

Bricolo et Compagnie

8^e série

par Michel HENRY,
Université Pierre et Marie Curie, Paris.

Nous vous présentons ce mois-ci quelques expériences sur l'irritant problème des changements de référentiel.

1) UN MINI-PENDULE DE FOUCAULT.

Matériel :

- Un bouchon,
- Trois aiguilles à tricoter,
- Un morceau de fil,
- Un plomb de pêche (1),
- Un tourne-disques (2).

Expérience :

Faites passer une extrémité du fil à travers le bouchon, selon son axe, puis fixez-la au bouchon. A l'autre extrémité du fil, attachez le plomb de pêche.

Plantez les aiguilles à tricoter dans le bouchon, de façon à réaliser un tripode et posez le tout sur le plateau du tourne-disques. Le plomb attaché au fil constitue un pendule simple (fig. 1). Faites osciller ce pendule, puis faites tourner lentement le plateau.

Observez que le plan d'oscillations du pendule reste sensiblement fixe dans le référentiel « du laboratoire » et tourne par rapport au plateau.

Interprétation :

Elle est bien connue, aussi me bornerai-je à en rappeler les grandes lignes.

(1) Les plombs de pêche ont une perforation axiale qui permet de les suspendre facilement, mais tout autre objet peut bien entendu convenir.

(2) Ou tout autre plateau capable de tourner autour d'un axe vertical.

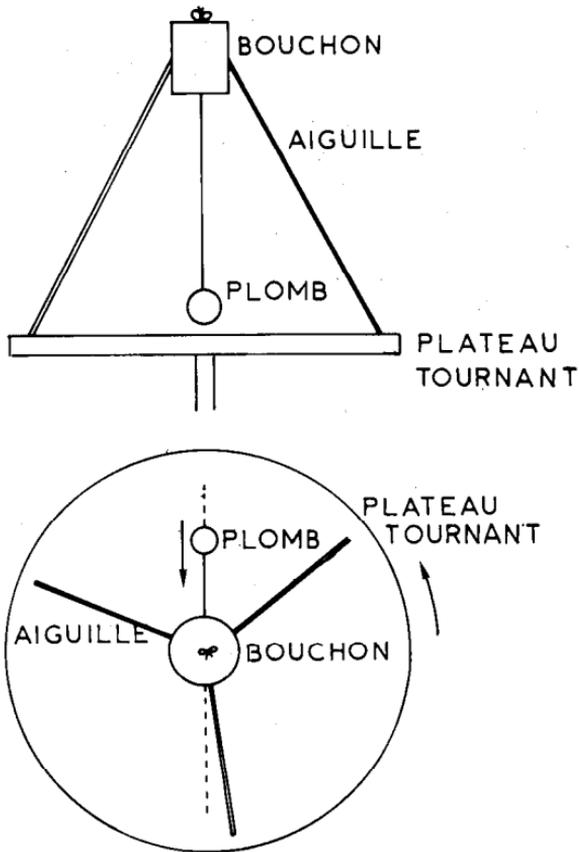


Fig. 1

Dans le référentiel « du laboratoire », que nous pouvons assimiler pendant la courte durée de l'expérience à un référentiel galiléen, le plomb n'est soumis qu'à son poids et à la tension du fil. Il oscille donc dans un plan vertical fixe car la force de frottement entre le fil et le bouchon est insuffisante pour entraîner le pendule. Par contre, dans le référentiel lié au plateau, référentiel non galiléen, le plomb est en outre soumis à la force d'inertie de Coriolis.

Il faut noter que celle-ci change de sens à chaque demi-oscillation, ce qui est indispensable pour provoquer une rotation continue du plan d'oscillations. Par ailleurs, la vitesse angulaire du plateau a en tous points même valeur et même orientation par rapport à l'accélération de la pesanteur, si bien que la position

du support est indifférente, du moins tant que le plateau tourne assez lentement pour que la force d'inertie « centrifuge » soit négligeable.

II) MOUVEMENT RELATIF.

Matériel :

- Un tourne-disques,
- Une grande règle,
- Deux cales,
- Des feuilles de papier,
- Un crayon, ou stylo-feutre.

Expérience :

Placer les deux cales de part et d'autre du plateau du tourne-disques puis y poser la règle. Celle-ci doit se trouver au-dessus du plateau sans gêner son mouvement (fig. 2).

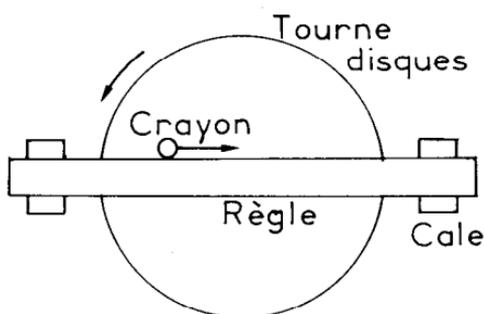
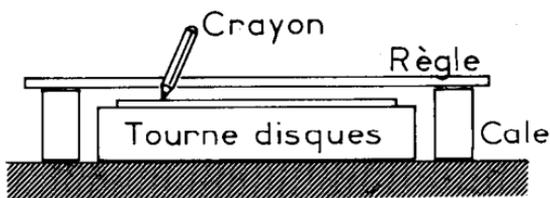


Fig. 2

Découper dans les feuilles de papier des cercles de diamètre égal à celui du plateau. En poser un sur le plateau du tourne-disques, mettre celui-ci en rotation, puis tirer un trait en suivant la règle.

