LP4-Précession dans les domaines macroscopiques et microscopiques

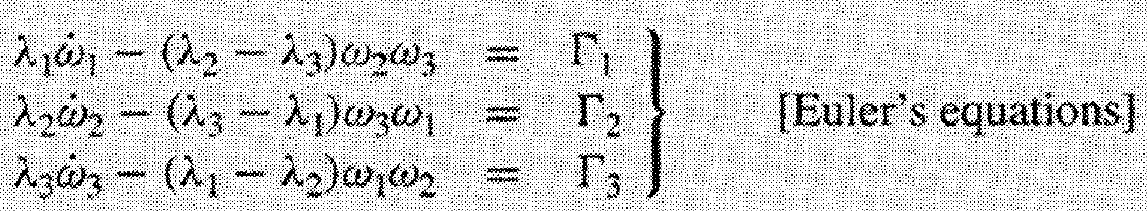
# Notes Taylor : Mécanique Classique Chapitre 10

* Pour la mécanique des corps : La **quantité de mouvement** est égale à la quantité de mouvement du centre de masse auquel on attribue la masse totale du système. Le **taux de variation** de la quantité de mouvementest égal aux forces extérieures s’exerçant sur le système.
* En ce qui concerne le **moment cinétique**, il est la somme d’un **moment cinétique orbital** (moment cinétique du centre de masse auquel on attribue la masse totale du système) + d’un **moment cinétique propre** (moment cinétique du système dans le référentiel du centre de masse)
* Le **taux de variation du moment cinétique** orbital est égal aux moments des forces extérieures s’exerçant sur le centre de masse. **Le taux de variation** du moment cinétique propre est égal au moment des forces extérieures dans le référentiel barycentrique. *Cette propriété est étonnante car le référentiel lié au centre d’inertie est souvent non galiléen*…
* La vitesse d’un point du système se définit facilement par rapport à l’axe de rotation :

. est le vecteur reliant M à un point situé sur l’axe instantané de rotation. On suppose que le centre de masse du système est immobile sinon, il faut l’ajouter.

* On se ramène toujours à un **moment cinétique par rapport à un point fixe** du système. (si on ne trouve pas de point fixe, on utilise le Théorème de Koenig pour se placer dans le référentiel du centre de masse du système. Le centre de masse est par définition immobile dans ce référentiel.)
* Dans ce cas, le moment cinétique n’est pas toujours parallèle au vecteur rotation. En revanche, on utilise la matrice d’inertie qui est un tenseur d’ordre 2 pour aboutir à la relation : **est matrice d’inertie** qui est symétrique. Les composantes de cette matrice sont appelées **moment d’inertie** si ce sont les éléments diagonaux ou **produit d’inertie** si ce sont les éléments non diagonaux. Pour les système possédant un plan de symétrie z=0, on remarque que les produits de symétrie intégrant sur la composante z s’annulent. Donc, un solide avec une symétrie de rotation a tous ses produits d’inertie nuls.
* Comme la matrice d’inertie est symétrique, il est possible de trouver une base orthogonale (solidaire du point fixe ie origine du repère) dans lequel on ne garde que les éléments diagonaux. Ces axes sont appelés **axes principaux**. Si le vecteur rotation est parallèle à un de ces axes de rotation, alors le moment cinétique est parallèle à
* **Résultat important pour l’énergie cinétique :** avec les valeurs propres (ie moment d’inertie selon les axes principaux).
* **Précession d’une toupie soumise à un moment de force faible :** On suppose que la toupie tourne autour de son axe de symétrie qui est un axe principal. Donc le moment cinétique est parallèle à l’axe principal. Si il n’y a pas de moment de force, il n’y a pas de variation du moment cinétique dont pas de variation du vecteur rotation. En revanche, les forces de pesanteurs induisent un moment non nul si la toupie fait un angle avec la verticale et donc une variation du vecteur rotation a lieu. Si le moment des forces est faible, on peut faire une approximation et considérer que les composantes et restent négligeable : Le moment cinétique continu à être parallèle à Le théorème du moment cinétique permet d’exprimer dans cette approximation la variation du vecteur On remarque qu’il tourne autour de avec une vitesse de rotation (R étant la distance du point fixe au centre de masse. Ce mouvement s’appelle **précession**.
* **Equation d’Euler :** Il y a deux référentiels. Le référentiel inertiel et le référentiel lié au corps en mouvement. On choisit comme origine un point fixe ou le centre de masse. Pour appliquer le théorème du moment cinétique, nous avons vu qu’il faut soit se placer dans le référentiel d’inertie. Ou le référentiel du centre de masse (on s’est d’ailleurs étonné que ce référentiel présente une forme similaire du théorème du moment cinétique cf plus haut ). Attention, le référentiel du centre de masse n’est pas un référentiel tournant !!!! C’est juste le référentiel inertiel en translation autour du centre de masse ! En utilisant les formules de dérivations de vecteur, on a :

Donc par application du théorème du moment cinétique : où la dérivée est prise dans le référentiel tournant qui est le référentiel d’axe principaux !

Donc .