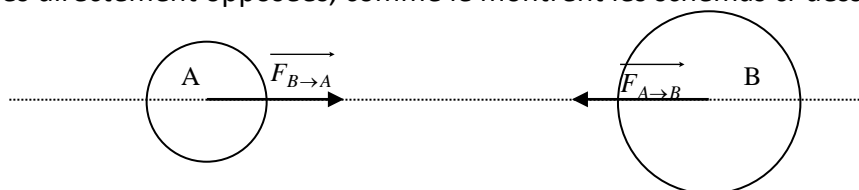


## Mouvement des planètes et des satellites

### ▪ Interaction gravitationnelle : loi de la gravitation

Dans le vide, deux corps A et B, séparés par une distance  $r = AB$  et de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , sont soumises à deux forces directement opposées, comme le montrent les schémas ci-dessous :



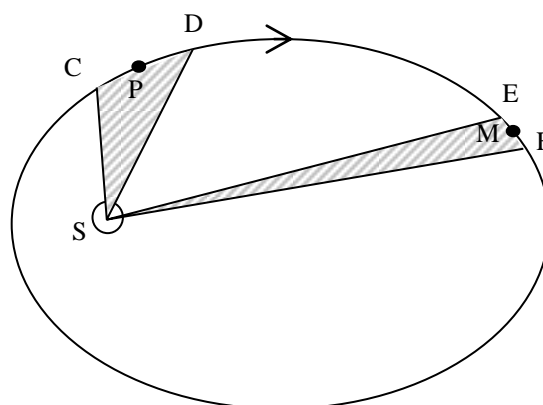
Expression des forces :

### ▪ Mouvement des planètes : Lois de Képler

**1<sup>ère</sup> loi de Képler : Les planètes du système solaire décrivent des trajectoires elliptiques dont le Soleil est un foyer.**

**2<sup>ème</sup> loi de Képler : Le rayon SP (Soleil-Planète) balaie des aires égales pendant des durées égales.**

Conséquences : La vitesse d'une planète devient donc plus grande lorsque la planète se rapproche du soleil. Elle est maximale au voisinage du rayon le plus court (périhélie ou périégée), et minimale au voisinage du rayon le plus grand (aphélie ou apogée).



**3<sup>ème</sup> loi de Képler : Le carré de la période des objets en orbite est proportionnel au cube du demi grand axe de leur trajectoire.**

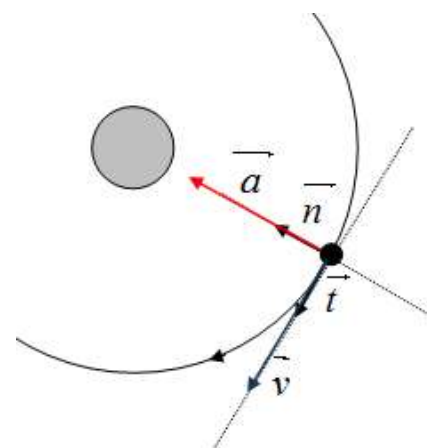
Remarque : Le demi grand axe d'un cercle correspond au rayon de ce cercle

### ▪ Vitesse et accélération dans le cas des mouvements circulaires uniformes :

Pour décrire les vecteurs vitesse et accélération dans le cas des mouvements circulaires et uniformes, on utilise le repère de Frénet : il s'agit d'un repère  $(G, \vec{t}, \vec{n})$  lié au solide en mouvement : son origine coïncide donc avec le centre de gravité G de l'objet en mouvement (à chaque instant), un des axes correspond à la tangente à la trajectoire orienté dans le sens du mouvement, le second correspond à la normale à la trajectoire orienté vers « l'intérieur » de la courbure à la trajectoire

Dans ce repère :

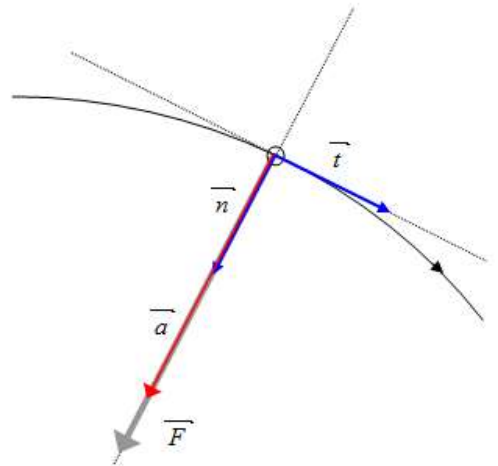
- Le vecteur vitesse est tangent à la trajectoire et dirigé dans le sens du mouvement ; ses coordonnées sont :
- Le vecteur accélération est radial (dirigé suivant le rayon) et centripète (vers le centre de la trajectoire) ; ses coordonnées sont :



▪ Mouvement des satellites en mouvement circulaire

On se place dans le référentiel « astrocentrique » :

a. *Faire un bilan des forces sur le satellite en mouvement circulaire et exprimer leur(s) coordonnée(s) dans le repère de Frénet :*



b. *Utiliser la 2<sup>ème</sup> loi de Newton pour établir les coordonnées du vecteur accélération en fonction de  $G$ ,  $M_T$  et  $r$*

c. *Utiliser l'expression de l'accélération dans le repère de Frénet pour*

- *montrer que la valeur  $v$  de la vitesse d'un satellite en mouvement circulaire est constante (mouvement uniforme).*
- *exprimer cette vitesse  $v$  en fonction de  $G$ ,  $M_T$  et  $r$  puis en fonction de  $G$ ,  $M_T$ ,  $R_T$  et  $h$ , l'altitude de ce satellite.*

Remarque importante : On constate que la vitesse du satellite sur son orbite ne dépend pas de sa masse ! D'où les phénomènes d'impesanteur... (l'astronaute dans la station en orbite autour de la Terre est satellisé de la même façon que la station ; les deux satellites tournent indépendamment l'un de l'autre à la même vitesse).

▪ Période d'un satellite et démonstration de la 3<sup>ème</sup> loi de Képler

a. *Exprimer la période  $T$  du satellite en fonction de  $G$ ,  $M_T$ ,  $r$ .*

b. *Vérifier la troisième loi de Kepler : le carré de la période des objets en orbite est proportionnel au cube du demi grand axe de leur trajectoire.*

▪ Cas des satellites géostationnaires

Un satellite géostationnaire est toujours à la verticale d'un même point de la surface de la Terre.

Conséquences :

- Sur le plan dans lequel s'inscrit la trajectoire :

- Sur la période du satellite :

- Sur l'altitude du satellite :