THE CONVERSATION
L'expertise universitaire, l'exigence journalistique

Témoignage : Enseigner les sciences expérimentales à l'heure de la distanciation sociale

11 mai 2020, 21:29 CEST

Grâce à ses capteurs, le smartphone peut être un instrument de mesure. A. Kolli, La Physique Autrement, CC BY-NC-SA

Auteurs

Julien Bobroff
Physicien, Professeur des Universités, Université Paris-Saclay

Frédéric Bouquet
Enseignant-chercheur en physique, Université Paris-Saclay

Ulysse Delabre
Enseignant-chercheur, Université de Bordeaux

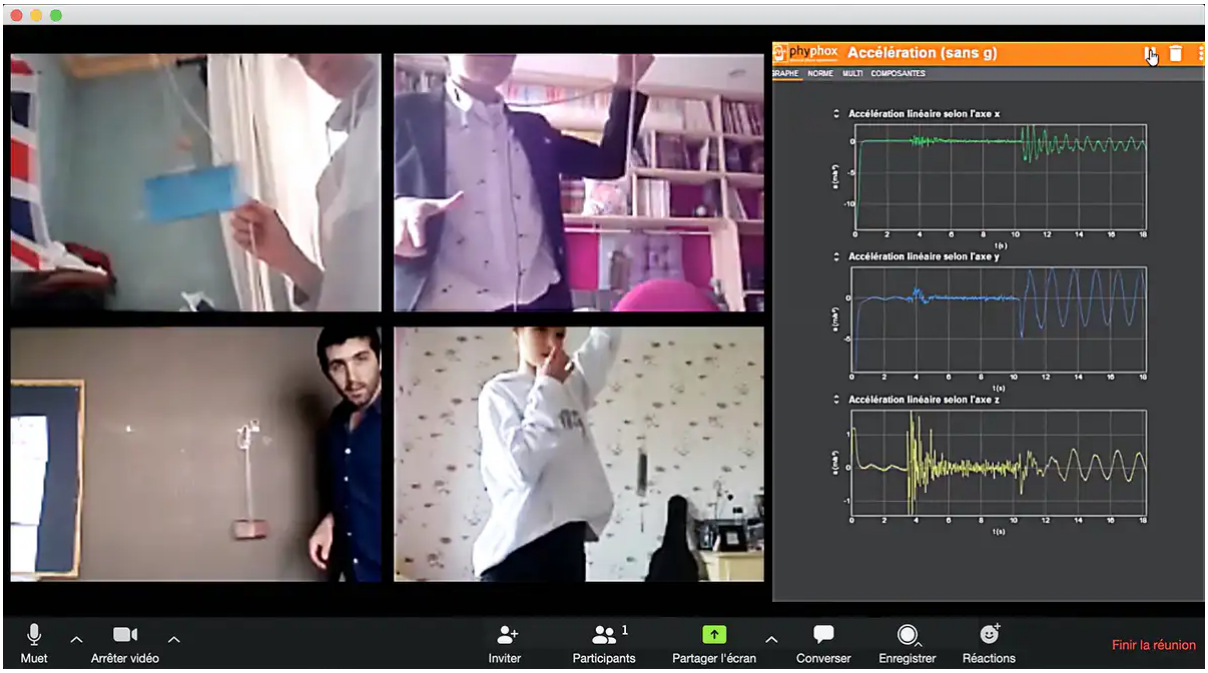
À l'annonce du confinement, les professeurs du secondaire et du supérieur ont dû passer du cadre de la classe à celui de l'enseignement à distance. Avec des plateformes comme eCollab, Zoom, Discord, chacun a réinventé son cours avec les moyens du bord en seulement quelques jours. Mais les travaux pratiques, dits « TP », ont souvent dû être abandonnés. Sans salle dédiée, sans éprouvette ni oscilloscope accessible, il n'y avait plus de place pour les expériences.

Pour pallier ce manque, certains se sont tournés vers des simulations numériques ou vers l'analyse de données déjà disponibles. Mais qui connaît les sciences expérimentales sait bien qu'une simulation ou une simple analyse ne remplacent pas la paillasse et la réalité des « manipes ». Les sciences doivent aider à comprendre les phénomènes quotidiens qui nous entourent, et les expériences « en vrai » en sont un pilier indispensable !

