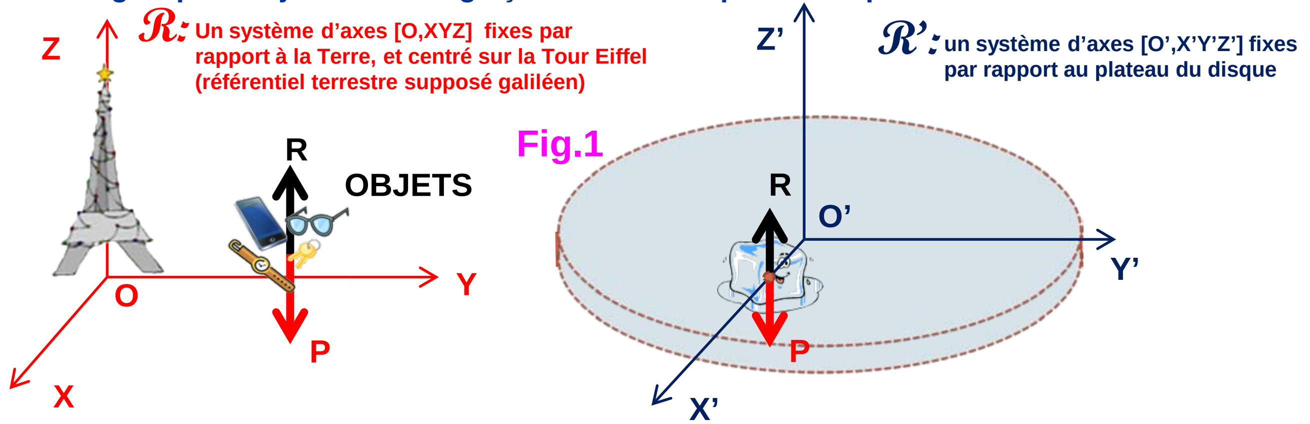
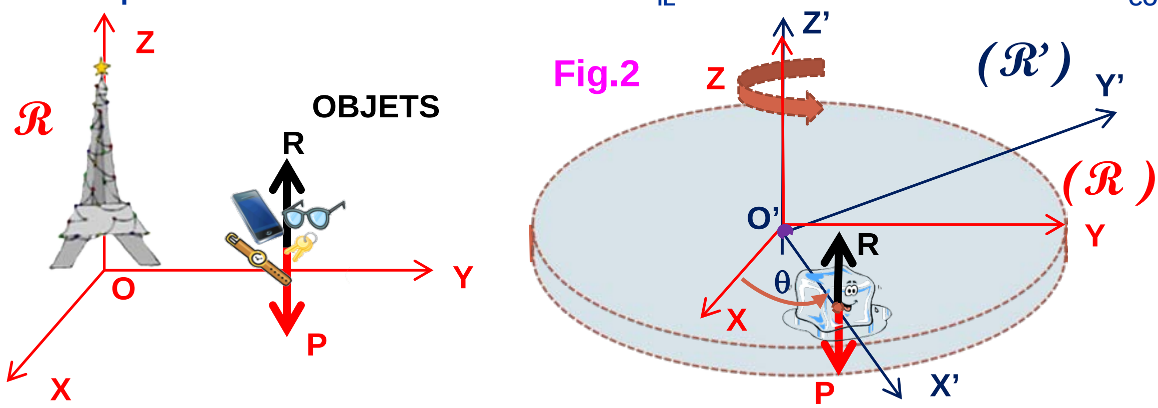
LA FORCE DE CORIOLIS 1/2

gm energie
Site : gm-energie.com

Cette force n'existe que : - dans un référentiel en rotation, - et que si l'objet étudié est déjà en mouvement . Pour cela , étudions le mouvement d'un glaçon (fig.1) se déplaçant (sans frottement) sur un disque, à partir de O', à vitesse constante en suivant l'axe O'X'. Lorsque le disque est à l'arrêt, le référentiel $\mathcal{R}'$, immobile par rapport à $\mathcal{R}$ est également « galiléen », de sorte que les forces qui s'exercent sur le groupe d'objets et sur le glaçon sont identiques : leur poids P et la réaction du sol R