Observer la variété des courbes tracées, en fonction de la vitesse de rotation du tourne-disques, de la position de la règle, du mouvement du crayon le long de celle-ci.

Interprétation :

Dans le référentiel « du laboratoire », galiléen, la pointe du crayon est animée d'un mouvement rectiligne, uniforme si vous opérez avec soin. Dans le référentiel lié au plateau, non galiléen, le mouvement de la pointe du crayon est accéléré, ce que montre la courbure de la trajectoire. Si vous êtes très habile, vous pouvez essayer d'obtenir un tracé rectiligne, en animant le crayon d'un mouvement curviligne convenable...

III) LE POIDS DISPARAIT.

Matériel :

Un tube de plastique ou de carton ($l = 25$ cm, $d = 3$ cm environ),

Un morceau de fil élastique,

Un gros plomb de pêche,

Un bouchon assez large pour fermer le tube.

Expérience :

Fixez le fil élastique au centre du bouchon pour qu'il soit confondu avec l'axe du tube, puis attachez le plomb à l'extrémité libre du fil. Les longueurs du tube et du fil ainsi que la masse du plomb doivent être ajustées de façon que le plomb soit nettement à l'extérieur du tube quand l'élastique est tendu par son poids, et à l'intérieur quand l'élastique est au repos (fig. 3).

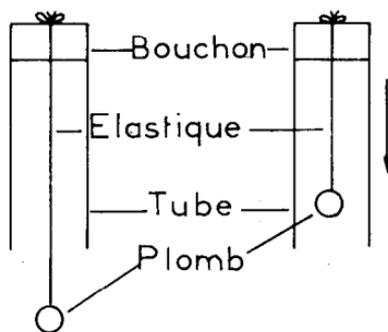


Fig. 3

Tenez le tube verticalement, plomb en bas, puis laissez-le tomber. Constatez que le plomb pénètre dans le tube et s'y maintient pendant toute la durée de la chute.

Il convient de lâcher le tube avec précautions pour que le plomb n'en heurte pas le bord inférieur. Une vieille recette — qui a fait ses preuves — consiste à accrocher l'ensemble à un morceau de fil à coudre et à brûler celui-ci quand le tube est bien immobile.

Interprétation :

Le référentiel lié au tube en chute libre (nous négligeons la résistance de l'air), référentiel non galiléen, possède une accélération égale à celle de la pesanteur terrestre. Dans ce référentiel le poids du plomb est donc nul ou, si l'on préfère, compensé par une force d'inertie, et l'élastique reprend sa longueur à vide, exactement comme si l'on supprimait le plomb dans un référentiel galiléen.

IV) DU PAPIER SOLIDE.

Matériel :

Deux planchettes de contreplaqué ou de carton fort (environ 10×10 cm),

Quatre morceaux de cordonnet,

Une masse importante (5 kg),

Plusieurs bandes de papier mince, genre papier de soie ou papier à cigarettes (environ 20×3 cm).

Expérience :

Percez les deux planchettes aux quatre coins. Attachez solidement un cordon à chaque coin d'une des planchettes, puis enfiler la seconde qui viendra ainsi reposer sur la première. Glissez l'extrémité d'une bande de papier entre les deux planchettes, puis posez sur celles-ci la masse (fig. 4).

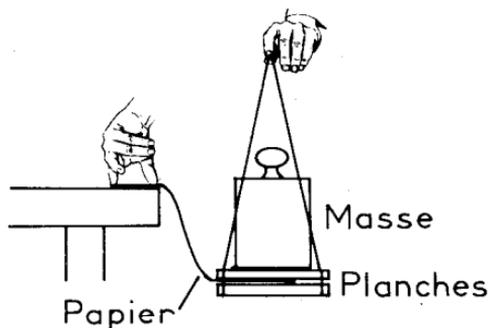


Fig. 4

Maintenez fermement l'extrémité libre de la bande de papier et laissez descendre doucement les planchettes et la masse (il est commode de se placer au bord d'une table).

Constatez que le papier se déchire. Si ce n'est pas le cas, augmentez la masse, ou diminuez la largeur de la bande de papier, ou trouvez du papier plus fragile.

Changez la bande de papier, remettez-vous en position, et laissez tomber la masse en chute libre. Cette fois, le papier glisse entre les planches sans se déchirer.

Interprétation :

Dans le référentiel lié au système en chute libre, le poids de la masse est nul ; elle ne presse donc plus sur le papier qui peut glisser sans se déchirer.