Depuis plusieurs années, nous-mêmes, enseignants-chercheurs en physique, avons entrepris une réflexion pour développer de nouvelles formes de travaux pratiques, misant sur une plus grande autonomie des étudiants. À l'Université de Bordeaux ou à Paris-Saclay, nous avons demandé à nos étudiants de créer leur propre TP, et, parfois même, de le mener en autonomie, à l'aide de smartphones ou de cartes Arduino.

Voilà pourquoi, aussitôt le confinement annoncé, nous avons saisi l'opportunité de tester ces TP en autonomie. Nous avons ainsi, durant ces deux mois confinés, adapté et maintenu nos enseignements expérimentaux, sans pour autant perdre au niveau de la qualité des contenus.

Ces tests « grandeur nature » nous ont convaincus qu'il est possible, qu'on soit professeur en collège, lycée ou dans le supérieur, de mener des enseignements expérimentaux à distance. Nous avons même observé des aspects très positifs à ces nouvelles approches, qui modifient le rapport qu'entretiennent nos étudiants avec la science et avec leurs enseignants.



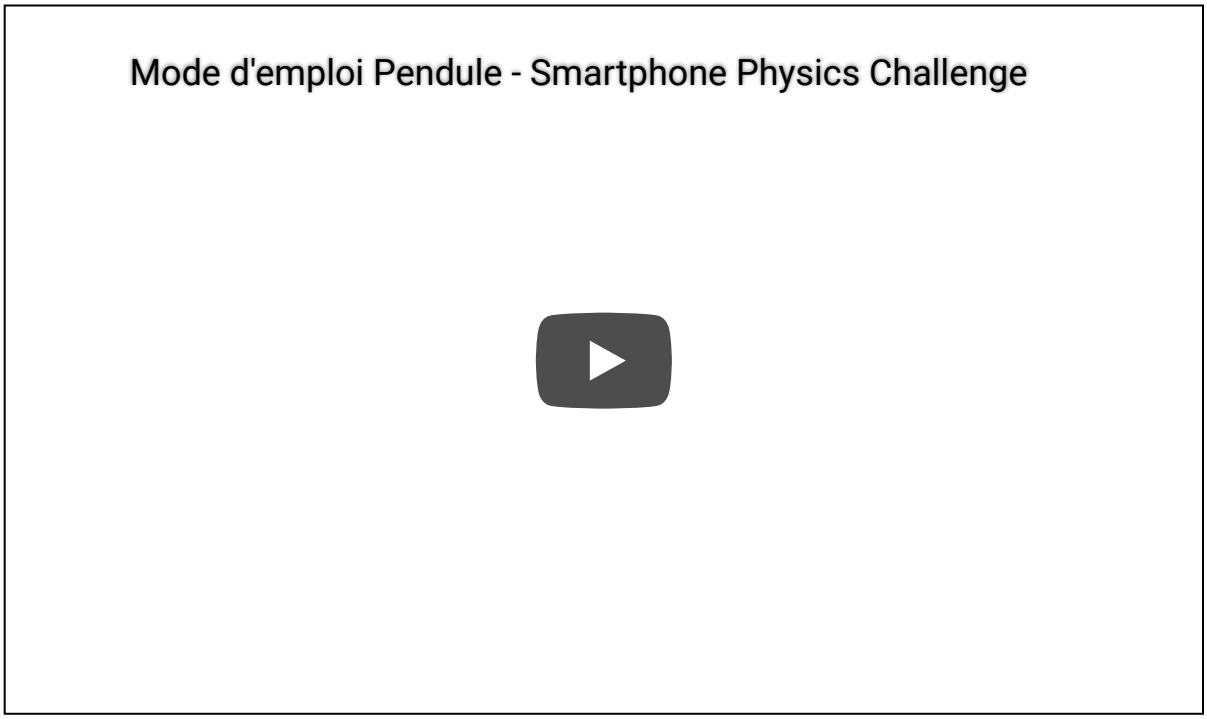
Séance de TP en visioconférence à l'Université de Bordeaux pendant le confinement : étudiants et professeurs mesurent ensemble un pendule avec leurs smartphones. Ulysse Delabre, Author provided

Ces nouvelles formes d'enseignement nous semblent de formidables opportunités, notamment en vue de l'année à venir où les règles de distanciation risquent de se prolonger. Mais elles supposent une certaine préparation en amont.

