

Le smartphone comme laboratoire mobile

Un exemple d'utilisation dans la détermination de la période d'un pendule

par **Badra RAFA**

Collège La Garrigole - 66000 Perpignan

badra.bouilil@ac-montpellier.fr

DANS UN PRÉCÉDENT ARTICLE [1], nous avons établi de façon analytique et sans calculs compliqués l'expression de la période d'un pendule simple. Dans ce qui suit, nous allons utiliser le smartphone, objet du quotidien pour déterminer de manière expérimentale cette période grâce à cet appareil qui joue le rôle de laboratoire de poche extrêmement utile en période de confinement sanitaire.

INTRODUCTION

La situation épidémique liée à la covid-19 a conduit à un confinement sanitaire de la population de telle sorte que les enseignements ont été assurés par télétravail sous forme de vidéoconférences. Malheureusement, les parties expérimentales ont été occultées, car elles nécessitent des laboratoires et la présence des élèves dans les structures scolaires. Dans cette situation, l'enseignant est obligé de revoir son approche pédagogique expérimentale lorsque les élèves ne peuvent travailler que de chez eux.

Heureusement, bon nombre d'élèves ont un smartphone souvent utilisé pour des jeux vidéos sur Internet, des appels téléphoniques... Mais ce qu'ils ne savent pas, c'est qu'il peut assumer le rôle de laboratoire de poche et permettre de réaliser des expériences en tous lieux. En effet, la plupart des smartphones contiennent des capteurs qui permettent d'étudier des phénomènes en mécanique, en acoustique, en électromagnétisme, en optique... L'avantage de les utiliser à la place des moyens traditionnels du laboratoire réside dans leur simplicité d'utilisation et la possibilité d'en faire un laboratoire mobile personnel qui ouvre la perspective d'une grande variété d'expériences.

Sur l'exemple de la détermination de la période d'un pendule simple, nous allons exposer la méthode utilisée avec un smartphone et l'aide de l'application *Phyphox* téléchargeable gratuitement sur Internet.

1. APPLICATION PHYPHOX

Pour une prise en main simple de l'application *Phyphox*, on en rappelle dans cette

section quelques points importants établis à partir des liens⁽¹⁾⁽²⁾. *Phyphox* nous donne accès aux capteurs de notre téléphone (accéléromètre, magnétomètre, gyroscope, intensité lumineuse, pressiomètre...). Deux situations sont envisageables :

- ◆ si nous effectuons nous-mêmes de nouvelles expériences non répertoriées encore par l'application, alors avant de débiter l'expérience, lorsque le matériel est prêt à être utilisé, on appuie sur « play » pour lancer l'expérience ;
- ◆ si nous voulons des expériences « prêtes à l'emploi », *Phyphox* en a répertorié quelques-unes, en analyse les résultats expérimentaux que nous pouvons exporter en différents formats afin d'en réaliser le traitement.

2. RAPPELS SUR LE PENDULE SIMPLE

Pour de faibles amplitudes, quelle que soit la masse accrochée au fil, la période T du pendule est exprimée sous la forme de :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

avec g l'intensité de la pesanteur et l la longueur du fil. L'expression de T peut être obtenue expérimentalement en traçant $T^2 = f(l)$.

Comme on peut le voir l'expression (1) relie T , l et g . La connaissance de deux des précédentes grandeurs en détermine la troisième. En réécrivant l'équation (1) sous la forme :

$$l = \frac{T^2}{4\pi^2} g \quad (2)$$

un calcul simple pour obtenir une période $T \sim 2s$ avec $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ indique que la longueur nécessaire à utiliser :

$$l = \frac{2^2 \times 9,81}{4\pi^2} \sim 1 \text{ m}. \quad (3)$$

Bien entendu, s'il s'agit de déterminer l'intensité de la pesanteur, on fera le chemin inverse. Connaissant la longueur $l = 1 \text{ m}$ et la valeur mesurée de la période $\sim 2s$, on peut tirer parti de l'équation (1) :

$$g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2} \quad (4)$$

auquel cas, on trouvera $g \sim 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (5)

Notons enfin que nous avons proposé récemment une approche analytique simple [1] faisant appel à des calculs mathématiques peu élaborés qui permettent l'établissement de la relation (1).

(1) https://play.google.com/store/apps/details?id=de.rwth_aachen.phyphox&hl=fr

(2) <https://phyphox.org/>

3. L'EXPÉRIENCE ET LES RÉSULTATS

3.1. À propos de l'expérience

Cette activité expérimentale peut intéresser à la fois les trois cycles de l'enseignement, plus particulièrement les chapitres traitant de la mesure du temps ([2], p. 146). Sa réalisation est immédiate et d'une durée qui n'excède pas les dix minutes que celles plus traditionnelles traitées en travaux pratiques nécessitant une séance d'au moins une heure.

