

GÉOMETRIE 3 D ET CADRES DE REFERENCE

Prof H.Benoudnine

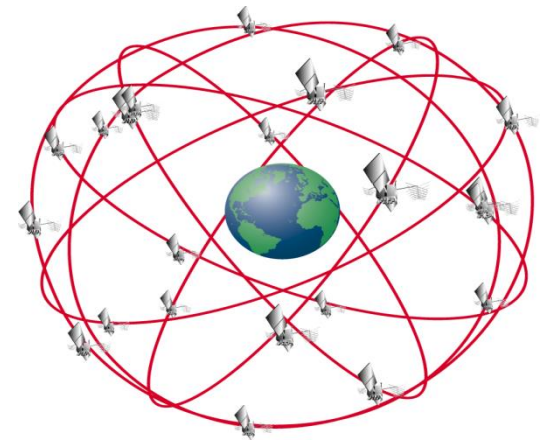
**MASTER TECHNOLOGIES AVANCÉES POUR
L'AGRICULTURE DE PRÉCISION**

2022-2023



PLAN DE L'ÉXPOSÉ

- Orbitographie des satellites artificielles
- Lois de Kepler



ORBITOGRAPHIE DES SATELLITES ARTIFICIELS

Classification des satellites par leurs applications

Satellites météorologique :
Meteosat(ESA), JMS(Japon), INSAT
(Inde), NOAA

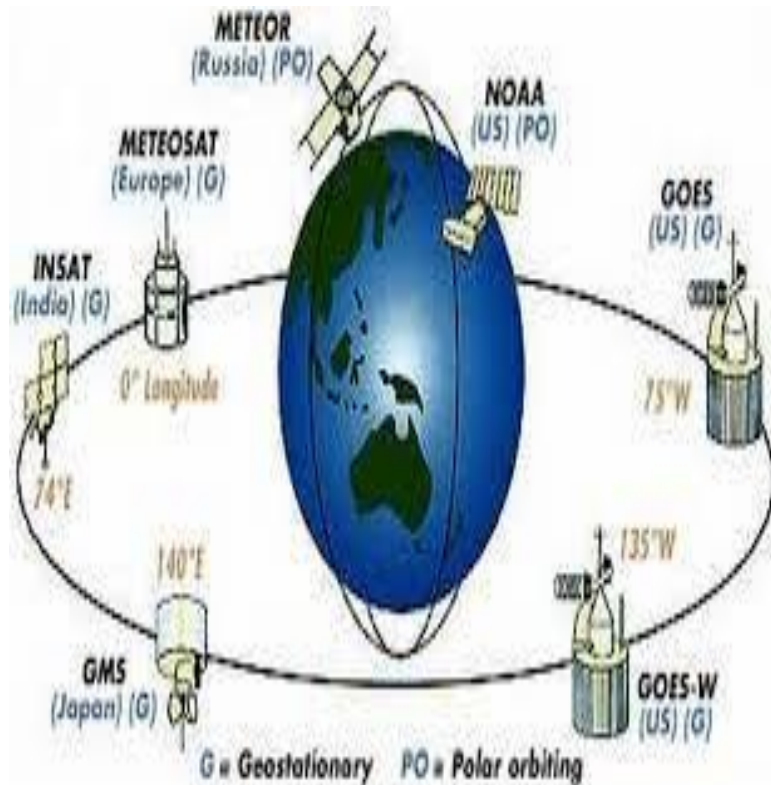
Satellites de télédétection
Envisat, SPOT, RESUR, ERS

Satellites de télécommunication

Satellites de positionnement : GPS,
GLONASS, GALILEO

ORBITOGRAPHIE DES SATELLITES ARTIFICIELS

Classification des satellites en fonction des types d'orbites



Satellites géosynchrones :

Période de rotation 24h (télécommunication)

Géostationnaire (l'inclinaison $i=0^\circ$)

Satellites à orbite semi-synchrone

Période de rotation de 12h (**GPS**)

Satellites Héliosynchrone

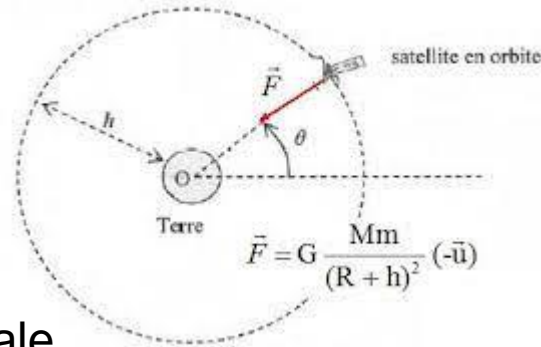
Ligne des nœuds fixe par rapport au soleil

