

## Programme à maîtriser - Chapitre 4

**Énergie d'un point matériel****A. Puissance et travail**

- Puissance d'une force : définition, unité, dépendance du référentiel d'étude, force résistance/motrice.
- Travail d'une force : définition, unité, dépendance du référentiel d'étude. Cas de la force constante et de la force perpendiculaire à la vitesse. Travail élémentaire.
- Champ de force : définition et travail.

**B. Énergie cinétique**

- Définition, unité, dépendance du référentiel d'étude.
- Théorème de l'énergie cinétique sous formes instantanée, intégrale et élémentaire.
- Applications (il n'est pas demandé de les connaître mais de savoir les étudier) : vitesse lors d'une chute libre sans frottement, équation différentielle du pendule simple, distance d'arrêt d'un corps subissant du frottement solide, mouvement uniforme d'une particule chargée dans un champ magnétique.
- Produit vectoriel entre les vecteurs d'une base orthonormée directe (BOND).

**C. Énergies potentielle et mécanique**

- Champ scalaire : définition.
- Force conservative : définition, lien entre son travail et l'énergie potentielle dont la force "dérive".
- Travail d'une force conservative et indépendance du chemin suivi.
- Indétermination de l'énergie potentielle à une constante près.
- Puissance d'une force conservative en fonction de l'énergie potentielle associée.
- Exemples d'énergie potentielle à connaître : de pesanteur, gravitationnelle, élastique.
- Exemple de force non conservative.
- Système conservatif : définition.
- Énergie mécanique : définition, conservation pour un système conservatif. Théorème de l'énergie mécanique.
- Force dissipative : définition.

**D. Propriétés des champs de forces conservatifs et équilibres**

Cas unidimensionnel :

- Expression d'une force conservative en fonction de l'énergie potentielle associée.
- Position d'équilibre : critère sur la force et sur l'énergie potentielle.
- Stabilité d'une position d'équilibre : définition "qualitative" et critère sur l'énergie potentielle.

Cas général tridimensionnel :

- Opérateur gradient (il n'est pas demandé de connaître les formules mais de savoir les utiliser) : définition et lien avec le déplacement élémentaire, expressions dans les systèmes de coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques. Formule générale d'une force en fonction de l'énergie potentielle associée.
- Position d'équilibre et stabilité dans le cas général (à plusieurs dimensions) : critères sur l'énergie potentielle.

---

## E. Mouvements conservatifs à un degré de liberté

- Savoir prévoir qualitativement le caractère borné ou non du mouvement à partir du profil graphique de l'énergie potentielle en discutant selon l'énergie mécanique.
- Cas d'un mouvement borné et périodique : savoir retrouver l'expression de la période (il n'est pas demandé de connaître la formule mais la méthode pour l'établir).
- Espace des phases, trajectoire de phase et portrait de phase : définitions. Lien entre déterminisme et absence d'intersection entre les trajectoires. Sens de parcours.
- Savoir analyser un portrait de phase : positions d'équilibre et leur stabilité, points d'énergie cinétique maximale ou nulle, savoir retrouver l'énergie mécanique quand le profil d'énergie potentielle est également fourni.
- Exemple à maîtriser absolument : le pendule simple. Énergies cinétique, potentielle et mécanique, caractère borné ou non, lien entre l'intégrale première de l'énergie et l'équation du mouvement, portrait de phase, période des oscillations et formule de Borda (il n'est pas demandé de les connaître mais de savoir les retrouver avec des indications et de savoir les analyser).