

Olympiades de Physique France

XXIX^e concours national

La finale de la XXIX^e édition du concours des Olympiades de Physique France s'est déroulée malgré les contraintes diverses liées aux mesures sanitaires, et tous se sont mobilisés pour sa réussite. L'Université Paris-Saclay a pu accueillir les 28 et 29 janvier 2022 les équipes sélectionnées, à l'invitation de la section Paris-Sud de la Société Française de Physique et de la section académique de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie.



1. La marraine, Sylvie Retailleau, présidente de l'Université Paris-Saclay.

Le fonctionnement des Olympiades de Physique France, créées à l'initiative de la Société Française de Physique et de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie, est notamment assuré grâce à ses mécènes (<https://odpf.org/nos-mecenes.html>).

Le comité national des Olympiades de Physique France remercie le ministère de l'Éducation nationale, l'Université de Paris-Saclay, les laboratoires scientifiques qui ont préparé avec une grande efficacité ce concours et accueilli le jury, le comité national et toutes les équipes dans les meilleures conditions, ainsi que les mécènes et donateurs qui ont contribué au succès de la 29^e édition du concours. Sa reconnaissance s'adresse aussi à tous les acteurs bénévoles de cette réussite.

Les dates et modalités d'inscriptions pour le 30^e concours sont accessibles sur : <https://odpf.org/le-calendrier.html>



Palmarès

Le palmarès complet et la totalité des mémoires sont accessibles sur le site des Olympiades de Physique France, à l'adresse : <https://odpf.org/archives.html>

Cette finale nationale a rassemblé les vingt-trois équipes sélectionnées, dont une de l'étranger (Maroc), une de l'Outre-Mer (Mayotte) et vingt-et-une provenant de neuf académies de l'hexagone. Elle a été parrainée par Mme Sylvie Retailleau, physicienne, présidente de l'Université Paris-Saclay (fig. 1).

Les épreuves se sont tenues dans le nouveau bâtiment H-Bar de l'enseignement de la physique de l'Université Paris-Saclay, dans le respect des mesures de distanciation et ventilation indispensables liées à la pandémie.

Parmi les projets retenus pour la finale nationale, voici deux exemples de prestations de grande qualité couronnées d'un premier prix, pour le travail expérimental original et remarquable effectué par les équipes.

De la couronne à l'accolade

Ce projet a été présenté par une équipe féminine du lycée Édouard Branly à Boulogne-sur-Mer : Aurore Maréchal, Julietta Scheidler, Eryne Lefebvre, Candice Mailly, Clara Defrétin (fig. 2), encadrées par Olivier Buridant et Didier Soret.

Ces élèves sont parties d'un travail expérimental fait à la maison lors du deuxième confinement.

Le thème abordé en sciences de laboratoire cette année est l'eau. Pour cette équipe, ce sera plus particulièrement l'interaction de l'eau avec un support, en utilisant les moyens du bord : des pipettes improvisées à partir de stylos Bic, la fonction photo du smartphone, rapporteur et règle pour les mesures d'angle et l'eau du givre d'un congélateur pour l'eau distillée, en attendant de retrouver le matériel de laboratoire du lycée.

À partir de nombreuses expériences, cette équipe s'est interrogée sur l'évolution de la forme d'une goutte suivant son volume et le support utilisé ; elle a cherché à expliquer le profil d'une goutte qui gèle sur un support suffisamment froid et s'est enfin intéressée à l'évaporation d'une goutte d'eau salée.



2. Lycée Branly à Boulogne-sur-Mer : une belle équipe.

L'étude menée montre que le volume de la goutte, ainsi que la nature du support, influent sur l'angle de mouillage. Du chocolat au pétale d'une orchidée, en passant par le fard à paupière, la plaque de verre et le dentifrice, les supports les plus variés ont été utilisés pour classer les types de mouillage.

Allant toujours plus loin, les élèves ont cherché comment pouvait évoluer la forme d'une goutte d'eau de $5 \mu\text{L}$ sur des cristaux de sel qu'elles ont fabriqués elles-mêmes. Une petite caméra leur permet de suivre l'expérience : la goutte s'aplatit (dissolution du sel) pour montrer ensuite une sorte de bourrelet.

L'étape suivante s'impose : regarder l'évaporation d'une goutte d'eau salée pour expliquer le bourrelet. Le gradient de tension superficielle est directement lié à la concentration en sel dans la goutte et augmente du centre à la périphérie par un phénomène de transport (effet Marangoni). Et c'est bien une couronne de sel qui apparaît sur le pourtour de la goutte, du fait de la saturation.

Enfin, l'étude se porte sur la forme d'une goutte d'eau de $50 \mu\text{L}$ sur une surface hydrophobe, parfaitement nettoyée et refroidie. En gelant, la forme de la goutte se transforme en arc d'accolade.

En utilisant des travaux déjà menés par d'autres équipes des précédentes Olympiades de Physique, en cherchant de l'aide auprès d'ingénieurs et de chercheurs de différentes universités en France et à l'étranger, en adaptant des codes de calcul à leurs expériences, ces élèves dynamiques et curieuses ont su faire preuve d'une vraie démarche de recherche.



3. Lycée Blomet, Paris 15^e : dernière expérience pour convaincre le jury.

Énergie éco-Seebeck

Inès Deparis, Tobias Libreros, Pierre Quintart, Chloé Segond, Timothée Serin et Marie Valenciennes, du lycée Blomet, Paris, 15^e, étaient encadrés par leur professeure Nadia Djebbar.

Ces élèves ont cherché comment récupérer de l'énergie thermique gaspillée — par exemple à l'ouverture d'un four — pour la transformer en énergie électrique en utilisant l'effet Seebeck.

Ils décident de fabriquer leur propre module Peltier à partir de thermocouples constitués de métaux sous forme filaire pour leur facilité d'utilisation et leur faible coût. Des fils de cuivre, nickel, fer, constantan (alliage cuivre-nickel) et nichrome vont permettre de réaliser dix thermocouples, dont il faudra tester les caractéristiques.

La source chaude est un banc Kofler à 200°C , la source froide est de l'eau liquide à $0,3^\circ\text{C}$. Pour une même différence de température, le couple constantan-cuivre l'emporte avec la tension la plus élevée ($7,1 \text{ mV}$). Ce résultat expérimental est vérifié par un calcul délicat : le coefficient Seebeck du thermocouple dépend de la température.

Afin d'obtenir une plus grande tension, il faut mettre les thermocouples en série, mais la fragilité des jonctions amène à choisir des modules de dix thermocouples.

Les élèves étudient ensuite l'influence de la température, les facteurs de rendement, l'influence de la longueur des fils, de la longueur de la jonction, du type de soudure et de l'épaisseur des fils afin de construire le four le plus performant (fig. 3).

Finalement, vingt-quatre modules de dix thermocouples, flexibles, isolés entre eux, ainsi qu'une sonde de température sont collés à l'intérieur du four. Les mesures de tension et de température sont envoyées par deux microprocesseurs aux ordinateurs pour traitement par le logiciel Arduino. Les données seront visualisées sous forme de graphiques, grâce à l'utilisation de l'éditeur Python.

L'énergie électrique récupérée par le dispositif sera stockée dans des condensateurs : la tension délivrée est de $1,5 \text{ V}$.

Ces élèves, passionnés par leur projet, se sont interrogés sur l'amélioration de leur dispositif par l'utilisation de semi-conducteurs, et sur son utilisation pour remédier au gaspillage énergétique en transformant de l'énergie thermique inutilisée en énergie électrique. Un beau travail !