

Le Club des Cinq et les énergies alternatives

Aidées de leur professeur, cinq lycéennes passionnées de physique ont construit un moteur « propre », qui leur a valu le premier prix aux Olympiades de physique 2006.

> PAR CHRISTIAN BONREPAUX, JOURNALISTE AU MONDE DE L'ÉDUCATION

Le Monde DE L'ÉDUCATION

Elles ne manquent pas d'énergie : Éléonore Hardy, Fiona Corralès, Audrey Magne, Marion Peyrezabes et Marion Saint Picq, lycéennes du lycée Sud des Landes, à Tyrosse, ont réalisé la maquette d'un moteur Stirling. Peu connu, le moteur Stirling s'avère un très intéressant recours alternatif de production de travail mécanique. Son intérêt : il est possible de l'alimenter par une source d'énergie non polluante, inépuisable, puisque non fossile, et peu onéreuse, en l'occurrence l'énergie solaire. Cette expérimentation a valu aux jeunes filles un premier prix aux Olympiades de physique 2006 (voir **SAVOIR +**). Ce magnifique contre-exemple de la désaffection des filles pour les sciences dures doit sans doute beaucoup à leur professeur de physique et chimie, Christian Caballero.

Christian Caballero fait partie de ces enseignants, pas si rares, qui se rendent disponibles pour leurs élèves au-delà des strictes exigences de l'emploi du temps. C'est la seconde année de suite qu'il anime un atelier de physique : le même groupe d'élèves se retrouve en dehors du temps scolaire pour travailler sur un projet concret, le plus souvent relié au programme. Sensibilisé aux sources

d'énergie alternatives, il avait animé, l'an dernier, un atelier sur la conversion de la houle en énergie électrique. Avec succès : son équipe avait obtenu un second prix. « Cette année, cela nous a donné un peu de pression : nous avions envie de faire aussi bien. L'idée est venue d'une élève que j'avais eue en seconde, Éléonore. Comme elle ne pouvait mener seule le projet à bien, j'ai lancé un appel à candidatures. Quatre copines de terminale ont saisi cette opportunité de travailler ensemble. Je leur ai proposé des sujets. C'est un passage obligé : à cet âge, la culture scientifique n'est pas suffisante pour évaluer l'intérêt, la faisabilité et le coût d'une expérimentation – nous disposons, cette année, de 250 euros. » Marion Saint Picq explique les raisons de leur choix : « Travailler sur une technologie qui utilise une source d'énergie douce comme le soleil, non polluante de surcroît, nous attirait beaucoup. Nous sommes toutes de sensibilité écologique et convaincues de la nécessité du développement durable. »

Et pourtant, il tourne. On doit le moteur Stirling (voir photo p. 51) à un pasteur écossais du même nom. Le révérend Robert Stirling a déposé son brevet en 1816. Son invention connut un certain succès au XIX^e siècle avant d'être supplantée par la machine à vapeur, puis par les moteurs à explosion et électrique. Le Stirling équipe aujourd'hui deux sous-marins de guerre, l'un suédois, l'autre australien. La Nasa étudie ses applications : d'ores et déjà, certains satellites

se procurent leur énergie grâce à l'invention du révérend. « Une société allemande le commercialise, souligne Christian Caballero, notamment en direction des pays en voie de développement. Il constitue une alternative intéressante, puisque, hormis la source de chaleur qui peut être gratuite si elle est solaire, il approche les 70 voire les 80 % dans le

ON DOIT LE MOTEUR STIRLING À UN PASTEUR ÉCOSSAIS

rapport travail mécanique obtenu / chaleur développée quand le rendement d'un moteur à explosion est de 30 %. Mais sa production et ses usages demeurent marginaux ». Le moteur Stirling est une machine thermique convertissant de l'énergie thermique en énergie mécanique grâce à une variation externe provoquée de la température. Il est constitué d'un cylindre renfermant du gaz et d'un piston, le « déplaceur ». Celui-ci déplace alternativement le gaz d'une partie chaude vers une partie froide. L'énergie mécanique est produite par l'alternance de dilatation et de compression du gaz qui en résulte. Ce moteur à air chaud est qualifié de « moteur à combustion externe ». La production externe de chaleur n'est pas synonyme d'énergie douce : la Nasa utilise dans ses recherches la désintégration radioactive du plutonium. Le principe de fonctionnement paraît simple. Sa mise en pratique ne l'est pas tant que cela.