Satellites de positionnement : GPS, GLONASS, GALILEO

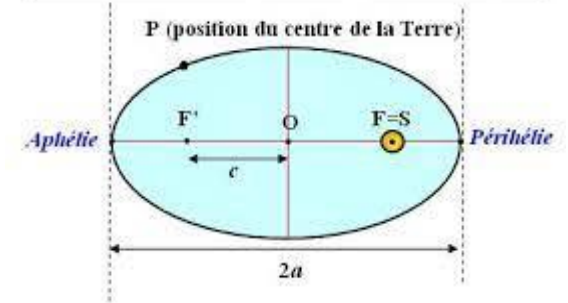
CLASSIFICATION DES ORBITES

I. La forme de l'orbite

- Orbite circulaire
- Orbite elliptique



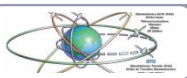
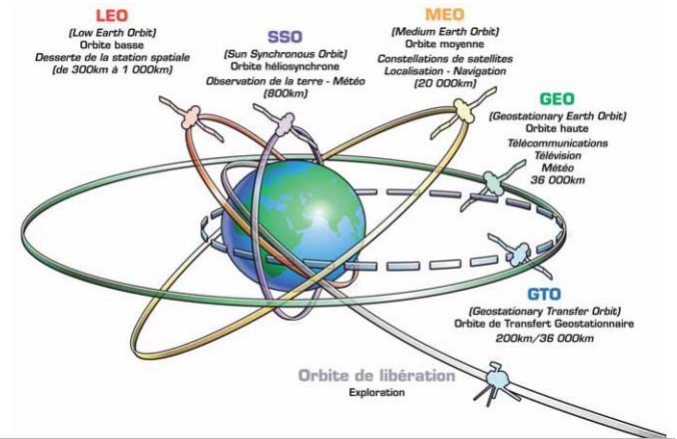
Excentricité maximum (excentricité fortement exagérée)



II. Inclinaison du plan équatoriale

- Orbite équatoriale
- Orbite Polaire
- Orbite Incliné

III. Altitude: Distance par rapport au centre de la terre



LEO (LOW- EARTH- ORBITS)
<800km (a<7178 km)



MEO (MID EARTH ORBITS)
Entre 800 km et 30000km (7178km<a<36378km)



GEO (GEOSYNCHRONOUS ORBITS)
• 35780 km (a=42158km)



DEEP SPACE ORBITS au dela de 35780km

ORBITOGRAPHIE DES SATELLITES

- Ensemble des techniques , des équipements de mesures, des d'algorithmes de calcul et de logiciels de traitement des erreurs
- Restitution la plus précise possible de la trajectoire.
 - ❑ coordonnées d'un satellite
 - ❑ référentiel lié à la Terre
 - Prédiction à court ou moyen terme de la position du satellite
 - Eviter de mobiliser en permanence des moyens de calcul en temps réel.

RÉFÉRENTIEL

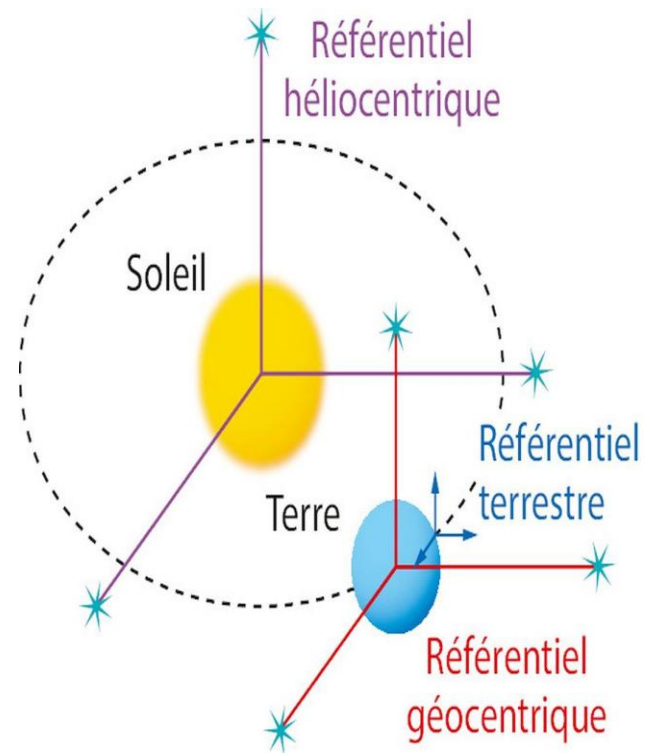
Référentiel héliocentrique : Pour étudier le mouvement des planètes autour du soleil, le meilleur référentiel est constitué par un repère qui serait positionné au centre du Soleil et dont les trois axes pointeraient vers trois étoiles de l'univers, très lointaines donc considérées comme fixe. On l'appelle le référentiel héliocentrique, il est galiléen (le principe d'inertie est vérifié dans ce référentiel)

Référentiel géocentrique

Pour étudier le mouvement de la lune ou des satellites artificiels de la Terre, on imagine un repère placé au centre de la terre dont les trois axes pointent dans le même sens et la même direction que ceux du référentiel héliocentrique,

❑ Dans le référentiel géocentrique, la Terre a un mouvement de rotation propre autour de l'axe de ses pôles (la période de rotation propre est de 23H56mn environ).

