

Correction LP03 : Caractère non galiléen du référentiel terrestre

Delphine Geyer

6 Novembre 2017

Note : A!

1 Rappel des attentes du jury sur la leçon

- 2017 : Les candidats sont invités à réfléchir sur la définition du référentiel terrestre. Cette leçon mérite la proposition d'exemples qui mettent spécifiquement en évidence le caractère non galiléen du référentiel terrestre (et non celui d'un autre référentiel). Les effets des forces d'inertie d'entraînement et de Coriolis sont tout aussi intéressants à expliciter.

- 2016 : **Cette leçon peut être illustrée par d'autres exemples qu'historiques.**

- 2015 : Les prérequis de cette leçon, comme les formules de changement de référentiel, doivent être bien maîtrisés afin de permettre une discussion aisée des phénomènes physiques en jeu. Les conditions dans lesquelles le référentiel terrestre peut être assimilé à un référentiel galiléen doivent être clairement énoncées. La présentation d'exemples pertinents récents, et non simplement historiques, est appréciée par le jury.

- 2013,2014 : Il est important d'expliciter les conditions dans lesquelles on peut négliger le caractère non galiléen d'un référentiel en général. Les candidats veilleront à choisir des exemples pertinents pour illustrer le caractère non galiléen du référentiel terrestre et à quantifier la précision à laquelle ils travaillent.

- 2010 : Les illustrations peuvent également concerner la mécanique des fluides. Il est avantageux de supposer connues les lois de composition des vitesses et des accélérations accompagnant un changement de référentiel.

- 2008 : Comme dans toute leçon de mécanique, il est primordial de définir correctement les référentiels. Les définitions de pesanteur et de verticale sont souvent confuses. Il est essentiel d'estimer les ordres de grandeur des différents termes. Cette leçon n'est ni une leçon de cinématique, ni une leçon sur les référentiels non galiléens.

- 1999 : La différence entre jour sidéral et jour solaire est souvent ignorée. **Des exemples moins classiques que la déviation vers l'Est ou le pendule de Foucault peuvent être développés, comme par exemple la circulation atmosphérique ou le repérage des courants marins par altimétrie.** La mise en évidence de la rotation de la Terre par interférométrie optique peut aussi être abordée.

2 Commentaires généraux sur le fond et la forme

Cette leçon est une très bonne leçon, surtout à cette période de l'année. Le premier but de l'épreuve de LP pour le jury est de "transmettre un message clair et cohérent qui s'appuie sur des connaissances maîtrisées" en alliant "rigueur scientifique, cohérence de raisonnement, clarté et dynamisme". De ce point de vue, Jeanne remplit complètement le contrat. Son enthousiasme rend la leçon très dynamique et agréable à suivre. Cette énergie, si elle reste bien canalisée comme ce fut le cas ici même avec le stress du jour J est un véritable atout.

Le jury attend également que dès le début de la leçon les "prérequis nécessaires et les objectifs de la leçon" soient précisés, en faisant "ressortir clairement les messages fort de la leçon". Ici également, grâce à une introduction claire Jeanne précise que le but de cette leçon est de voir à quels moments et dans quelles approximations le référentiel terrestre peut être considéré comme galiléen et d'illustrer sa non galiléanité

(attention il faut s'entraîner à dire ce mot sans avoir la langue qui fourche!) par des exemples concrets. Cette approche est très satisfaisante et peut être reprise sans problème.

On apprécie également le grand nombre d'ordre de grandeurs qui jallonnent la leçon. Ils sont indispensables dans cette LP où il faut sans cesse préciser sur quelles échelles on travaille pour considérer les effets ou non de la non galiléanité.

Quelques pistes d'amélioration pour aller plus loin :

- Il faut essayer de plus contextualiser la leçon, surtout au moment des transitions ou de l'énoncé de résultats qui rappellent des notions déjà connues par les "élèves". Par exemple la composition des vitesses étant en prérequis, les forces d'inerties d'entraînement et de coriolis sont supposées connues. Il est bon de rappeler un exemple simple ou l'on voit et comprend leur application dans la vie de tous les jours (freinage du métro, virage en voiture...) avant de les appliquer à des cas plus abstraits.

