CHAPITRE 10 :

MOUVEMENTS DES SATELLITES ET DES PLANÈTES

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Décembre 2014

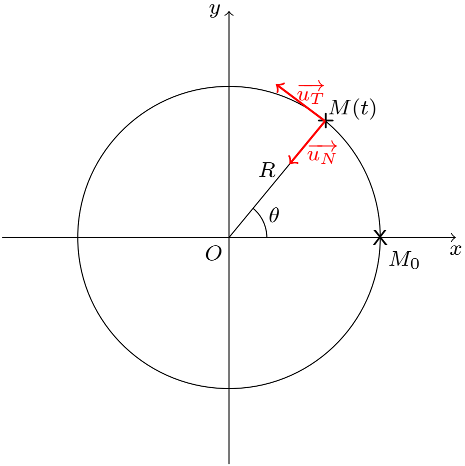
I. Cinématique des mouvements circulaires

1. La base de Frenet

- Pour l'étude des mouvements circulaires, une base cartésienne n'est pas très adaptée.
- On se munit donc d'une autre base, en coordonnées polaires, appelée **base de Frenet**, qui est une **base mobile**.
- La base de Frenet est composée de deux vecteurs $\left(\overrightarrow{u_T}, \overrightarrow{u_N}\right)$ respectivement tangent à la trajectoire et normal à la trajectoire.
- Le vecteur $\overrightarrow{u_T}$ est appelé vecteur tangentiel ; il est dirigé dans le sens du mouvement.
- Le vecteur $\overrightarrow{u_N}$ est appelé vecteur normal ; il est centripète (dirigé vers l'intérieur de la courbure).

I. Cinématique des mouvements circulaires

1. La base de Frenet



I. Cinématique des mouvements circulaires

2. Accélération du point M

Accélération dans un mouvement circulaire

$$\overrightarrow{a} = \frac{d^2\overrightarrow{OM}}{dt^2} = \frac{dv}{dt} \cdot \overrightarrow{u_T} + \frac{v^2}{R} \cdot \overrightarrow{u_N}$$

- On appelle **accélération tangentielle** $\overrightarrow{a_T} = \frac{dv}{dt} \cdot \overrightarrow{u_T}$; elle est due à la variation de la valeur de la vitesse.
- On appelle **accélération normale** $\overrightarrow{a_N} = \frac{v^2}{R} \cdot \overrightarrow{u_N}$; elle est due à la variation de la direction du vecteur vitesse.
- Ainsi, on a : $\overrightarrow{a} = \overrightarrow{a_T} + \overrightarrow{a_N}$

I. Cinématique des mouvements circulaires

2. Accélération du point M

- Si en plus d'être circulaire ($R = cste$), le mouvement est uniforme, alors $v = cste$ et $\dfrac{dv}{dt} = 0$ donc $\overrightarrow{a_T} = \vec{0}$ et alors $\vec{a} = \overrightarrow{a_N} = \dfrac{v^2}{R} \cdot \overrightarrow{u_N}$
- On dit alors que l'accélération d'un mouvement circulaire uniforme est purement normale et centripète.
- ATTENTION : on voit bien ici que l'accélération d'un mouvement circulaire uniforme n'est pas nulle ! ! !

I. Cinématique des mouvements circulaires

3. Vitesse angulaire

- La vitesse angulaire ω, en $\mathrm{rad}\cdot\mathrm{s}^{-1}$ est donnée par :

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{\widehat{M_0 M}}{R}\right) = \frac{v}{R}$$

- On a donc la relation suivante : $\boxed{v = R \cdot \omega}$

- Il en découle une autre expression de l'accélération normale :

$$a_N = \frac{v^2}{R} = \frac{R^2 \cdot \omega^2}{R} = R \cdot \omega^2$$

I. Cinématique des mouvements circulaires

4. Période de révolution

- La période de révolution est la durée mise par le point M pour faire un tour, donc pour parcourir une distance égale au périmètre de la trajectoire, soit $2\pi \cdot R$

- On a donc $v = \dfrac{2\pi \cdot R}{T}$ soit $\boxed{T = \dfrac{2\pi \cdot R}{v}} = \dfrac{2\pi}{\omega}$

- Il en découle une autre expression de l'accélération normale :

$$a_N = \frac{v^2}{R} = \frac{R^2 \cdot \omega^2}{R} = R \cdot \omega^2$$

II. Mouvements des satellites et des planètes

1. Les lois de Kepler

Dans le référentiel héliocentrique :

- **Première loi de Kepler :** chaque planète décrit une ellipse dont l'un des foyers est occupé par le centre du Soleil.

- **Deuxième loi de Kepler :** le segment Soleil-Planète balaie des aires égales au cours de durées égales.

- **Troisième loi de Kepler :** Le rapport $\dfrac{T^2}{a^3}$ du carré de la période de révolution au cube du demi grand-axe a la même valeur pour toutes les planètes et ne dépend que de l'astre attracteur (ici, le Soleil).