❑ Ce référentiel géocentrique (donc la Terre) est en mouvement de rotation autour du centre du repère lié au référentiel héliocentrique. On appelle ce mouvement mouvement de révolution (la période de révolution de la terre autour du soleil est de 365.25 jours)



LES LOIS DE KEPLER

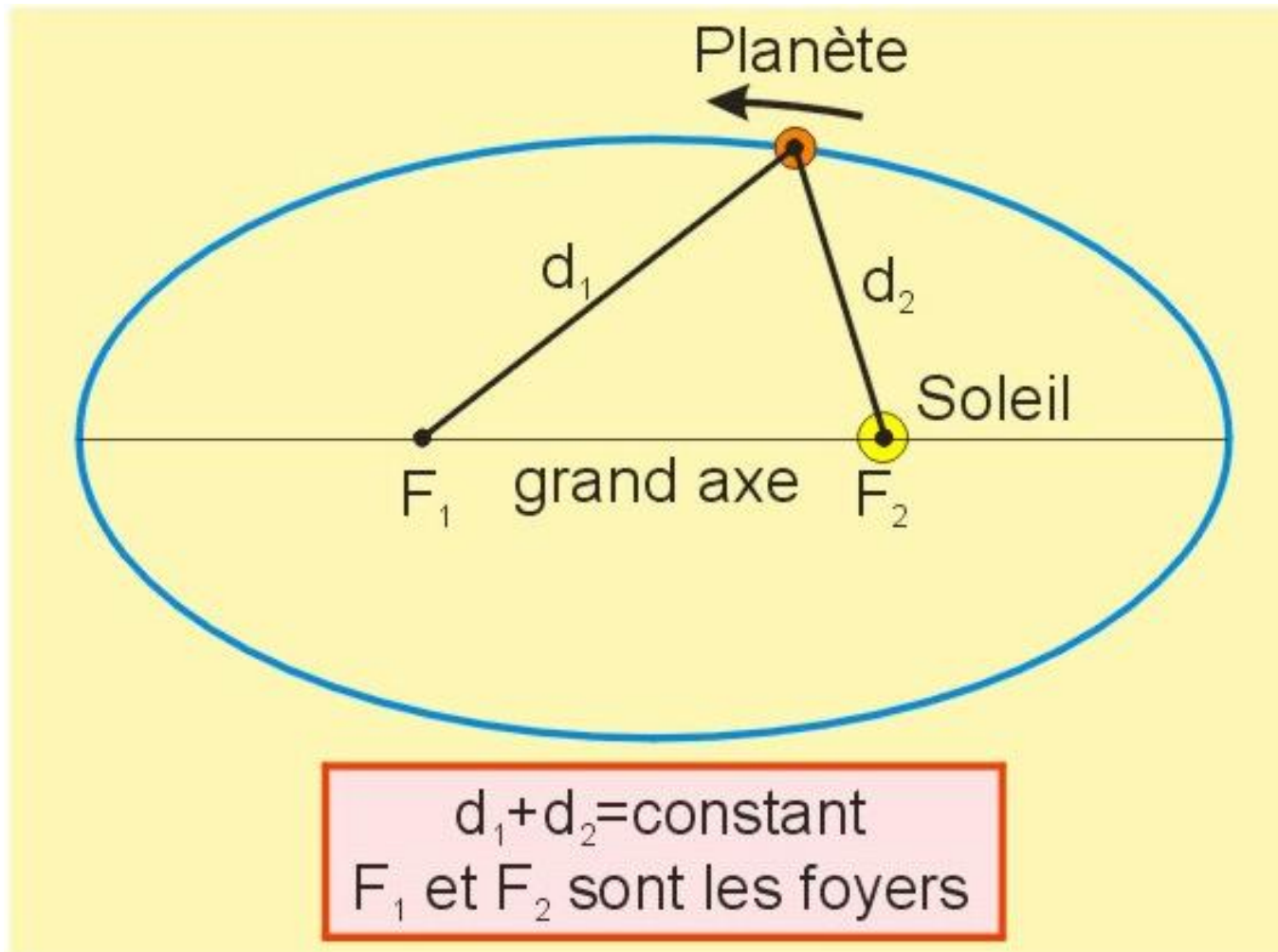
L'astronome Johannes Kepler (1571-1630) a défini trois lois qui décrivent les propriétés principales du mouvement des planètes autour du Soleil.

Loi 1: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

Loi 2: L'aire balayée par le segment qui joint le centre du Soleil à la planète est proportionnel au temps.

Loi 3: Le carré de la période de révolution est proportionnel au cube du demi-grand axe.