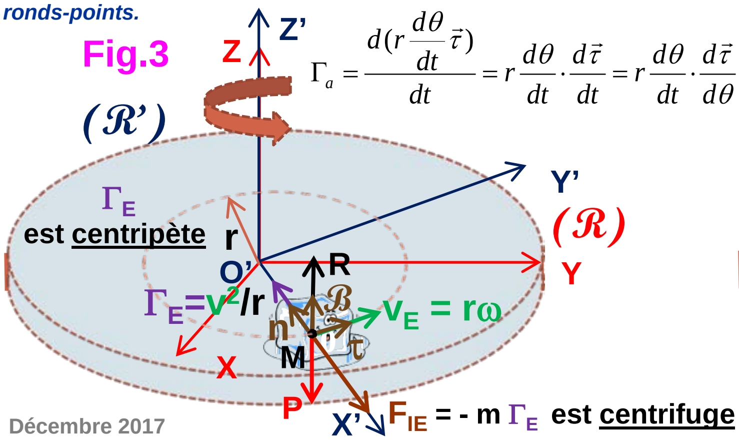


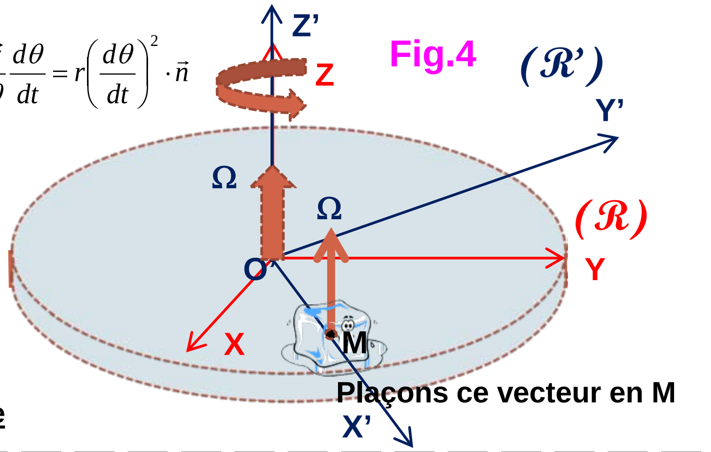
Lorsque le disque est en rotation uniforme (fig.2) , à la vitesse angulaire $\omega = d\theta/dt$, dans le sens direct autour de l'axe O'Z', le référentiel $\mathcal{R}'$, en rotation par rapport à $\mathcal{R}$ n'est plus « galiléen », et deux forces supplémentaires s'exercent sur le glaçon qui se met en mouvement de plus en plus rapidement vers l'extérieur du disque : la force d'inertie d'entraînement F_{IE} et la force d'inertie de Coriolis F_{CO} .



La force d'inertie d'entraînement (fig.3) se déduit de l'accélération « absolue » du point fixe M de $\mathcal{R}'$ où se trouve le glaçon à l'instant t (point coïncident). Dans $\mathcal{R}$, ce point est en rotation uniforme autour de l'axe O'Z', à la vitesse angulaire $\omega = d\theta/dt$, sur un cercle de rayon r . En projection sur une base mobile de vecteurs unitaires τ, n et $\mathcal{B}$ (base de Frénet) : <u>sa vitesse absolue</u> $V_a = r\omega.\tau = r(d\theta/dt).\tau$ est, par définition, la vitesse d'entraînement $V_A = V_E$; <u>son accélération absolue</u> Γ_A (dans $\mathcal{R}$) : $\Gamma_a = \Gamma_E = (v_E^2/r).n = r(d\theta/dt)^2.n$ est <u>centripète</u> et $F_{IE} = - m\, \Gamma_E = - m(v^2/r).n = - m(\omega^2 r).n$ est <u>centrifuge</u> .
Maintenant (fig.4) , pour calculer la force de Coriolis $F_{IC} = - m\Gamma_{IC}$, il convient de calculer l'accélération de Coriolis Γ_{IC} . Pour exprimer commodément Γ_C , il est pratique d'introduire par convention le vecteur rotation du plateau Ω, porté par l'axe de OZ , dirigé selon la verticale ascendante dans le cas d'une rotation de sens direct et de module ω. ***Remarque : le sens direct est celui que nous empruntons quotidiennement sur nos ronds-points.***

$$\Gamma_a = \frac{d\left(r\dfrac{d\theta}{dt}\vec{\tau}\right)}{dt} = r\frac{d\theta}{dt}\cdot\frac{d\vec{\tau}}{dt} = r\frac{d\theta}{dt}\cdot\frac{d\vec{\tau}}{d\theta}\cdot\frac{d\theta}{dt} = r\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\cdot\vec{n}$$