Elle peut cependant aussi être exploitée en collège dans la partie « des signaux pour observer et communiquer » (étude d'un sonar, notion de fréquence...) et dans la section « croisement des enseignements »⁽³⁾ concernant les sciences et la technologie en proposant le smartphone comme un instrument de mesure qui ne dit pas son nom.

Par ailleurs, cette activité expérimentale peut être aussi simulée à l'aide de l'atelier scientifique⁽⁴⁾ disponible sur Internet sur *Mon cartable numérique lycéen* (MCNL) de l'ordinateur de la région ou aux évaluations des compétences expérimentales (TP bac).

3.2. L'expérience

Ouvrir l'application et choisir le capteur « Accélération (sans g) » (cf. figure 1). Un smartphone fixé à un fil d'une longueur d'un mètre, lui-même suspendu à un support, est abandonné d'une certaine altitude (cf. figure 2, page ci-après).



Figure 1

(3) <https://groupe-reussite.fr/wp-content/uploads/Programmes/physique-chimie-cycle4-4eme-3eme.pdf>

(4) L'auteur remercie le rapporteur de l'article pour les indications concernant l'atelier scientifique de l'ordinateur de la région.

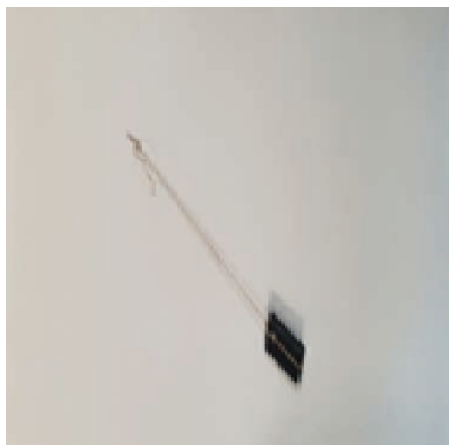


Figure 2

L'application *Phyphox* permet d'enregistrer les résultats expérimentaux. Grâce à cette application utilisée en accéléromètre, on obtient l'évolution de l'accélération $a(\text{m} \cdot \text{s}^{-2})$ en fonction du temps $t(\text{s})$ lors du mouvement pendulaire (cf. figure 3).

L'examen de la courbe obtenue indique que la zone à considérer est celle qui correspond à l'absence d'amortissement. En effet, la première oscillation est exclue et est un artefact lié à la mise en œuvre initiale de l'expérience alors que la dernière partie, le système s'amortissant ne permet pas d'obtenir la bonne période.

Pour avoir une valeur expérimentale convenable de T , on prendra la moyenne sur dix périodes à partir de la seconde. On trouve :

$$T = \frac{(22 - 2, 1)}{10} = 1,99 \text{ s} \quad (4)$$

valeur qui n'est pas très éloignée de celle attendue de 2 s pour un pendule de longueur 1 m.

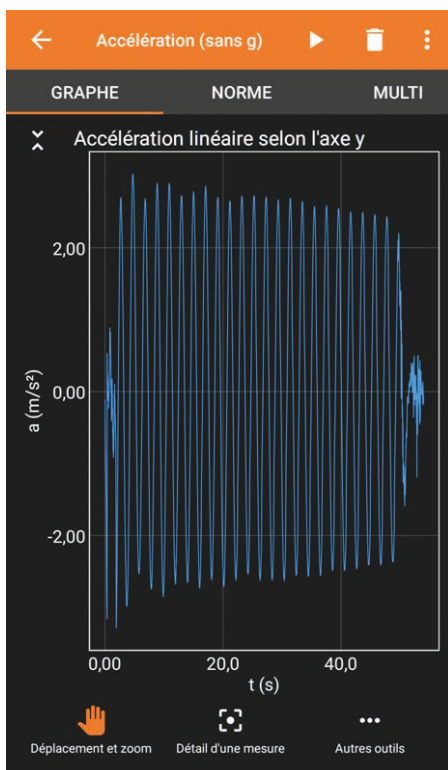


Figure 3

CONCLUSION

Les élèves ont pu réaliser cette expérience en totale autonomie, loin de leur structure scolaire en utilisant simplement leur smartphone comme laboratoire de réserve et l'application *Phyphox*. L'approche utilisée est fort intéressante, car elle est réalisable en tous lieux et montre, en ces temps de confinement, qu'il est possible de manipuler même si les laboratoires des établissements scolaires sont inaccessibles.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] K. Boulil et B. Rafa, «Détermination analytique simple de la période d'un pendule : un exemple de démarche d'investigation ouverte au lycée», *Bull. Un. Prof. Phys. Chim.*, vol. 113, n° 1012, p. 275-282, mars 2019.
- [2] M. Ruffenach, S. Decroix, T. Cariat, P. Fabre, B. Gravière, A. Marois, D. Mercier, V. Mora, F. Patto, S. Serrano, G. Toussaint et C. Vial, *Physique-chimie classe de seconde*, Bordas, août 2010.

**Badra RAFA**

Professeur certifiée (physique-chimie)
Collège La Garrigole
Perpignan (Pyrénées-Orientales)