LES LOIS DE KEPLER



1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

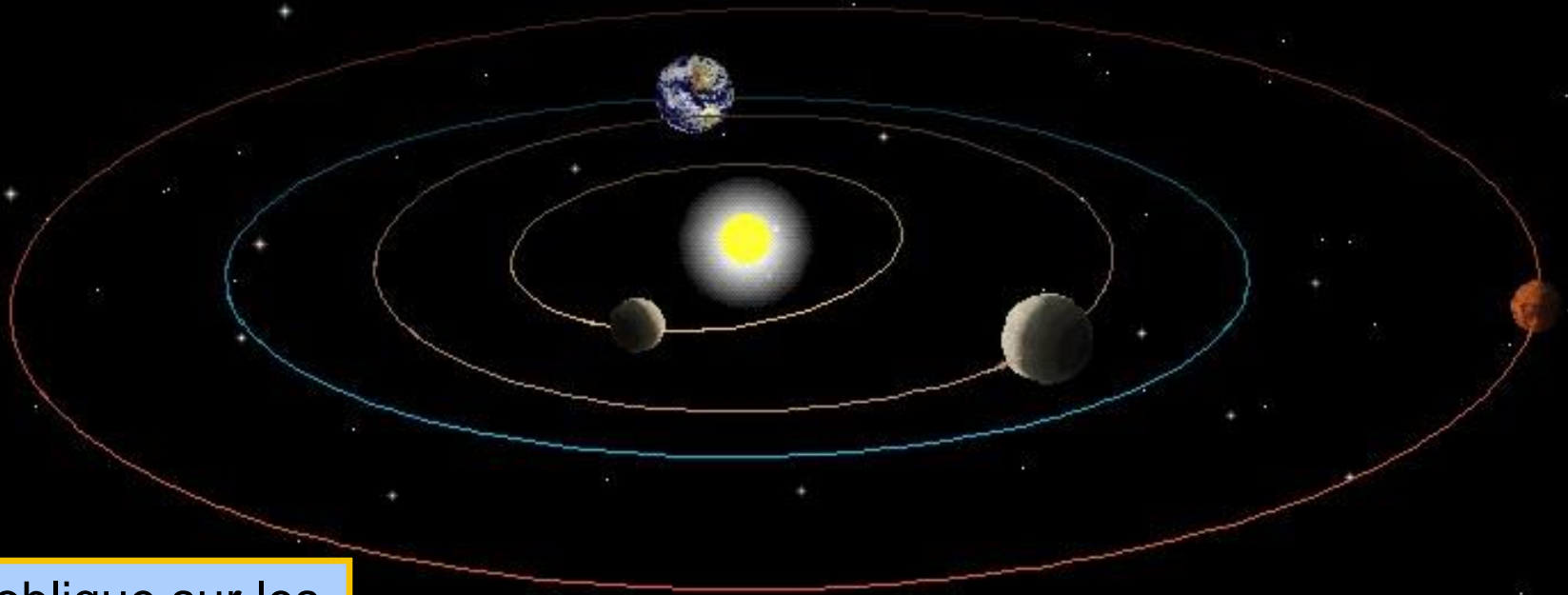
Les lois de Képler



Vue oblique sur le
Système Solaire

1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

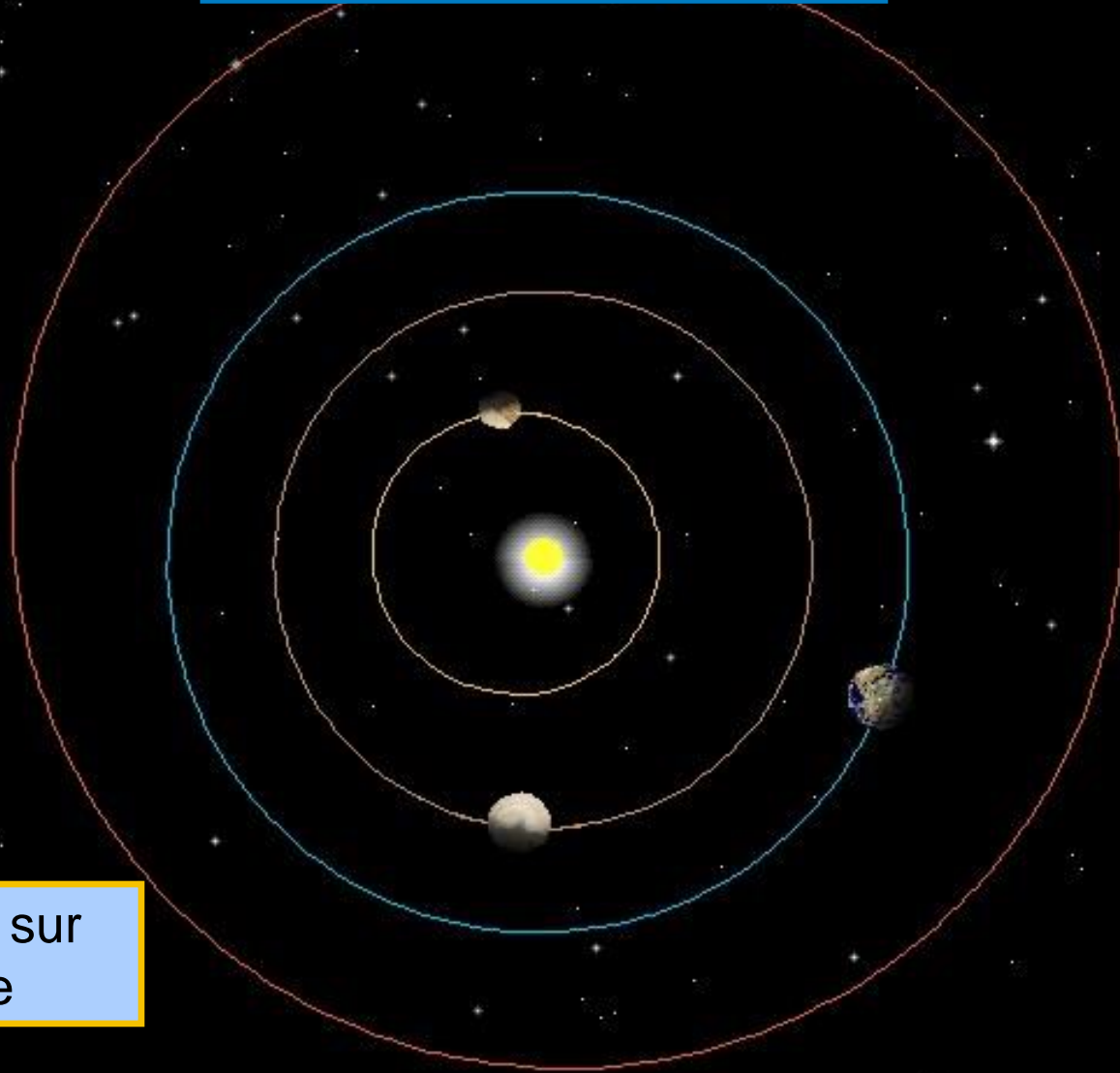
Les lois de Képler