LA FORCE DE CORIOLIS 2/2

Site : gm-energie.com

Dans le cas d'un référentiel mobile en rotation par rapport à un référentiel galiléen (fig.5) , on peut démontrer que l'accélération de Coriolis est égale au produit vectoriel : $\vec{\Gamma}_c = 2\vec{\Omega} \wedge \vec{V}_R$
dont le résultat est un vecteur dont le module est égal à 2 ω.v_R , (*où v_R est le module de la vitesse relative*) et la direction peut être obtenue en appliquant la règle des trois doigts de la main droite :
-le pouce selon la direction du vecteur rotation -l'index selon la direction de la vitesse relative -le majeur donnant la direction de l'accélération de Coriolis.
Celle-ci est donc dirigée 90° à droite du vecteur vitesse relative et on voit donc bien que:

- **si V_R est nulle (glaçon immobile), l'accélération de Coriolis est nulle**
- **si le référ. mobile n'est pas en rotation par rapport au référ. galiléen, l'accélération de Coriolis est nulle**
- **Le trièdre {Ω, V_R,Γ_C} est direct**

Règle ***générale*** de la main droite :

majeur = pouce Λ index

$$\vec{\Gamma}_c = 2\vec{\Omega} \wedge \vec{V}_R$$

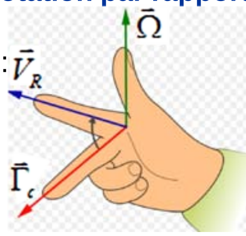


Fig.5

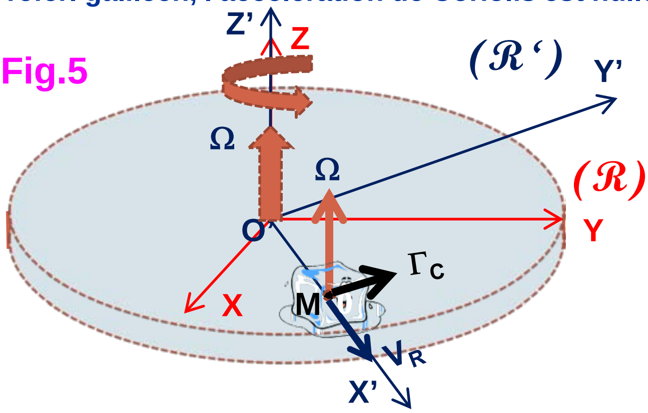
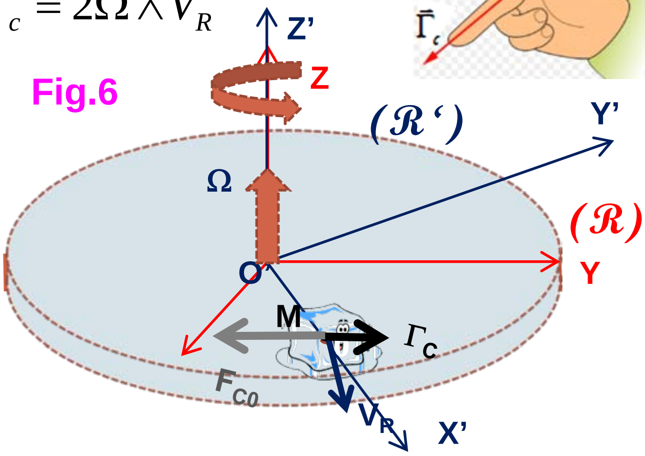