Smartphone et panier à salade

À quoi ressemble un TP à distance sans les appareils de laboratoire ? On peut tout à fait effectuer des mesures scientifiques avec un simple mètre mesureur, une balance de cuisine, ou un appareil photo. Mais il y a un outil de choix, que possèdent 98% des 18-24 ans : le smartphone. Véritable couteau suisse technologique, il contient une multitude de capteurs très performants, pour certains même bien meilleurs que les capteurs utilisés en classe.

En plus d’enregistrer une image ou un son, le smartphone permet de mesurer l’accélération, le champ magnétique, la vitesse de rotation, le spectre audio, et même, pour certains modèles, la pression ou l’intensité lumineuse. Des applications gratuites comme Phyphox (disponible en français sur toutes les plateformes) permettent de mesurer, d’analyser ou de transférer des données en quelques secondes. À partir de là, tout est question d’imagination et de bricolage.

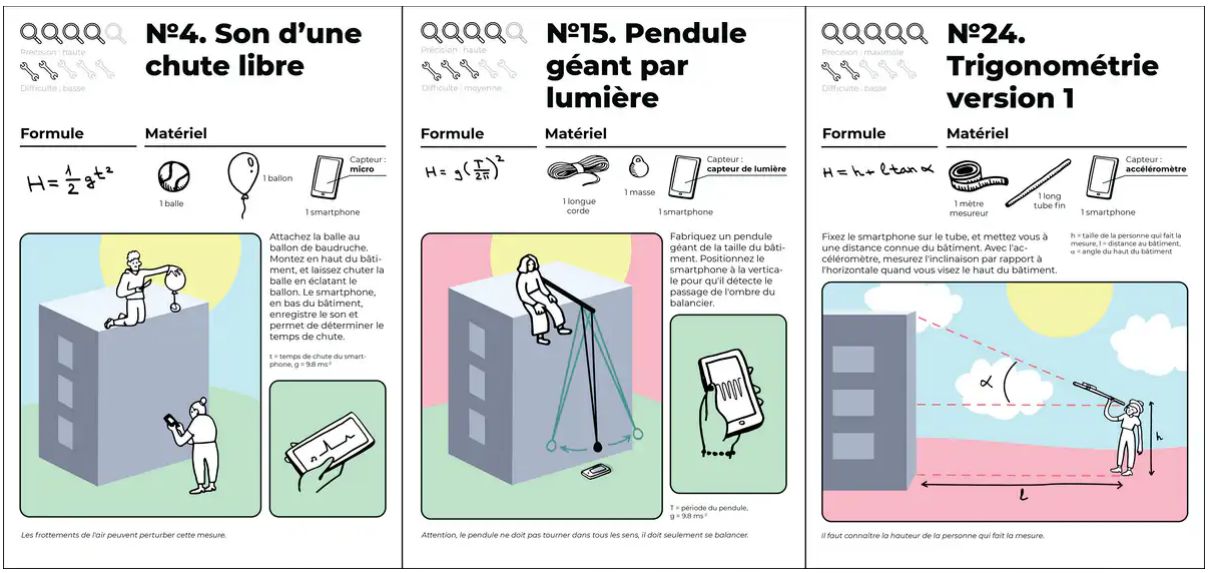


Mode d'emploi Pendule - Smartphone Physics Challenge.

Vous souhaitez mesurer la période et l’amortissement d’un pendule ? Suspendez votre téléphone à un fil et mesurez son accélération. Vous cherchez à mesurer la variation de l’intensité lumineuse en fonction de son éloignement par rapport à la source ? Placez alors une lampe contre un mur, puis mesurez sa luminosité en reculant progressivement votre smartphone.

Vous vous intéressez à l’accélération centripète ? Placez votre smartphone dans un panier à salade, et lancez simultanément l’accéléromètre et le gyroscope : vous obtiendrez en direct une très belle mesure où l’accélération varie comme le carré de la vitesse de rotation.

Les expériences à mener n’ont de limite que l’imagination des étudiants et de leurs professeurs. Par exemple, nous avons créé un « smartphone physics challenge » où nous nous sommes amusés à mener et documenter toutes les façons de mesurer la hauteur d’un bâtiment. Nous en avons trouvé 61 !



Trois des 61 façons de mesurer la hauteur d'un bâtiment avec son smartphone. La Physique autrement, Author provided

Les usages ne se limitent pas à la physique. En chimie ou en biologie aussi, il est possible de mener des expériences simples et précises chez soi, par exemple en transformant son smartphone en microscope avec une goutte d'eau (et ainsi de voir des cellules) ou en le transformant en spectrophotomètre.