Vue oblique sur les
planètes telluriques

1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

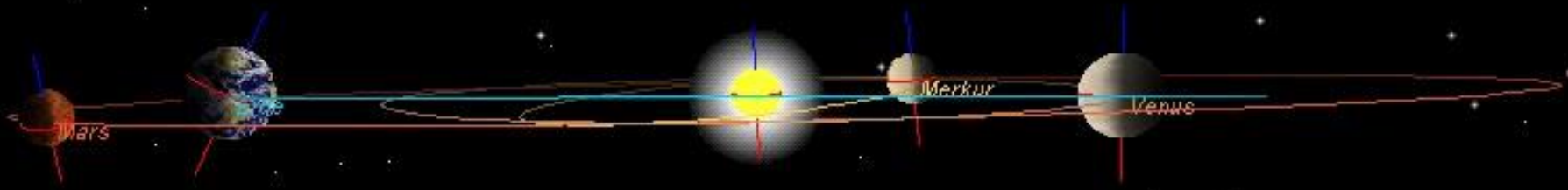
Les lois de Képler



Vue normale sur
l'écliptique

1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

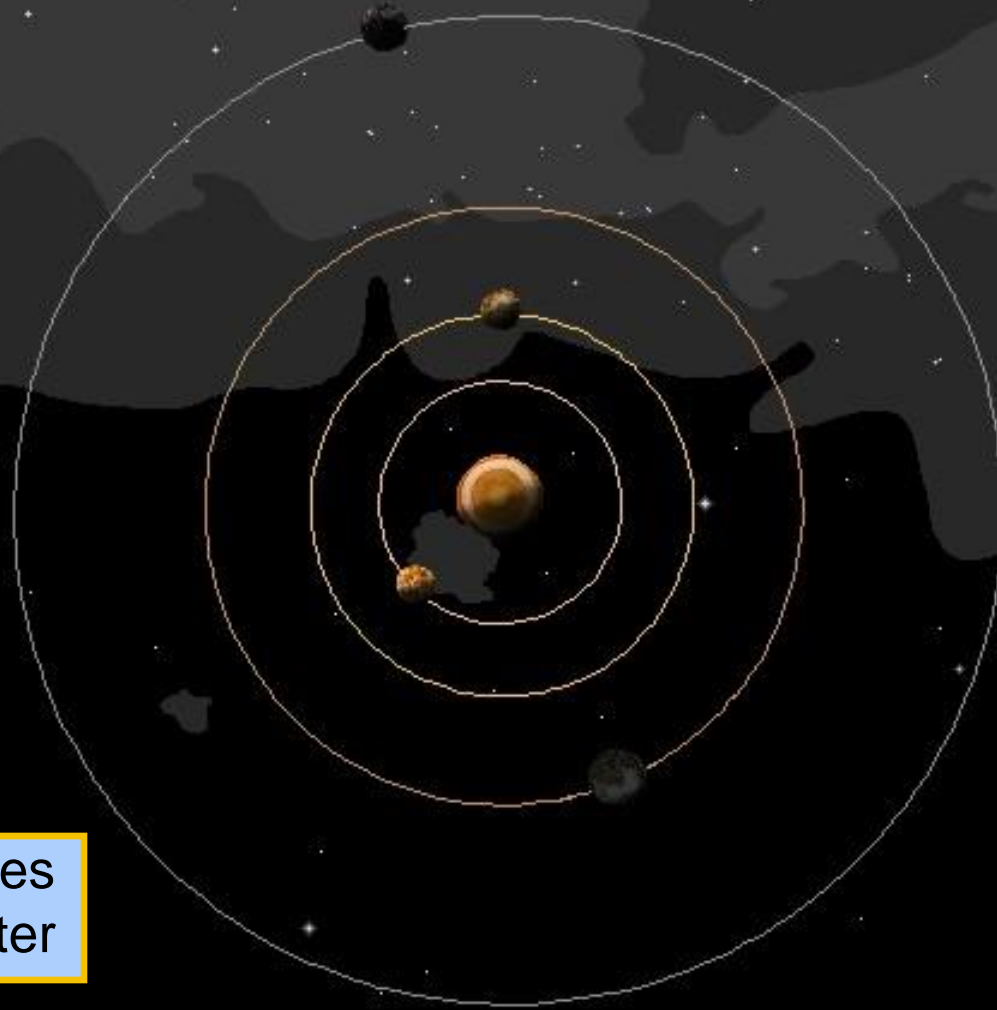
Les lois de Képler



