<table>
<tr><th>Notions et contenus</th><th>Capacités exigibles</th><th>Détail</th></tr>
<tr><td>Mouvement d'un référentiel par rapport à un autre dans les cas du mouvement de translation et du mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe.
Vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.</td><td>Reconnaître et caractériser un mouvement de translation et un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe fixe d'un référentiel par rapport à un autre.
Exprimer le vecteur rotation d'un référentiel par rapport à un autre.</td><td>Définir les cas de référentiel en translation et en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un autre.
• Un référentiel $\mathcal{R}'$ est en translation par rapport à $\mathcal{R}$ si le solide de référence S' de $\mathcal{R}'$ est en mouvement de translation dans $\mathcal{R}$. Cela signifie que les axes définissant $\mathcal{R}'$ conservent la même orientation par rapport à ceux de $\mathcal{R}$.
Par convention, on les choisit parallèles.
On définit alors la vitesse relative de $\mathcal{R}'$ par rapport à $\mathcal{R}$: $\overrightarrow{v}(\mathcal{R}'/\mathcal{R})$.
• Un référentiel $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme autour d'un axe fixe dans $\mathcal{R}$ si le solide de référence S' de $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme autour d'un axe fixe dans $\mathcal{R}$.
On définit la rotation d'axe (Oz) repérée par un angle θ par le **vecteur rotation**
$\boxed{\overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) = \dot{\theta}\overrightarrow{e}_z}$</td></tr>
<tr><td>Composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'une translation : vitesse d'entraînement, accélération d'entraînement.</td><td>Relier les dérivées d'un vecteur dans des référentiels différents par la relation de la dérivation composée.
Citer et utiliser les expressions de la vitesse d'entraînement et des accélérations d'entraînement et de Coriolis.</td><td>• Relation entre $\left(\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{A}}{\mathrm{d}t}\right)_{\mathcal{R}}$ et $\left(\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{A}}{\mathrm{d}t}\right)_{\mathcal{R}'}$:
Soit un référentiel $\mathcal{R}(Oxyz)$ de base $(\overrightarrow{e}_x, \overrightarrow{e}_y, \overrightarrow{e}_z)$ et un référentiel $\mathcal{R}'(O'x'y'z')$ de base $(\overrightarrow{e}_{x'}, \overrightarrow{e}_{y'}, \overrightarrow{e}_{z'})$.
Soit $\overrightarrow{A}$ un vecteur, alors
$\boxed{\left(\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{A}}{\mathrm{d}t}\right)_{\mathcal{R}} = \left(\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{A}}{\mathrm{d}t}\right)_{\mathcal{R}'} + \overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) \wedge \overrightarrow{A}}$
• Cas où $\mathcal{R}'(O'xyz)$ est en translation par rapport à $\mathcal{R}(Oxyz)$: exprimer $\overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}}$ et $\overrightarrow{a}(M)_R$.
$\boxed{\overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}} = \overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}'} + \overrightarrow{v}_e(M) \quad \text{avec} \quad \overrightarrow{v}_e(M) = \overrightarrow{v}(O')_{\mathcal{R}}}$
$\boxed{\overrightarrow{a}(M)_{\mathcal{R}} = \overrightarrow{a}(M)_{\mathcal{R}'} + \overrightarrow{a}_e(M) \quad \text{avec} \quad \overrightarrow{a}_e(M) = \overrightarrow{a}(O')_{\mathcal{R}}}$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Notions et contenus</th><th>Capacités exigibles</th><th>Détail</th></tr>
<tr><td>Composition des vitesses et des accélérations dans le cas d'une rotation uniforme autour d'un axe fixe : vitesse d'entraînement, accélérations d'entraînement et de Coriolis.</td><td>Citer et utiliser les expressions de la vitesse d'entraînement et des accélérations d'entraînement et de Coriolis.</td><td>Cas où $\mathcal{R}'(Ox'y'z)$ est en rotation par rapport à $\mathcal{R}(Oxyz)$ à $\overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) = \overrightarrow{cste}$: exprimer $\overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}}$ et $\overrightarrow{a}(M)_R$.
Vitesse de M : $\overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}} = \overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}'} + \overrightarrow{v}_e(M)$ avec $\overrightarrow{v}_e(M) = \overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) \wedge \overrightarrow{OM}$
L'accélération d'un point M s'écrit $\overrightarrow{a}(M)_{\mathcal{R}} = \overrightarrow{a}(M)_{\mathcal{R}'} + \overrightarrow{a}_e(M) + \overrightarrow{a}_c(M)$ avec
• l'accélération d'entrainement
$\boxed{\overrightarrow{a}_e(M) = \overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) \wedge \left(\overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) \wedge \overrightarrow{OM}\right) = -\omega^2 \overrightarrow{HM}}$
où H est le projeté orthogonal de M sur l'axe de rotation ;
• l'accélération de Coriolis
$\boxed{\overrightarrow{a}_c(M) = 2\overrightarrow{\Omega}(\mathcal{R}'/\mathcal{R}) \wedge \overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}'}}$</td></tr>
<tr><td>Dynamique du point en référentiel non galiléen dans le cas où le référentiel entraîné est en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen. Forces d'inertie.</td><td>Exprimer les forces d'inerties, dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen.