Une pédagogie à reconstruire

Les enseignants le savent bien, les outils, même les plus innovants, ne suffisent pas. La pédagogie doit, elle aussi, être repensée. Voici deux exemples concrets où nous avons adapté notre façon d'enseigner pendant le confinement en physique.

À l'Université Paris-Saclay, nous avons demandé à la centaine d'étudiants inscrits en troisième année de licence de Physique fondamentale de mener une étude physique de leur choix en autonomie. L'accent était mis sur la démarche expérimentale, plus que sur les résultats, afin de minimiser les problèmes liés à des conditions de confinement difficiles. Des séances d'échanges avec les enseignants furent régulièrement organisées.

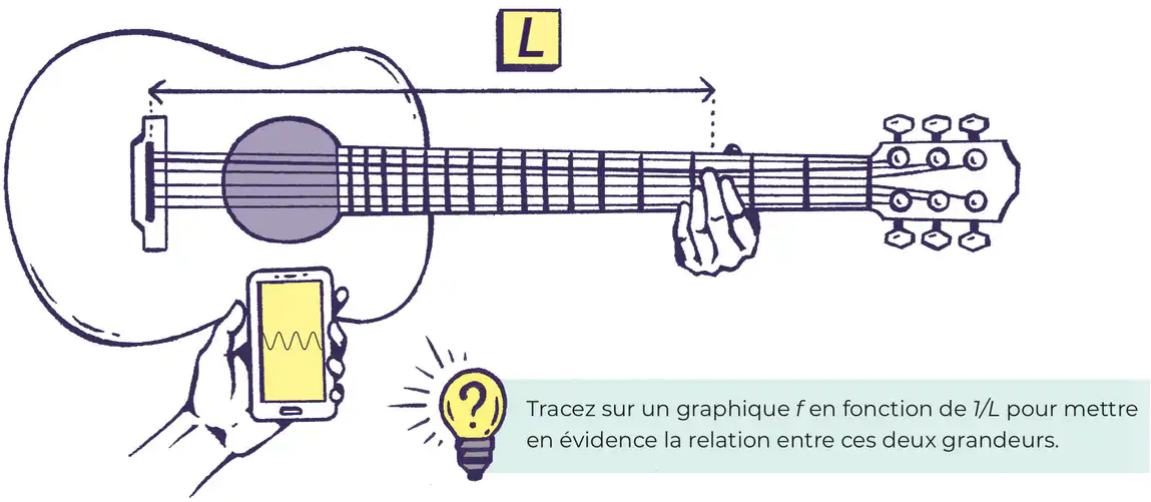
De l'étude de la fusée à vinaigre aux modes acoustiques des instruments de musique, de la mesure du rayon de la terre à la physique de la nappe qu'on tire sans faire bouger les couverts, les sujets choisis étaient très variés. Les projets furent menés en binôme de façon à éviter un travail trop solitaire que favorise le confinement. Pour valoriser l'investissement des étudiants, un jury extérieur remit des prix virtuels lors d'une cérémonie en visioconférence.

À l'université de Bordeaux, dès l'annonce du confinement, nous avons mis en place une plateforme dédiée aux TP à distance, proposant plusieurs expériences à réaliser pour les étudiants et les enseignants dans différents domaines, mécanique, acoustique, optique, thermodynamique, physique des fluides … En plus des protocoles, des conférences et des vidéos proposés, nous avons organisé une fois par semaine une session expérimentale collective en visioconférence, les « manipes confinées ».

Estimer la masse de la Terre à partir des oscillations d'un pendule et d'un smartphone, mesurer la vitesse du son par résonance… pendant une heure, les participants mesurent chez eux, en même

temps, le même phénomène avec les moyens du bord (ficelle, abat-jour, câble d'alimentation, ...). Puis vient une étape de mise en commun des données. Les résultats issus de l'ensemble des mesures sont alors discutés.

Ouvertes au début à quelques étudiants motivés, les dernières sessions ont vite rassemblé des professeurs de lycée, des étudiants de licence, ou de simples curieux. Les plus motivés continuent depuis par eux-mêmes les expériences chez eux.



