

## VOYAGE EN TRAIN

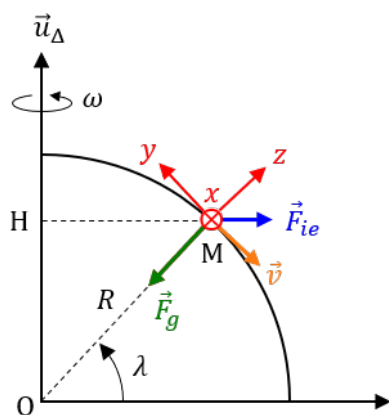
Un TGV de masse  $m = 7,8 \times 10^5$  kg circule du nord vers le sud à la vitesse constante  $v = 300 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . À l'instant considéré, il se trouve à la latitude  $\lambda = 47,7^\circ$  Nord (latitude de Paris, on rappelle que l'origine des latitudes est pris au niveau de l'équateur). Au point M où se situe le train, on définit une base cartésienne avec (Mz) la verticale ascendante et (Mx) vers l'est. On note O le centre de la terre et R son rayon. Le poids est défini comme la somme de la force de gravitation et la force d'inertie d'entraînement dans le référentiel terrestre.

Données :  $\omega = 7,3 \times 10^{-5} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$  et  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1) Faire un schéma où apparaissent la Terre (en coupe), la base et le point M, le vecteur vitesse du train et le vecteur rotation de la Terre. Représenter la force de gravitation, la force d'inertie d'entraînement et la verticale ascendante.

**Correction**

Schéma :



2) Déterminer la force de Coriolis qui s'exerce sur le train dans le référentiel terrestre et comparer sa norme à celle du poids du train.

**Correction**

Force d'inertie de Coriolis :

$$\vec{F}_{ic} = -2m\vec{\omega} \wedge \vec{v} = -2m \begin{pmatrix} 0 \\ \omega \cos(\lambda) \\ \omega \sin(\lambda) \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ -v \\ 0 \end{pmatrix} = \boxed{-2m\omega v \sin(\lambda) \vec{u}_x}$$

Elle est donc dirigée vers l'ouest.

On rappelle que la force centrifuge est comptabilisée dans l'accélération de la pesanteur ( $g$ ) et ne doit pas être considérée comme une force supplémentaire.

On peut comparer le poids et la force de Coriolis :

$$\boxed{\frac{F_{ic}}{mg} = \frac{2\omega}{g} v \sin(\lambda) = 9,2 \times 10^{-4}}$$

donc la force de Coriolis est faible devant le poids.

3) Lequel des deux rails s'use le plus? Qu'est ce qui change lorsque le train va vers le nord? vers l'est? vers l'ouest? Qu'est-ce qui change si on est dans l'hémisphère sud?

**Correction**

Le rail Ouest est plus vite usé, à cause de la force de Coriolis. Il s'agit du rail de droite dans le sens de la marche.

La direction du train ne change rien : le rail de droite s'use toujours plus vite. Faire une règle de la main droite pour déterminer le sens de la force de Coriolis et s'en convaincre.

Dans l'hémisphère sud,  $\lambda < 0$  donc  $\sin(\lambda) < 0$ . Le raisonnement s'inverse : il s'agit du rail de gauche dans le sens de la marche qui s'use plus vite du fait de la force de Coriolis.