- L'utilisation de Python et Scilab peut être intéressante ici, notamment pour la résolution complète et numérique de la déviation vers l'est. A leur propos, le jury dit : " Si quelques leçons ont été avantageusement enrichies par l'utilisation de l'outil numérique, le jury regrette que l'usage de ce dernier ne soit pas plus fréquent". A méditer...

- il faut réaliser un choix dans les exemples (cf commentaire détaillé).

3 Commentaires détaillés partie par partie

I. Le référentiel terrestre

Cette partie est bien menée et jallonnée de nombreux odg. Il faut définir les référentiels de copernic, géocentrique et terrestre rapidement comme Jeanne l'a fait : une succession de schéma sur transparent est alors intéressante. Attention, il faut penser à mieux mettre au point le rétroprojecteur et à laisser les transparents visibles pendant un temps convenable.

II. Translation elliptique de R_g dans R_c

Le terme des marées est bien introduit. Le fait de faire un si long développement du phénomène des marées ensuite se discute. En effet il ne s'agit pas à proprement parler d'un phénomène qui se passe dans le référentiel terrestre mais dans le référentiel géocentrique. Pour moi, il n'est pas dérangeant de développer ce thème mais avec des précautions. Il faut alors bien préciser que dans un premier temps vous voulez étudier l'effet de la translation sur la non galiléanité du référentiel terrestre, et que vous vous concentrerez ensuite sur la rotation.

III. Rotation de R_t dans R_c

Cette partie est bien traitée, mais il n'est pas raisonnable pour la plupart des candidats de vouloir traiter trois exemples différents. A ce propos le jury est très clair : "Il est donc préférable d'exposer des concepts simples, bien maîtrisés et bien illustrés plutôt que de se lancer dans des développements trop complexes". Mieux vaut traiter un à deux exemples de manière exhaustive que de passer partiellement sur les trois. Jeanne a correctement présenter les trois exemples car il lui restait beaucoup de temps.

Pour la déviation vers l'est on pourra penser à faire plutôt une résolution numérique complète du problème avec python (attention : penser à envoyer vos programmes à temps)!

Le jury insiste depuis un grand nombre d'années (1999) sur le fait qu'ils en ont assez de voir tout le temps les deux mêmes exemples très historiques. Une alternative intéressante peut être de traiter un exemple où la force de coriolis intervient en mécanique des fluides. Il s'agit de l'application aux vents géostrophiques (à l'origine d'une longue discussion au moment des questions). On pourra s'inspirer d'un problème bien traité dans le cap prépa pc (ancien programme : chapitre 10.6 page 320 : vents dominants).

4 Questions

Les questions ont été nombreuses et souvent bien traitées. Même si tu n'es pas sûre de tes réponses tu proposes une réflexion : c'est ce qu'il faut faire. Sur l'exemple des vents géostrophiques tu te trompes au

départ mais ton raisonnement est cohérent !

- Qu'est ce que le référentiel de Kepler ? Quel est son mouvement par rapport au référentiel de Copernic ?
- Quelle est la définition d'un référentiel ?
- Donne des exemples concrets de l'application des forces d'inerties d'entraînement et de Coriolis. Est ce que ce sont des "vraies" forces ? Qu'est ce qui les différencie des vraies forces ?
- La description statique des marées est-elle suffisante ? (temps de réponse, résonance...)
- Comment expliquer les marées de plus de 20 m (Mont saint michel, fundi...) alors que tu donnes des ordg pour les marées de l'ordre de 1m ?
- Les marées existent seulement pour les liquides ? Qu'est ce que la limite de Roche ?
- Pourquoi la lune présente toujours la même face à la terre ?
- Précisions : que se passe-t-il si on tire un boulet de canon dans l'hémisphère nord ? Et dans l'hémisphère sud ?
- Exemple des vents géostrophiques : cf cap prépa.