Observateur dans le
plan de l'écliptique

1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

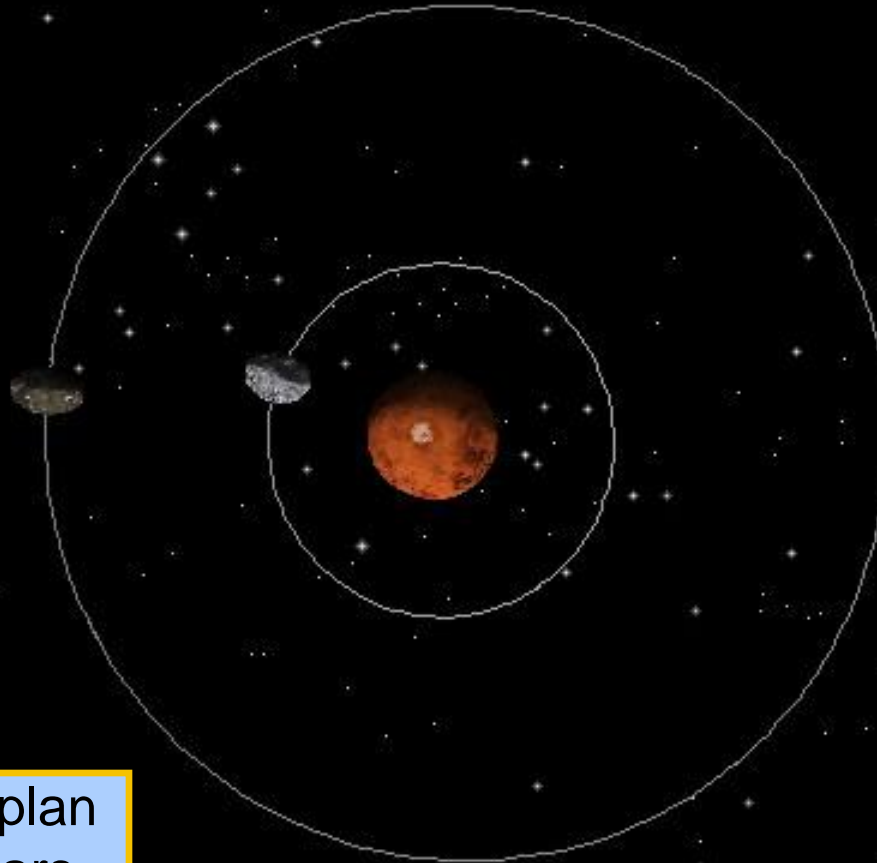
Les lois de Képler



Vue sur le plan des
satellites de Jupiter

1^{re} loi: Les satellites de Jupiter décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par Jupiter.

