

Titre : projets de physique expérimentale libres

Qui, contact : Frédéric Bouquet, département de physique, UFR des sciences, Université Paris Sud

Contenu, type de connaissances concernées : compétences expérimentales.

Public concerné : L3 de physique fondamentale, second semestre, environ 50 étudiants.

Méthode pédagogique : apprentissage par projets

Objectifs d'apprentissage : découverte de la réalité expérimentale (par rapport à l'idéalité de la théorie), apprentissage de compétences expérimentales.

Evaluation des apprentissages : rapport bibliographique préliminaire, compte rendu et présentation oral en fin de projet.

Point fort : étudiants motivés par une première approche de la démarche expérimentale.

Point à améliorer / point délicat : bien gérer le rôle des enseignants, éviter un côté gadget.

Transférabilité : oui (déjà testé dans d'autres contextes)

Titre de l'activité : Projets de physique expérimentale libres

Objectifs : découverte de la réalité expérimentale (par rapport à l'idéalité de la théorie), apprentissage de compétences expérimentales.

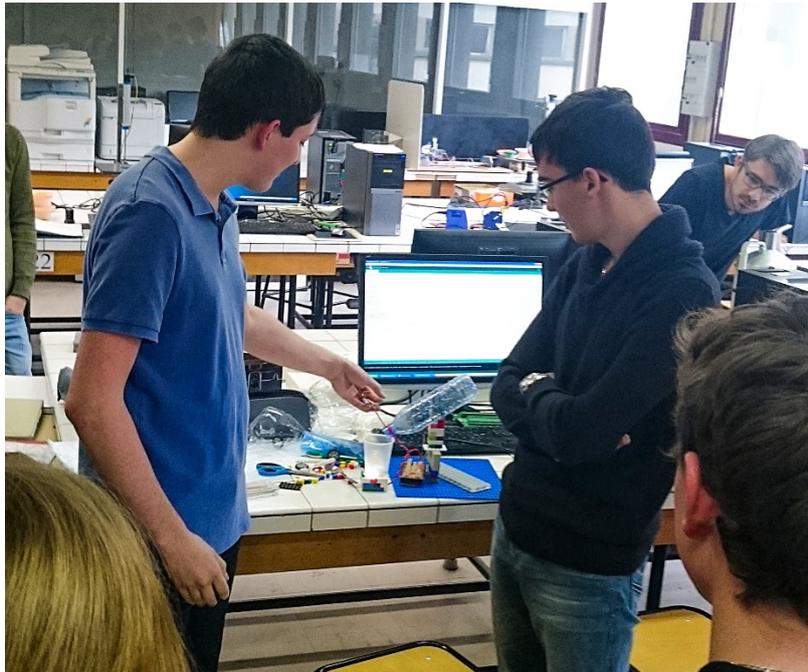
Durée : 2 jours d'initiation au matériel, 5 jours consécutifs de projets

Résumé : Le but est de faire un TP « anti-presse bouton ». Après avoir formé les étudiants à utiliser des cartes Arduino et faire des mesures avec, les étudiants doivent choisir eux-mêmes l'étude physique qu'ils souhaitent mener. Ce choix effectué, ils ont ensuite cinq jours pour construire leur dispositif expérimental, le tester, et mener leur étude.

Scénario détaillé :

Ce cours a été développé initialement pour les étudiants de L3 de la filière de physique fondamentale de l'université Paris Sud. Ce cursus propose aux étudiants de nombreux cours formels ; une grande partie de la formation expérimentale est regroupée en fin d'année, permettant la tenue de travaux pratiques sur plusieurs journées consécutives.

En pratique, le cours commence par deux jours de formation au matériel de mesure, carte Arduino et capteurs physiques. La carte Arduino est un microcontrôleur à très bas coût, possédant une grande communauté d'utilisateurs sur internet (cette carte est issue du monde des Fablabs), et permet d'interfacer très rapidement tout type de capteurs. Il s'agit d'un apprentissage par la pratique : très rapidement les étudiants sont mis en situation où ils doivent construire des dispositifs de leur choix avec des contraintes choisies aléatoirement : par exemple « construire un objet inutile utilisant un capteur de lumière et un capteur de champ magnétique ». Pour cela ils ont à leur disposition tout un ensemble de matériel de bricolage varié (fer à souder, fils, petite électronique, ...). Ces défis ne mettent pas en jeu de connaissances particulières en physique, mais permettent aux étudiants d'apprendre à utiliser les capteurs, et à leur faire prendre conscience de la facilité à créer des dispositifs.



