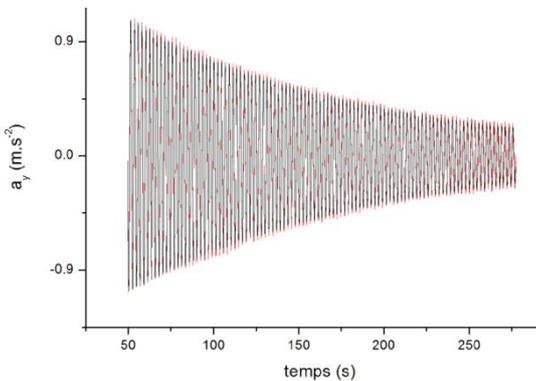


Oscillations d'un pendule

Nous avons réalisé une série d'expériences afin d'évaluer le potentiel métrologique des capteurs d'accélération des smartphones en poussant au maximum l'analyse des données. Le public étudiant visé est ici typiquement postbac : Licence Universitaire ou classes préparatoires. L'application utilisée est Phyphox.



1) Oscillations d'un pendule

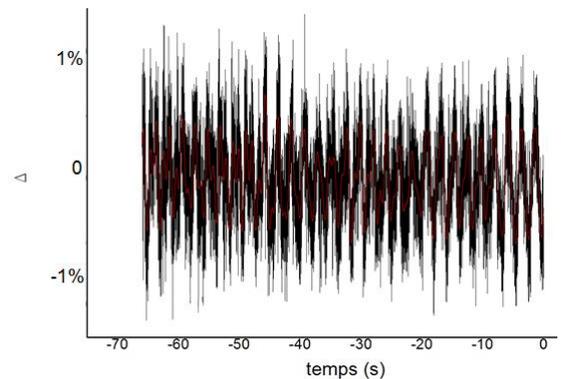


Le smartphone est placé dans une nacelle constituée par une enveloppe bulle suspendue à ses extrémités par deux fils d'un mètre environ. Pour obtenir un mouvement bien plan du pendule, le système est maintenu à une dizaine de degrés de la verticale par un fil. On coupe le fil puis on déclenche à distance l'enregistrement par le smartphone depuis un ordinateur portable. Les données recueillies sont d'excellente qualité. Elles permettent de mettre en évidence le caractère anharmonique du pendule simple, même pour des oscillations d'amplitude inférieure à 10° (voir ci-contre un ajustement avec

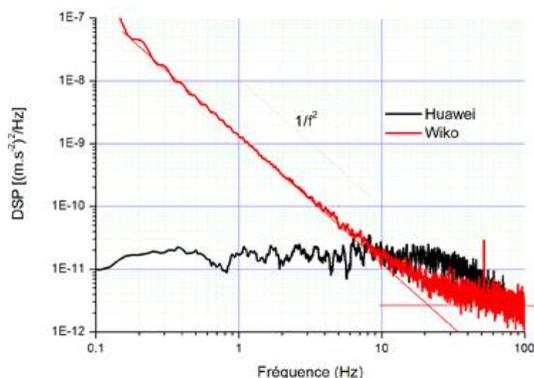
la correction de Borda). La précision relative de la mesure d'accélération est de l'ordre de 0.1%

2) Avec deux smartphones

Nous avons ensuite placé deux smartphones de marque différente dans la nacelle à titre de comparaison. L'analyse a mis en évidence une différence de l'ordre de 1% sur les valeurs absolues des accélérations mesurées par les deux smartphones. L'expérience pourrait facilement être répétée à l'échelle d'une classe pour obtenir une valeur statistique. Cela permettrait d'introduire la notion délicate d'exactitude (différence à la valeur vraie) d'une mesure.



3) Analyse du bruit



Nous avons enfin comparé le bruit des deux smartphones. L'avantage est de pouvoir travailler en classe sur des échantillons de plusieurs centaines de milliers de mesures que l'étudiant peut réaliser lui-même et rapidement. Bonne surprise, les deux smartphones ont des comportements très différents. Sur une dizaine de secondes l'un a un comportement franchement Gaussien tandis que l'autre ne l'est pas du tout (bruit en $1/f$). Cela est confirmé par une analyse en variance d'Allan.

En conclusion, l'expérience apparemment toute simple des oscillations d'un pendule peut donner lieu à une analyse très poussée des données tant du point de vue de la modélisation que de l'analyse statistique. Elle permet de plus de sensibiliser les étudiants aux incertitudes sur des données concrètes, facilement réalisables, de façon assez ludique, avec leur propre smartphone qui leur est si familier.