Systeme Terre-Lune

January 18, 2022

Contents

1	Objectifs pedagogiques de la LP	2
2	Objectifs et messages forts de la LC (disciplinaire)	2
3	Introduction generale de la leçon	2
4	Proposition de plan	2
4.1	Force des marées	3
4.1.1	Référentiel non-galiléen	3
4.1.2	Définition : force des marées	3
4.1.3	Potentiel des marées	3
4.1.4	Force des marées maximale	3
4.2	Limite de Roche	3
4.2.1	Situation du problème	3
4.2.2	Définition : Limite de Roche	3
4.2.3	Mesurer la distance Terre-Lune	3
4.2.4	Conclusion	3
4.2.5	Application	3
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	3
6	Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels	3
7	Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon	4
8	Bibliographie pour construire la leçon	4
9	Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique	4
10	Critique des choix pédagogiques de la leçon	5

---

1 Objectifs pédagogiques de la LP

- Comprendre l'origine de la force des marées
- Potentiel des marées
- Notion de mesure expérimentale de la distance Terre-Lune
- Application de la force des marées à d'autres cas
- Limite de Roche

2 Objectifs et messages forts de la LC (disciplinaire)

- Calculer la force par le biais du potentiel car les calculs sont plus simples en scalaire
- Comprendre les difficultés liées à la mesure de la distance Terre-Lune
- Calculer une force d'inertie d'entraînement dans le cas d'un référentiel non galiléen
- Comprendre qu'un référentiel n'est galiléen que sous certaines hypothèses qui dépendent du cadre d'étude
- Comprendre quelles forces sont à l'origine de la dislocation ou non d'un objet (limite de Roche)

3 Introduction générale de la leçon

• Comparaison de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur la Lune à la force grav. qu'exerce la terre sur la Lune – le soleil exerce une force plus forte, donc pourquoi la Terre et la Lune "restent" ensemble ? On essaye de comprendre ce "paradoxe" à travers l'étude du système Terre-Lune et notamment le concept de "force des marées". Plutôt que de s'intéresser au problème à deux corps, on suppose cela connu, et on essaye de s'intéresser au fait que le référentiel géocentrique n'est pas un référentiel galiléen si on considère le référentiel barycentrique Terre-Lune comme galiléen sur des temps courts devant l'année.

4 Proposition de plan

4.1 Force des marées

4.1.1 Référentiel non-galiléen

4.1.2 Définition : force des marées

4.1.3 Potentiel des marées

4.1.4 Force des marées maximale

4.2 Limite de Roche

4.2.1 Situation du problème

4.2.2 Définition : Limite de Roche

4.2.3 Mesurer la distance Terre-Lune

4.2.4 Conclusion

4.2.5 Application

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

- Caractère galiléen du référentiel de Kopernic
- Etude plus détaillée de la télémétrie distance Terre-Lune
-

6 Subtilités de la leçon et points disciplinaires essentiels

- Parti pris : prendre pour pré-requis la notion de système à deux corps. On pourrait avoir envie de faire cela en leçon, mais personnellement je ne sais pas si c'est si intéressant, c'est très mathématique. J'ai préféré le prendre pour acquis et en étudier une conséquence simple et sur laquelle on peut dire pas mal de chose.
- La partie sur la télémétrie distance Terre-Lune permet de mettre l'accent sur une partie plus expérimentale. Plutôt que de donner des valeurs de constantes que l'on peut trouver partout (notamment sur Internet), j'essaie de montrer comment ces valeurs sont mesurées/calculées de nos jours.
- Utilisation de schémas clairs pour les calculs, ainsi que d'un logiciel pour montrer l'effet de la force des marées

- Comment mesurait-on la distance Terre-Lune avant les lasers + miroir cube sur la Lune ? Projection de l'ombre de la Terre sur la Lune + géométrie, mesures d'angles...
- Différence entre référentiel en translation circulaire uniforme et en rotation uniforme ? Dans le premier, translation = les axes restent parallèles avec ceux du référentiel galiléen, et le centre O' a un mouvement circulaire uniforme. Pour le deuxième, rotation = les axes du référentiel tournent autour des axes du référentiel galiléen (à vitesse constante) et O' est fixe.
- Différence entre masse gravitationnelle et inertielle ? Inertielle – $p=mv$ / Grav – $F=mg$. Hypothèse : elles sont identiques.

7 Exercices de base et applications intéressantes pour la leçon

- Pourquoi la Lune ne se disloque t elle pas sous l'effet des forces des marées liées à la Terre
- Pourquoi la Terre et la Lune "restent" ensemble alors que le Soleil attire plus la Lune que la Terre n'attire la Lune ?

8 Bibliographie pour construire la leçon

- Bouquin "50 leçons pour l'agrégation de Physique" (je n'ai plus exactement la référence)
- Cours de JB Manneville
- Cours de prépa (il y a une activité documentaire en PC sur la force des marées)

9 Expériences illustratives, simulations numériques et exploitation pédagogique

- Utiliser un logiciel ou un site pour montrer l'effet de la force des marées (notamment sa direction et sa norme)

10 Critique des choix pédagogiques de la leçon

Le plan que j'ai donné prend beaucoup de temps, et j'ai été très short au niveau du temps. On a une histoire à terminer (pourquoi la Terre et la Lune restent ensemble ?!) et donc on court après le temps pour la terminer, ce qui peut rendre la pédagogie durant la leçon un peu compliquée. Il faudrait très certainement enlever le II)4 ou II)5 et aller un peu plus vite sur la mesure de la distance Terre-Lune, bien que ce soit dommage car c'est ultra intéressant (bien que je haïsse l'optique – on tire 8.10^{17} photons par tir-laser, et on en reçoit 1 seul tous les 100 tirs !!! Problème lié à la turbulence de l'atmosphère, et élargissement du faisceau laser...). Il y a pas mal d'approximations qui sont faites, et plus la leçon avance, plus on en fait et je pense qu'il est bien de savoir quelles hypothèses sont faites à quel moment pour être prêt à répondre au jury. Calcul du potentiel des marées lourd, peut-être le faire sur slide car ça n'a pas beaucoup d'intérêt (ça permet malgré tout de montrer que l'on sait calculer).

GL HF