Décrire et interpréter les effets des forces d'inertie dans des cas concrets : sens de la force d'inertie d'entraînement dans un mouvement de translation ; caractère centrifuge de la force d'inertie d'entraînement dans le cas où le référentiel est en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen.</td><td>• Définir les forces d'inerties. Que dire selon le mouvement de $\mathcal{R}'$ par rapport à $\mathcal{R}$.
— Force d'inertie d'entrainement $\overrightarrow{F}_{ie}(M) = -m\overrightarrow{a}_e(M)$
— Force d'inertie de Coliolis $\overrightarrow{F}_{ic}(M) = -m\overrightarrow{a}_c(M)$
Si $\mathcal{R}'$ est en translation par rapport à $\mathcal{R}$, alors $\overrightarrow{F}_{ic}(M) = \overrightarrow{0}$ et $\overrightarrow{F}_{ie}(M) = -m\overrightarrow{a}(O')_{\mathcal{R}}$ est indépendante du point M et de son mouvement.
Si $\mathcal{R}'$ est en rotation uniforme par rapport à $\mathcal{R}$, alors
$\overrightarrow{F}_{ie}(M) = m\Omega^2\overrightarrow{HM}$ et $\overrightarrow{F}_{ic}(M) = -2m\overrightarrow{\Omega} \wedge \overrightarrow{v}(M)_{\mathcal{R}'}$.
La force d'inertie d'entrainement est centrifuge, elle éloigne le point M de l'axe de rotation.
La force d'inertie de Coriolis dépend du mouvement de M dans le référentiel tournant $\mathcal{R}'$.</td></tr>
</table>

Notions et contenus	Capacités exigibles	Détail
	Utiliser les lois de la dynamique en référentiel non galiléen dans les seuls cas où le référentiel entraîné est en translation, ou en rotation uniforme autour d'un axe fixe par rapport à un référentiel galiléen.	• Énoncer les lois de la dynamique en référentiel non galiléen. — théorème du centre d'inertie $m\overrightarrow{a}(G)_{\mathcal{R}'} = \overrightarrow{F}_{\text{ext}} + \overrightarrow{F}_{ie}(G) + \overrightarrow{F}_{ic}(G)$ — théorème du moment cinétique avec O fixe dans $\mathcal{R}'$: $\left(\frac{\mathrm{d}\overrightarrow{L}_O(M)_{\mathcal{R}'}}{\mathrm{d}t}\right)_{\mathcal{R}'} = \overrightarrow{M}_{O,ext} + \overrightarrow{M}_O(\overrightarrow{F}_{ie}) + \overrightarrow{M}_O(\overrightarrow{F}_{ic})$ — théorème énergétique $\mathrm{d}E_m(M)_{\mathcal{R}'} = \delta W(\overrightarrow{F}_{c,ext})_{\mathcal{R}'} + \delta W(\overrightarrow{F}_{ie})_{\mathcal{R}'}$ (la force de Coriolis ne travaille pas dans $\mathcal{R}'$).
Caractère galiléen approché d'un référentiel. Exemple du référentiel de Copernic, du référentiel géocentrique et du référentiel terrestre.	Citer quelques manifestations du caractère non galiléen du référentiel terrestre. Estimer, en ordre de grandeur, la contribution de la force d'inertie de Coriolis dans un problème de dynamique terrestre.	• Exemples de manifestation du caractère non galiléen du référentiel terrestre : — La verticale n'est pas confondue avec un rayon terrestre : le poids est la somme de la force gravitationnelle exercée par la masse M_T de la Terre sur le corps de masse m et la force d'inertie d'entrainement $\overrightarrow{F}_{ie}(M) = m\omega^2\overrightarrow{HM}$ avec ω la vitesse angulaire de rotation de la Terre autour de l'axe de ses pôles et H le projeté orthogonal de M sur cet axe. — La force de Coriolis est responsable de la déviation vers l'est d'un corps en chute libre dans l'hémisphère nord, de la rotation du plan d'oscillation du pendule de Foucault. • Estimer l'ordre de grandeur de la force d'inertie de Coriolis d'une balle de masse $m = 1\,\text{kg}$ se déplaçant à la vitesse $v = 30\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$. Comparer à son poids. Force de Coriolis $F_{ic} \approx 2m\omega v \quad \text{avec} \quad \omega = \frac{2\pi}{24 \times 3600} \approx 7 \times 10^{-5}\,\text{rad}\,\text{s}^{-1}$ On a donc $\boxed{F_{ic} \approx 4{,}2 \times 10^{-3}\,\text{N}}$. On en déduit $\frac{F_{ic}}{P} = \frac{2\omega v}{g} \approx 4{,}2 \times 10^{-4} \ll 1$. La force de Coriolis est donc très faible. Son effet devant celui de la pesanteur sera un terme correctif.