

FICHE BILAN — LOIS DE KEPLER | Terminale Spé Physique-Chimie

① FORCE DE GRAVITATION UNIVERSELLE

$$F_{\text{grav}} = G \cdot M \cdot m / r^2$$

- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$
- M : masse de l'astre central (kg)
- m : masse du satellite (kg)
- r : distance entre les centres (m)

Caractéristiques :

- ✓ Toujours **attractive**
- ✓ Direction : droite joignant les 2 corps
- ✓ Sens : vers l'astre central

$$\blacksquare r = R_{\text{astre}} + h \text{ (altitude)}$$

② SATELLITE EN ORBITE CIRCULAIRE — PFD

Application du PFD (référentiel astrocentrique) :

$$F_{\text{grav}} = m \cdot a_n \rightarrow G \cdot M \cdot m / r^2 = m \cdot v^2 / r$$

Vitesse orbitale :

$$v = \sqrt{(G \cdot M / r)}$$

Période de révolution :

$$T = 2\pi r / v = 2\pi \sqrt{(r^3 / GM)}$$

- ✓ v et T ne dépendent **PAS** de la masse m
- ✓ Plus $r \uparrow \rightarrow v \downarrow$ et $T \uparrow$

③ LES 3 LOIS DE KEPLER

Loi	Nom	Énoncé	Formule clé
1 ^{ère}	Loi des orbites	Trajectoire = ellipse , astre central à un foyer	$e = c/a$ ($0 < e < 1$)
2 ^{ème}	Loi des aires	Aires égales en durées égales \rightarrow vitesse variable	Périhélie : v max Aphélie : v min
3 ^{ème}	Loi des périodes	$T^2/a^3 = \text{cste}$ pour tous les satellites d'un même astre	$T^2/a^3 = 4\pi^2/(G \cdot M)$

④ VOCABULAIRE DE L'ELLIPSE

- **Demi-grand axe a** : plus grande demi-distance
- **Distance focale c** : centre \rightarrow foyer
- **Excentricité $e = c/a$** ($0 < e < 1$)
 $\rightarrow e = 0$: quasi-cercle | $e \rightarrow 1$: très allongée
- **Périhélie / Périgée** : point le plus **proche**
- **Aphélie / Apogée** : point le plus **éloigné**
- Cercle = ellipse avec $e = 0$ ($a = b = r$)

⑤ DONNÉES NUMÉRIQUES À CONNAÎTRE

$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$	$M_{\blacksquare} = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$ $M_{\text{Terre}} = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$ $M_{\text{Lune}} = 7,3 \times 10^{22} \text{ kg}$	$R_{\blacksquare} = 7,0 \times 10^8 \text{ m}$ $R_{\text{Terre}} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$ $R_{\text{Lune}} = 1,7 \times 10^6 \text{ m}$	Terre–Soleil = $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ Terre–Lune = $3,8 \times 10^8 \text{ m}$
--	--	--	---

— PAGE 2 —

⑥ LES 8 FORMULES INDISPENSABLES

Gravitation	$F = G \cdot M \cdot m / r^2$	Vitesse orbitale	$v = \sqrt{(G \cdot M / r)}$
Accél. centripète	$a = v^2 / r$	Période (v)	$T = 2\pi r / v$
Période (directe)	$T = 2\pi \sqrt{(r^3 / GM)}$	3 ^{ème} loi Kepler	$T^2/a^3 = 4\pi^2/(G \cdot M)$
Masse astre central	$M = 4\pi^2 r^3 / (G \cdot T^2)$	Excentricité	$e = c / a$

⑦ MÉTHODES DE RÉOLUTION

Objectif	Données nécessaires	Formule à utiliser
Calculer v	r, M	$v = \sqrt{(G \cdot M / r)}$
Calculer T	r, M (ou v)	$T = 2\pi \sqrt{(r^3 / GM)}$ ou $T = 2\pi r / v$
Calculer M de l'astre	T, r d'un satellite	$M = 4\pi^2 r^3 / (G \cdot T^2)$
Comparer 2 satellites	$T_{\blacksquare}, r_{\blacksquare}$, et 2 des 4 valeurs	$T_{\blacksquare}^2 / r_{\blacksquare}^3 = T_{\blacksquare}^2 / r_{\blacksquare}^3$
Satellite géostationnaire	$T = 86\,400 \text{ s}, M_{\text{Terre}}$	$r = \sqrt[3]{(GM \cdot T^2 / 4\pi^2)}$ puis $h = r - R_{\text{Terre}}$

⑧ ERREURS FRÉQUENTES & ASTUCES

■ ERREURS À ÉVITER

- ✗ Confondre r et h : $r = R_{\text{astre}} + h$
- ✗ Oublier de convertir T en **secondes**
- ✗ Croire que $v \uparrow$ quand $r \uparrow \rightarrow$ **FAUX** ($v \downarrow$)
- ✗ Utiliser m (masse satellite) dans v ou T
- ✗ Oublier G dans les calculs

■ ASTUCES & MNÉMOTECHNIQUE

- ✓ "Proche = Rapide / Loin = Lent" (2^{ème} loi)
- ✓ Unités SI : r en **m**, T en **s**, M en **kg**
- ✓ v et T dépendent **uniquement de M** (astre)
- ✓ 3^{ème} loi : " **T^2 sur r^3 = constante**"
- ✓ Cercle : $a = r \rightarrow T^2 / r^3 = 4\pi^2 / (GM)$

⑨ CHECKLIST AVANT LE CONTRÔLE

- J'énonce les 3 lois de Kepler (orbites / aires / périodes)

- Je sais calculer v et T à partir de r et M
- Je maîtrise la 3ème loi pour comparer 2 satellites
- Je sais retrouver M à partir de T et r
- Je distingue r (rayon orbital) et h (altitude)
- Je convertis systématiquement : r en m , T en s
- Je sais appliquer le PFD en gravitation (MCU)
- Je connais périhélie/aphélie et excentricité

■ **BON COURAGE POUR TON CONTRÔLE !**