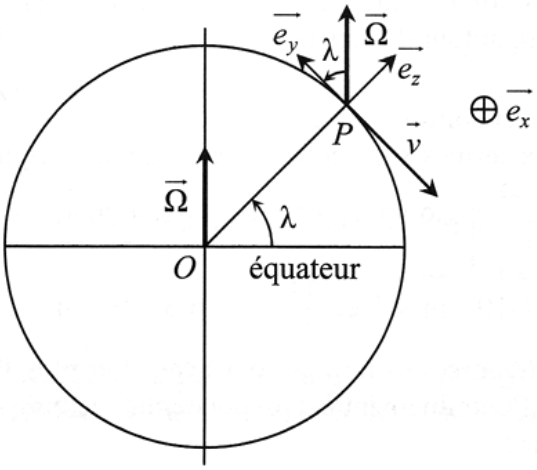
Exercice 6

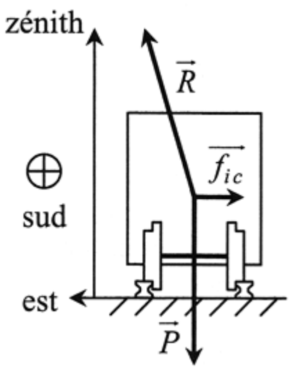
1.



2. Par définition : $\overrightarrow{f_{ic}} = -m\overrightarrow{a_c}(M) = -2m\overrightarrow{\Omega} \wedge \vec{v}$. Or $\overrightarrow{\Omega} = \Omega\cos\lambda\overrightarrow{e_y} + \Omega\sin\lambda\overrightarrow{e_z}$ et $\vec{v} = -v\overrightarrow{e_y}$ donc $\overrightarrow{f_{ic}} = -2m\left(\Omega\cos\lambda\overrightarrow{e_y} + \Omega\sin\lambda\overrightarrow{e_z}\right) \wedge \left(-v\overrightarrow{e_y}\right)$ soit $\boxed{\overrightarrow{f_{ic}} = -2m\Omega\sin\lambda v\overrightarrow{e_x}}$ qui pointe vers l'ouest, c'est-à-dire ici vers la droite.

AN : $\boxed{f_{ic} = 6{,}7\ \text{kN}}$. Or le poids est $P = mg = 7{,}6\ \text{MN}$ donc $\boxed{\dfrac{f_{ic}}{P} = 9 \cdot 10^{-4} = 0{,}09\ \%}$.

3.



Aux deux forces précédentes s'ajoute la réaction $\vec{R}$ des deux rails (la force d'inertie d'entraînement, due au mouvement de la Terre, étant déjà incluse dans le poids).

Le PFD appliqué au train donne donc $m\vec{a} = \vec{P} + \vec{R} + \overrightarrow{f_{ic}}$.

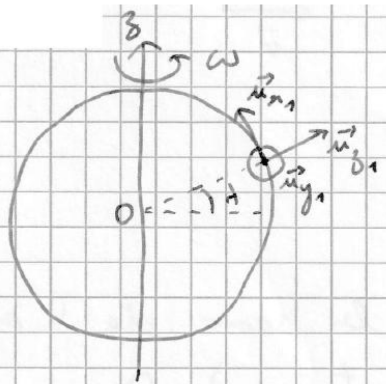
Or l'accélération du train est nulle si on considère son mouvement comme rectiligne uniforme.

Si on tient compte de la courbure de la Terre, le mouvement du train est circulaire uniforme donc son accélération vaut $-\dfrac{v^2}{R}\overrightarrow{e_z}$ $\left(\text{ce qui donne } ma = m\dfrac{v^2}{R} = 850\ \text{N} \approx \dfrac{F_{\text{ic}}}{8}\right)$. Dans les deux cas, la projection horizontale donne $R_x = -f_{ic}$: c'est donc le <u>rail de droite</u> (côté ouest) qui doit exercer une force de poussée horizontale, et subit alors une force opposée donc s'usera plus vite que le rail de gauche.

Si le train va vers le nord, la force de Coriolis est orientée vers l'est et c'est donc le rail du côté est qui s'use le plus, mais <u>il s'agit toujours du rail de droite</u>.

Exercice 7

1) a)



$\vec{\omega} = \omega \vec{u}_z$, $\omega > 0$.

R : réf. géocentrique

R_1 : réf. terrestre

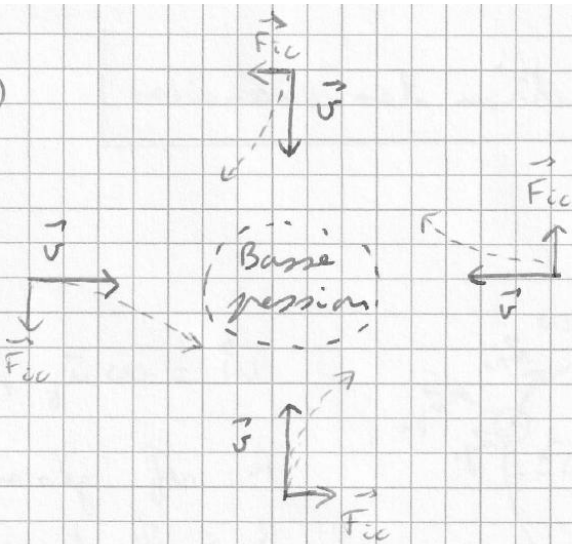
Ex : pour un déplacement vers le nord ($\vec{v}(M)_{R_1} = v \, \vec{u}_{x_1}$, avec $v > 0$).

$$\begin{aligned}
\vec{F}_{ic} &= -2m \vec{\omega} \wedge \vec{v}(M)_{R_1} \\
&= -2m \omega \vec{u}_z \wedge v \vec{u}_{x_1} \\
&= -2m\omega v \left(\cos(\lambda) \vec{u}_{x_1} + \sin(\lambda) \vec{u}_{z_1} \right) \wedge \vec{u}_{x_1} \\
&= -2m\omega v \sin(\lambda) \vec{u}_{z_1} \wedge \vec{u}_{x_1}
\end{aligned}$$

$$\vec{F}_{ic} = -\underbrace{2m\omega v \sin(\lambda)}_{\geq 0} \vec{u}_{y_1}$$

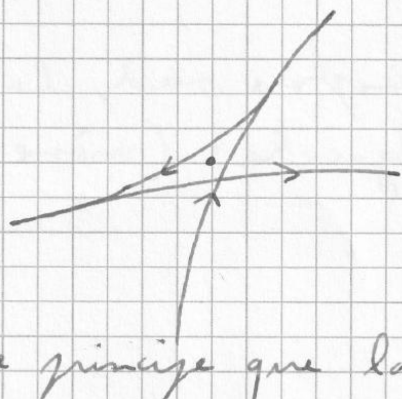
D'où une <u>déviation vers la droite</u>.
Les autres déplacements (vers l'est, ...) donnent également une déviation vers la droite.

b) Dans l'hémisphère sud, la déviation est vers la gauche ! (même démonstration) c)



On retrouve bien le sens de l'enroulement de l'image (sens trigo). Dans l'hémisphère sud, les dépressions s'enroulent dans le sens horaire !

d) Le pendule de Foucault sert à mettre en évidence la rotation de la Terre sur elle-même. Au cours du temps, son plan d'oscillation tourne dans le référentiel terrestre à cause de la force d'inertie de Coriolis (déviation vers la droite). Si l'on considère que la masse a un mouvement quasi-horizontal on a la trajectoire suivante (vue de dessus)



(déviation exagérée...)

2) même principe que la question 1)a.