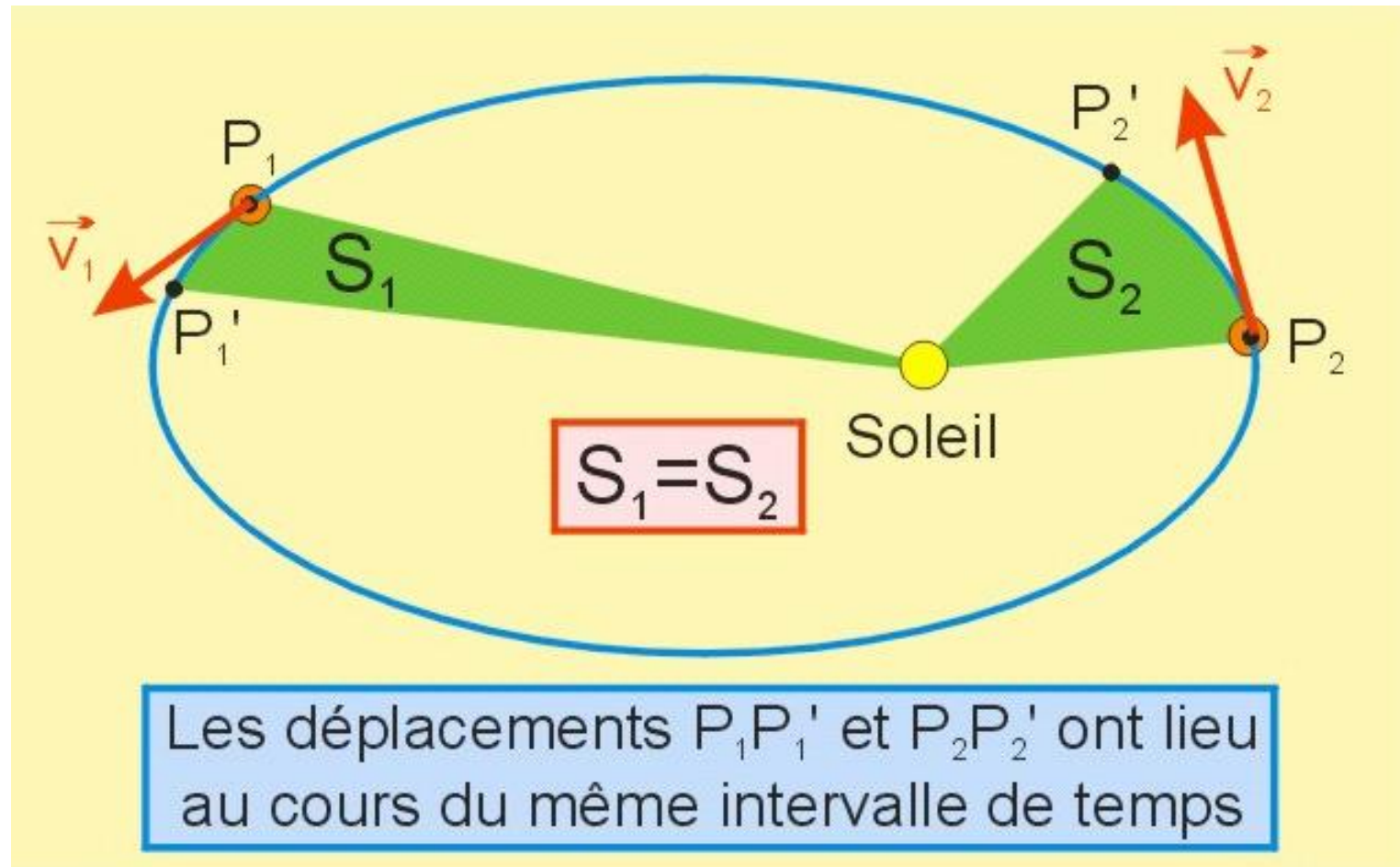
Les lois de Képler



Vue normale sur le plan
des satellites de Mars

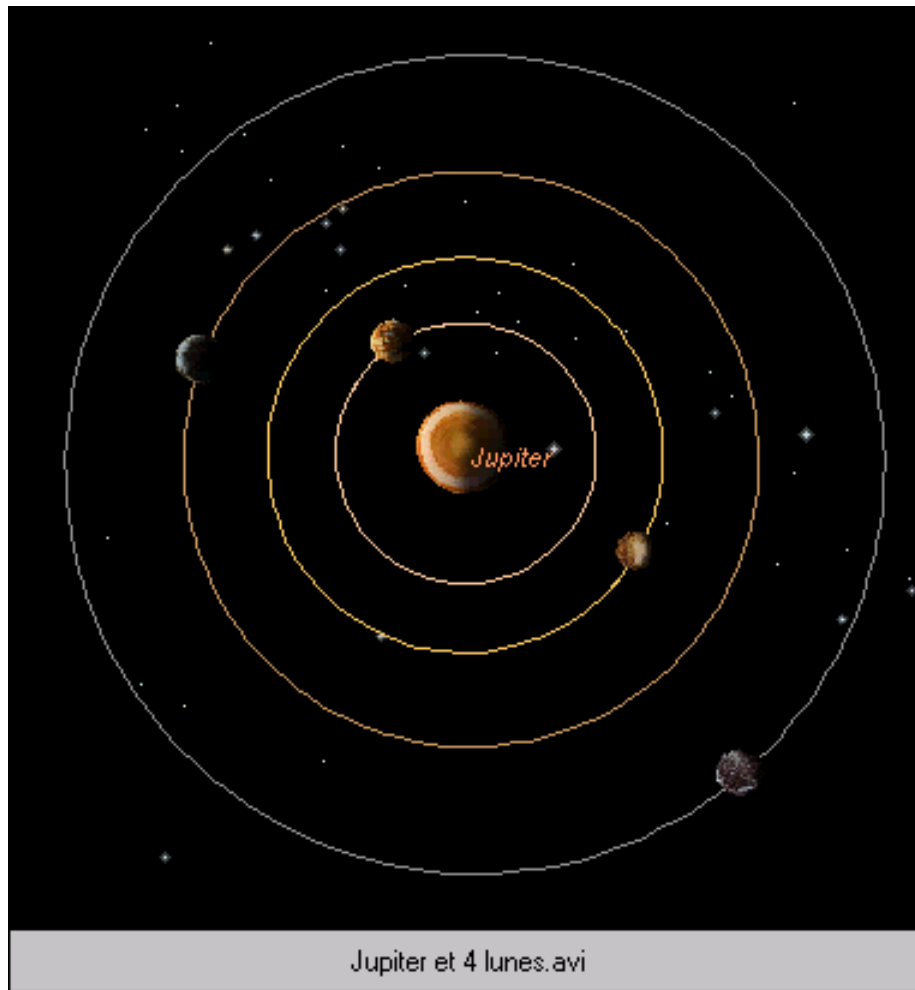
1re loi: Les planètes décrivent des trajectoires elliptiques dont l'un des foyers est occupé par le Soleil.

Les lois de Képler



2e loi: L'aire balayée par le segment qui joint le centre du Soleil à la planète est proportionnel au temps.

Les lois de Képler



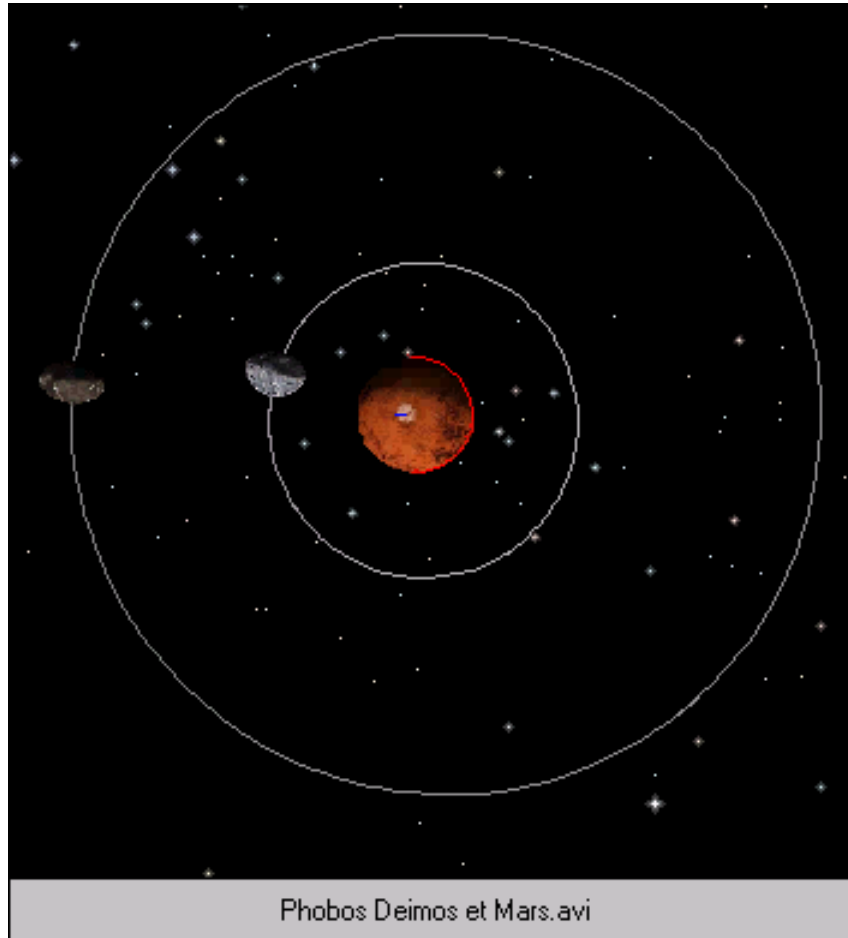
$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

$$\Leftrightarrow \frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

$$\Leftrightarrow \left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

3e loi: Le carré de la période de révolution est proportionnel au cube du demi-grand axe.

Les lois de Képler



$$R_2 = 2,5 \cdot R_1$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

$$\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3 = 2,5^3 = 15,6 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right) = \sqrt{15,6} = 3,95$$

3e loi: Le carré de la période de révolution est proportionnel au cube du demi-grand axe.