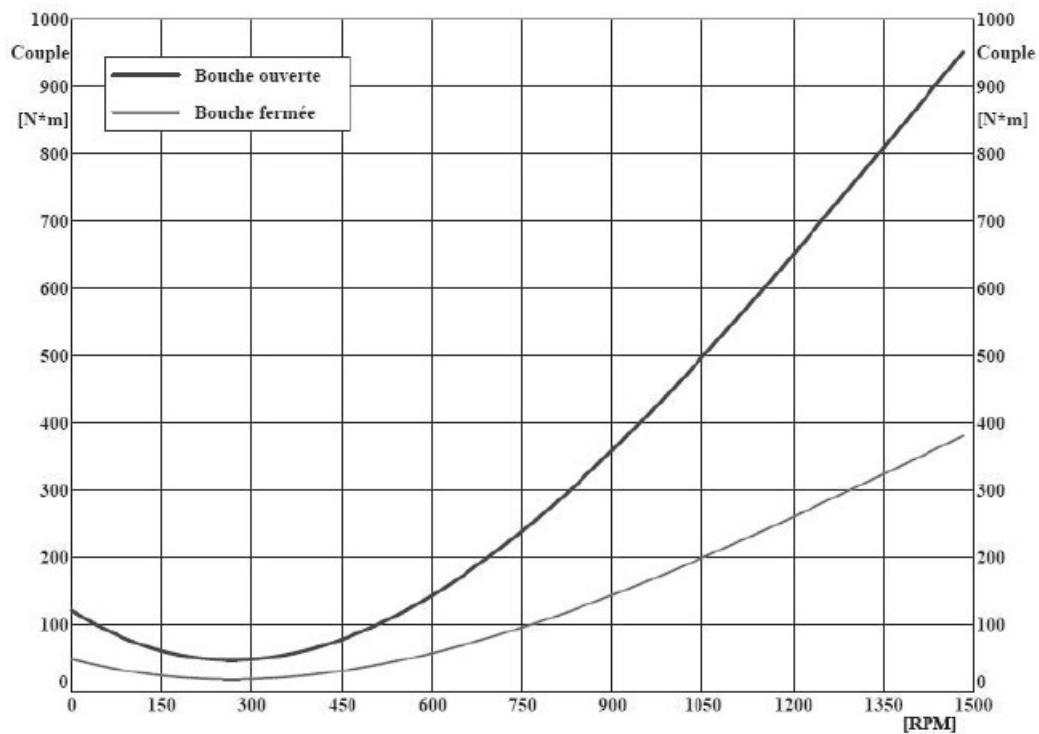
- une action mécanique due au moteur : le moteur crée un ensemble de forces dont les moments se conjuguent de façon à entraîner la rotation : cet ensemble forme le **couple moteur C_m** .
- une action mécanique due à l'air : les effets de l'air créent un ensemble de forces sur les pâles dont les moments se conjuguent de façon à freiner la rotation : cet ensemble forme le **couple résistant C_r** .



Nous étudions le cas d'un ventilateur dont le moteur fournit un couple moteur $C_m = 500 \text{ N}\cdot\text{m}$ (supposé constant quelle que soit la vitesse) et dont le couple résistant dû à l'air est donné par la courbe ci-dessous (courbe : « bouche d'aération ouverte »). Le moment d'inertie du ventilateur motorisé est $J = 150 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ par rapport à son axe de rotation. Ce ventilateur doit mettre moins d'une minute pour démarrer.

- **Indiquer** la relation issue du PFD à utiliser dans ce cas.
- **Réaliser** un schéma simple faisant apparaître le BAME si on isole le ventilateur.
- **Exprimer** le couple moteur C_m en fonction de C_r .
- Simplifier l'équation trouvée aux instants suivant :
 - x Au démarrage (juste à la mise sous tension du moteur du ventilateur)
 - x En régime établi (permanent).

La figure suivante montre l'évolution du couple résistant C_r en fonction de la fréquence de rotation du ventilateur (on travaillera sur la courbe en « boucle ouverte »).



À partir des données précédentes des équations simplifiées :

- **Déterminer** l'accélération angulaire de démarrage
- **Déterminer** à quelle fréquence de rotation le ventilateur va se stabiliser.

Pour la question suivante on considère que tout se passe comme si le couple résistant avait une valeur constante $C_r = 200 \text{ N}\cdot\text{m}$ (ce qui est évidemment faux!)

- **Vérifier** que le temps de démarrage est conforme aux attentes.
- **Indiquer** sommairement l'influence de l'évolution du couple résistant réel (non constant) sur le temps calculer précédemment.

Simulation

Le modèle suivant va vous permettre de confronter vos résultats avec la simulation y compris de simuler le fonctionnement réel avec la caractéristique de couple résistant C_r que nous avons considéré constant.

Modèle à télécharger: [Modèle OpenModelica](#)

- Paramétrer le modèle en enrichissant les valeurs absentes (ne pas modifier le paramètre (« coupleResistantReel »).
- Comparer à vos résultats théoriques et à votre conclusion sur l'influence de couple réel sur la vitesse atteinte (dernière question de la partie théorique)