Réalisation d'étudiants lors des journées de formation. Les contraintes étaient « objet utile » et « capteur de lumière ». La réalisation des étudiants est un « objet à servir une boisson » : quand la lumière décroît en dessous d'un certain seuil, un moteur est déclenché inclinant la bouteille et remplissant le verre.

Les supports pédagogiques pour cette initiation à ont été travaillés avec une graphiste, et sont librement utilisables à partir du site <https://opentp.fr/>

The image displays three educational worksheets for Arduino projects, arranged horizontally. Each worksheet has a decorative border and contains text, diagrams, and icons.

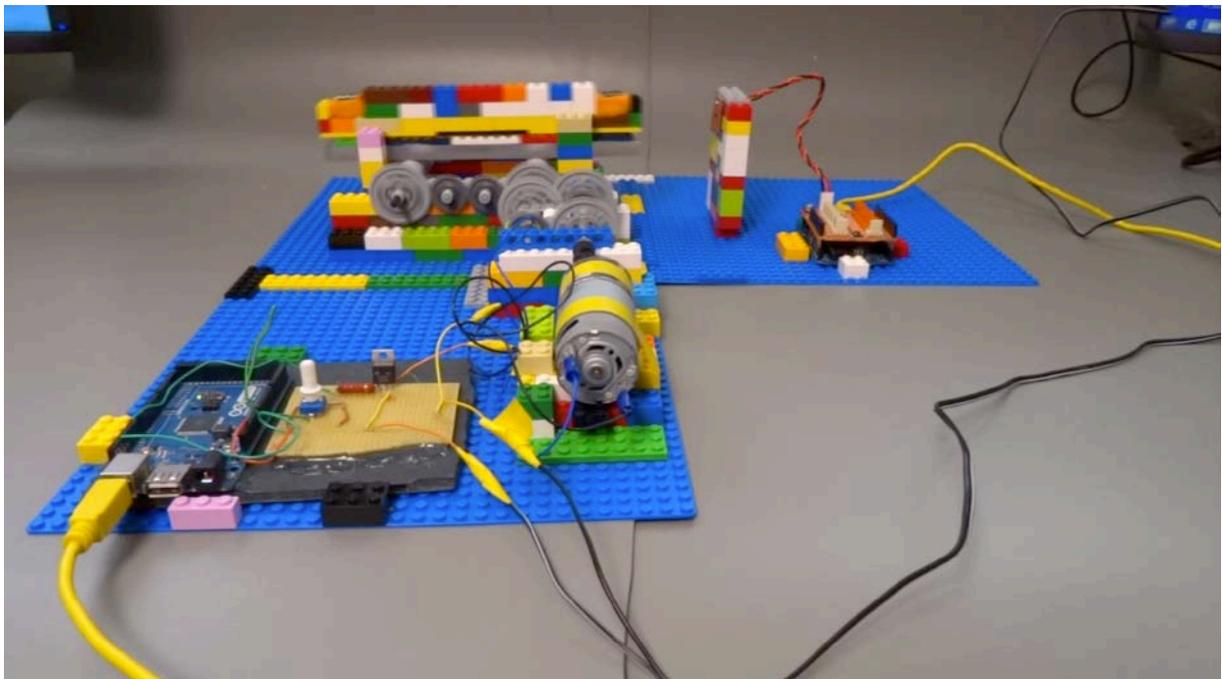
- Worksheet 1 (Left):** Titled "ARDUINO EN 6 DÉFIS". It features a central shield icon with an Arduino board and a light bulb. Below it, three smaller shield icons represent "DÉFI", "DÉFI", and "SAVOIR". The text includes "Outils nécessaires" and "Matériel nécessaire".
- Worksheet 2 (Middle):** Titled "ALLUMEZ UNE LED". It features a lighthouse icon. It includes a "MATERIEL NECESSAIRE" list, a "RÉALISER LE MONTAGE DE CIRCUIT" section with a breadboard diagram, and a "RECOPIER LE PROGRAMME" section with code snippets.
- Worksheet 3 (Right):** Titled "DÉFI - ALLUMEZ UNE LED". It features a lighthouse icon. It includes a "TÉLÉVERSEZ" section with a code block and a "L'OUTRE DÉFI" section with a code block.