Un exemple de TP à faire chez soi : mesurer la fréquence sonore d'une guitare en fonction de la longueur de la corde. La Physique autrement, Author provided

D'autres que nous ont également développé ces approches pendant le confinement. De nombreux professeurs de lycée en ont témoigné sur Twitter : l'une a proposé à ses élèves de seconde de mesurer la gravité par la chute des corps. Un autre, toujours en seconde, s'est appuyé sur l'une de nos « conférences confinées » pour faire mesurer à ses élèves la vitesse du son entre deux smartphones. Un autre, encore, a proposé la mesure de la masse par la pression.

Les retours des élèves sont variés, certains ravis de ces expériences à faire chez soi qui changent de la routine des cours à distance, d'autres plus déroutés par l'outil.

Des TP finalement plus intéressants

Ces nouveaux types de TP ne sont pas juste des solutions de secours en temps de crise sanitaire. Ils présentent un véritable intérêt pédagogique, car ils renouvellent en profondeur le rapport à l'expérience et à la discipline.

D'abord, le professeur n'est plus derrière les apprenants pour contrôler chacun de leurs gestes. Les étudiants ont donc moins peur de faire des erreurs, d'autant qu'il n'y a plus de matériel coûteux qu'on aurait peur d'endommager. Au vu des enquêtes que nous avons menées, une majorité semble prendre un vrai plaisir à cette liberté et cette autonomie.

Autre intérêt : l'expérience n'étant plus isolée dans une salle de travaux pratiques, la physique n'apparaît plus comme une science abstraite qui ne se déploierait qu'en laboratoire avec du matériel très spécifique. Au contraire, elle s'empare du quotidien et redevient bien réelle.

Les qualités scolaires mises en jeu, elles aussi, sont modifiées. Une place est laissée à l'imagination, au bricolage, à la créativité… comme on peut le retrouver aussi dans notre propre monde de la recherche. Certains profils d'élèves peuvent ainsi se révéler dans cette approche moins académique.

Enfin, ces expériences distanciées permettent d'expérimenter des formes originales de partage typiques de la science participative. En travaillant tous ensemble sur une plateforme numérique, on peut mener des mesures collaboratives.

À lire aussi : Les sciences participatives et la démarche scientifique

---

Chacun va par exemple mesurer un pendule chez lui. Puis toutes les mesures sont réunies en direct pendant le cours sur une seule et unique courbe. Elles dessinent ensemble une loi en inverse de la racine de la longueur, indépendante de la masse choisie par chacun des élèves. On y voit aussi les incertitudes, la dispersion, etc. On y observe ainsi en direct l'universalité de la science, démontrée à l'échelle de la classe ou de l'amphi.

Une rentrée 2020 à préparer dès cet été

À la rentrée prochaine, des mesures de distanciation risquent de bouleverser l'organisation pratique des enseignements. Les TP pourraient en être les premières victimes… Notre message est simple : les enseignements expérimentaux à la maison décrits ici pourraient servir de « plan B ». Mais ce ne sont pas juste des « sous-manipes » de substitution. Cela pourrait être une occasion unique de revisiter notre façon d'enseigner nos disciplines scientifiques, y instiller un peu de créativité, de liberté et de plaisir.

Mais il faut s'y préparer. Il y a un enjeu évident de formation. L'éducation nationale ou les universités ne pourront pas réagir à temps à grande échelle, les délais sont trop courts. Disons-le crûment : les enseignants doivent s'auto-former dès cet été s'ils veulent tenter l'aventure à la rentrée.

À lire aussi : Débat : En confinement, réinventons la vulgarisation scientifique !

Rassurons-les, l'apprentissage est vraiment simple et même ludique. Plusieurs s'y sont mis au début du confinement et ont pu monter des activités pédagogiques en quelques jours seulement. Si vous-mêmes êtes intéressés, nous avons développé plusieurs outils pour vous aider à franchir le pas : des premiers défis pour apprendre phyphox, des fiches recettes de TP , des challenges, un MOOC, un livre, et plein d'autres ressources regroupées sur le site de La Physique autrement et sur Smartphonique.fr.

En complément, les réseaux sociaux, notamment Twitter, permettent d'échanger avec un réseau de professeurs et d'experts d'une grande réactivité et d'une belle bienveillance. Alors si vous êtes tentés, c'est le moment : à vos smartphones !

universités enseignement supérieur téléphonie mobile science chimie physique lycée vulgarisation enseignants collège smartphones enseignement à distance élèves vulgarisation scientifique distanciation sociale