Fig.6



Or (fig.6) la force de Coriolis est F_{CO} = - m Γ_C .
Celle-ci est donc de sens opposé à l'accélération de Coriolis . Dans le cas d'une rotation de sens direct, F_{CO} est dirigée 90° à gauche du vecteur vitesse relative
La force de Coriolis tend donc en permanence à dévier le mouvement vers sa droite

En résumé (fig.7) , dans le référentiel du manège en rotation de sens direct, le glaçon est soumis à :

- **R et P qui sont les forces fondamentales dans le référentiel galiléen**
- **F_{IE} force d'inertie d'entraînement, ici centrifuge, qui l'accélère en direction du bord du plateau**
- **F_{CO} la force de Coriolis, dirigée vers la droite du mouvement et qui le dévie constamment, cette déviation augmentant avec la vitesse relative.**

La trajectoire est constamment déviée vers la doite

Fig.7

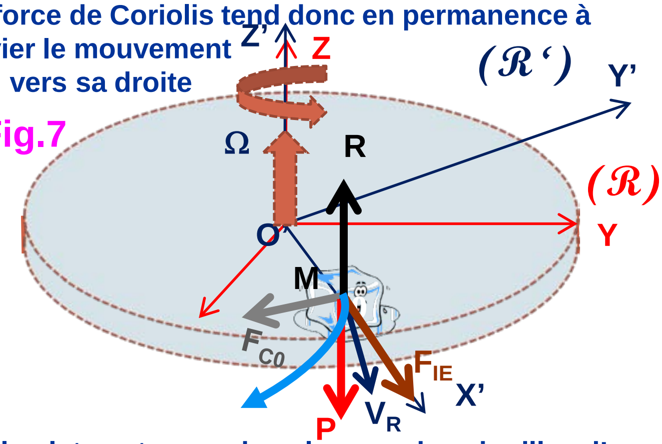
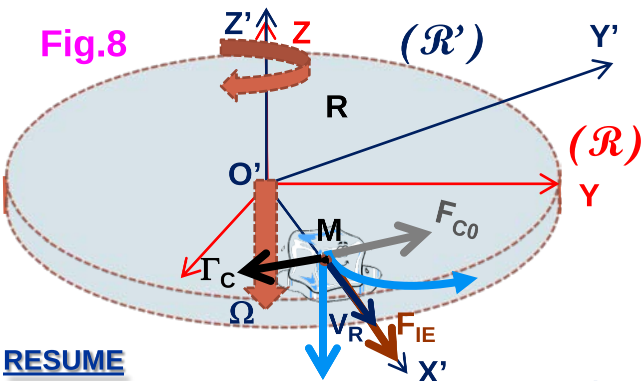


Fig.8



Et si le plateau tourne dans le sens des aiguilles d'une montre ?

- **F_{IE} force d'inertie d'entraînement est inchangée**
- **Ω est cette fois dirigé vers le bas afin que la rotation soit de sens direct autour de lui**
- **Γ_C est orientée 90° à droite du mouvement (le trièdre {Ω, V_R,Γ_C} doit être direct)**
- **F_{CO} force de Coriolis, est dirigée vers la gauche du mouvement et le dévie constamment, cette déviation augmentant avec la vitesse relative.**

RESUME

- **Force centrifuge et force de Coriolis, appelées forces d'inertie, sont des forces qui n'apparaissent que dans des référentiels en rotation par rapport à un référentiel galiléen. Induites par le mouvement propre de ces référentiels par rapport à un référentiel galiléen, on peut aussi parler de « forces de référentiel ».**
- **Dans un référentiel ℛ' en rotation par rapport à un référentiel ℛ galiléen le principe fondamental de la dynamique s'écrit : m$\Gamma_{\mathcal{R}'}$ = (somme des forces fondamentales) + F_{CE} + F_{CO} . La force de Coriolis ne s'exerce que sur des objets en mouvement dans le référentiel en rotation. Elle agit perpendiculairement au déplacement (au vecteur vitesse relative), vers la droite dans le cas où la rotation du référentiel mobile est de sens direct, vers la gauche dans le cas contraire Contrairement à la force centrifuge, la force de Coriolis ne peut mettre un objet en mouvement, ni l'accélérer. Elle est uniquement déviatrice.**