Fiches d'initiation à Arduino par une série de défis.

À la fin de ces deux jours, un brainstorming est organisé avec les étudiants pour lister tous les projets de physique qui leurs paraissent réalisables. Les enseignants donnent leurs avis sur la faisabilité des projets à la fin de la séance pour que les étudiants puissent calibrer leur ambition. Ce sont ensuite les étudiants qui choisissent leur projet, les enseignants se réservant un droit de veto pour les projets irréalistes ou dangereux. Le choix du projet étant fait, un petit travail bibliographique est demandé aux étudiants avant son début.

Le projet proprement dit se déroule sur cinq jours consécutifs. Ce temps resserré permet aux étudiants de se plonger dans leur projet et d'investir la salle. Cinq jours est un temps court pour le travail demandé : les étudiants doivent construire un dispositif expérimental répondant à la problématique qu'ils se sont donnés. Ils travaillent en binôme, et doivent s'organiser pour atteindre leur objectif. Ils ont eu le temps de réfléchir à leur projet avant le début des séances, ce qui leur permet de commencer rapidement, mais ils sont en général rapidement confrontés aux réalités de l'expérience et se rendent compte que les mesures sont plus difficiles à mener qu'ils ne l'imaginaient. Ils doivent malgré tout mener leur étude. Les enseignants guident les binômes, mais n'interviennent directement que sur des points très techniques (comment faire un fit non linéaire avec un logiciel par exemple). Les projets trop ambitieux sont réduits, mais il est important que tous les groupes arrivent à produire une mesure physique et à la discuter. À la suite de ces cinq jours les étudiants présentent leur projet dans un compte rendu écrit et lors d'un oral d'une quinzaine de minutes.





Ressources complémentaires :

Articles présentant l'activité, en anglais :

<http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/pdf/bouquet%20bobroff%202017.pdf>

et un autre en français :

http://www.colloque-pedagogie.org/sites/default/files/colloque_2017/Actes_QPES_2017_Grenoble.pdf (page 305)

Autre information utiles

Il faut prévoir le lieu de l'enseignement pour qu'il soit le plus adapté possible à l'enseignement par projet : des espaces de rangement, du matériel disponible, des ordinateurs.

Compétences et connaissances nécessaires pour l'enseignant

Le retour des enseignants, testé via leurs réponses à un questionnaire, est positif. D'un point de vue pédagogique, ils considèrent que ces projets sont une bonne introduction à la physique expérimentale et à la mesure en physique. Ils notent cependant que l'analyse des données de certains projets aurait pu/dû être plus poussée mais que les étudiants se sont focalisés sur la prise de données au détriment de l'analyse. Le rôle des encadrants, comme dans tout enseignement par projet, est un équilibre délicat : il faut laisser les étudiants être les moteurs de leurs décisions, mais également s'assurer que la méthode expérimentale soit bien comprise et bien appliquée. Outre l'aspect pédagogique, les enseignants ont eu eux-mêmes du plaisir à encadrer ces projets : lors de ces projets les enseignants n'ont pas forcément une réponse immédiate aux questions des étudiants, à la différence des TP classiques. Cela entraîne une dynamique différente dans la façon d'interagir avec les étudiants, qui a également été notée par les étudiants. Enfin, le temps de préparation des enseignants pour ces projets n'est pas jugé excessif : il suffit de se former un minimum sur les cartes Arduino, et de s'adapter ensuite aux projets des étudiants, ce qui demande une petite expertise expérimentale. En revanche, l'un des enseignants doit en amont caractériser les différents capteurs et fournir un mode d'emploi simplifié de façon à ce que leur utilisation soit facilitée.

Indices de réussite de l'activité

- Satisfaction de l'équipe encadrante
- Questionnaire pour sonder les étudiants

Freins potentiels à sa réussite

La partie pratique de l'organisation peut être un peu lourde (passer les commandes, les recevoir, tester le matériel, le stocker). Les deux jours de formations sont particulièrement importants pour impulser l'envie de réaliser quelquechose aux étudiants.