Au rythme de deux heures par semaine pour les terminales, et de trois pour Éléonore en première, l'équipe s'est livrée aux joies de l'expérimentation.



© LYCÉE SUD DES LANDES, TYROSSE



© LYCÉE SUD DES LANDES, TYROSSE

▲ **Présentation des travaux** devant le jury scientifique des Olympiades, au palais de la Découverte, le 28 janvier 2006. Sur la table de manipulation, on aperçoit le montage des différents éléments du moteur.

◀ **Le moteur Stirling, qui peut être alimenté par une source d'énergie renouvelable.**

« Pour la première fois, nous avons un local bien à nous, avec notre matériel, apprécie Marion. Nous disposons de la clé et étions très autonomes. Cela nous permettait d'aller travailler entre 12 h 00 et 14 h 00, en sautant souvent un repas : il s'agit du meilleur moment de la journée pour utiliser l'énergie solaire. » L'élaboration du moteur ne s'est pas faite sans mal : « Au moindre frottement, à la moindre fuite, il ne marche pas », constate l'élève. Surtout, les cinq adolescentes étant de quatre classes différentes, en dehors de la période de travail intensif précédant les Olympiades, elles ont eu rarement l'occasion de travailler ensemble. La difficulté a été résolue par la fragmentation du travail en plusieurs modules. Après diverses tentatives, un moteur suffisamment fiable a été créé. Il utilise une parabole TV recouverte de papier d'aluminium pour capter l'énergie solaire. Le travail est précis, rigoureux, en un mot scientifique. Il suffit pour s'en convaincre de consulter le mémoire, bardé de plans, mesures et formules mathématiques, écrit par les apprenties

chercheuses à l'occasion des Olympiades de physique et prochainement mis en ligne sur le site des Olympiades (voir **SAVOIR +**).

Énergie et développement durable. Ce bel exemple de pédagogie de projet a fortement contribué à rendre autonomes les cinq jeunes filles. Ce n'est pas le seul avantage. « Nous avons travaillé sur le concret, souligne Marion. Nous avons expérimenté. En cours, ce n'est pas possible : nous sommes prises par le programme. Même en travaux dirigés, les manipulations restent superficielles : en deux heures, il n'y a pas de temps pour le tâtonnement. On suit la feuille du TD, alors qu'en atelier on découvre. La motivation est très grande : c'est notre sujet et c'est notre équipe. » Christian Caballero constate qu'après la présentation de leurs travaux devant le jury scientifique les élèves ont gagné en assurance : « Au tableau, elles prennent plus facilement la parole. Est-ce que cela va les inciter à continuer les sciences dans l'enseignement supérieur ? Deux d'entre elles en ont l'intention. »

L'établissement lui-même bénéficie de retombées positives. La dotation de 1 200 euros et de huit calculatrices centrales de mesure fait figure d'anecdote quand l'un des objectifs des Olympiades de physique apparaît parfaitement rempli : le succès surprise de l'équipe féminine donne une image très positive de l'activité scientifique. Marion et ses amies font l'objet de nombreuses demandes de démonstration au sein du lycée. Les candidats aux ateliers de la prochaine rentrée scolaire ne devraient pas manquer. Surtout, l'atelier prouve que l'enseignement du développement durable n'est pas du seul ressort des professeurs de SVT, comme on le pense trop souvent, et qu'il ouvre la voie à la transdisciplinarité : la collaboration informelle des filles avec la classe de seconde, option informatique-sciences de l'ingénieur pour certains aspects techniques, sera institutionnalisée l'année prochaine. Mené hors temps scolaire, dans le cadre d'un atelier, le projet scientifique peut y être rattaché en première dans le cadre des travaux personnels encadrés, une forme pédagogique à laquelle les scientifiques se montrent très attachés par sa proximité avec le travail collectif de recherche conduit en laboratoire. ●

SAVOIR +

- Les Olympiades de physique veulent développer le goût des sciences et permettre à des lycéens de mener à bien un projet scientifique. Renseignements et inscriptions pour 2007 : <http://olympiades-physique.in2p3.fr>
- Pour tout savoir sur le moteur Stirling, un site privé : www.moteurstirling.com