

Graines de sciences 10



Une rencontre entre enseignants et scientifiques organisée par *La main à la pâte* à l'Institut d'études scientifiques de Cargèse (Corse-du-Sud) du 27 octobre au 1^{er} novembre 2008

La dixième université d'automne *Graines de sciences* organisée par *La main à la pâte* s'est déroulée en 2008 à l'Institut d'études scientifiques de Cargèse (IESC) en Corse-du-Sud. La rencontre a réuni, comme pour les sessions précédentes, des représentants de la communauté scientifique et des enseignants et formateurs de l'école primaire, mais cette dixième édition accueillait, en outre, des enseignants de collège venus de centres pilotes *La main à la pâte* impliqués dans le projet *Graines de métier*. Ces communautés, bien que respectueuses l'une de l'autre, ne se connaissent guère, le plus souvent, et ces rencontres sont une occasion pour elles de mieux faire connaissance. De plus, les participants ont eu le grand plaisir de recevoir la visite de M. Georges Charpak, membre de l'Académie des sciences, prix Nobel de physique et fondateur de *La main à la pâte*, qui a présenté son dernier livre « Mémoires d'un déraciné, physicien et citoyen du monde » (Odile Jacob, 2008).

Ces rencontres annuelles ont notamment pour objectif, de permettre aux enseignants de découvrir de nouveaux thèmes scientifiques au cours d'ateliers de trois heures, sous la direction de chercheurs scientifiques spécialistes des thèmes abordés. Cette découverte, en prise directe sur les réalités de la science qui se fait, y compris par des activités pratiques, permet aux enseignants, non seulement d'enrichir leur culture scientifique, mais aussi de pratiquer la science avec plaisir. Ces rencontres permettent également d'établir des liens étroits entre scientifiques et enseignants, enrichissant ainsi les réseaux d'échanges de *La main à la pâte* qui constituent l'une de ses originalités. Les chercheurs ou ingénieurs apportent aussi leur soutien aux projets des enseignants et les conseillent sur le plan scientifique. Ils rejoignent souvent le réseau des consultants scientifiques du site Internet de *La main à la pâte*.

La conception originale de ces rencontres, le site exceptionnel de Cargèse et l'accueil remarquable des personnels de l'IESC ainsi que le soutien de l'IESC, de la Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO) du ministère de l'Éducation nationale, de la Collectivité Territoriale de Corse, de la fondation C'Génial et l'aide de la compagnie Air France, ont permis de faire de cette session un succès. Chacun, enseignants comme chercheurs, en a tiré profit pour approfondir son propre rôle dans la rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école.

A la découverte de la science d'aujourd'hui

Les trente enseignants sélectionnés pour la dixième session de *Graines de sciences* venaient de vingt-deux départements différents de France métropolitaine. Âgés de 33 à 55 ans (moyenne 41 ans), travaillant en milieu rural ou urbain, certains en ZEP, d'autres non, ils constituent un échantillon représentatif de la population enseignante d'aujourd'hui. Près d'un tiers d'entre eux enseignent au collège, les autres à l'école primaire.

Les scientifiques de la session, quant à eux, sont issus de spécialités représentant des champs variés de la science, physique, chimie, biologie, sciences de l'ingénieur. Chacun d'entre eux a animé trois ateliers d'une demi-journée sur le même thème, proche de son domaine de recherche, devant trois groupes de 10 enseignants. L'un d'entre eux a animé deux séries d'ateliers. Ces ateliers, conçus dans l'esprit de *La main à la pâte*, incitent chacun des participants à participer activement, notamment en faisant part de ses conceptions de la science, en formulant ses idées et en posant toutes les questions nécessaires. Les enseignants sont également sollicités pour imaginer ensemble des expériences simples susceptibles d'illustrer tel phénomène ou telle notion scientifique et de les réaliser. Loin d'un cours magistral ou d'une conférence, chaque atelier est au contraire destiné à placer les enseignants dans une situation de découverte afin que tous puissent avoir l'occasion de « vivre » et de « pratiquer » la science.

Cinq thèmes ont été abordés au cours des ateliers de cette session :

- Michel Boiret *L'énergie solaire*
- Pierre-Alain Bégou *L'adhérence*
- Régis Olivès *Les énergies renouvelables*
- Anik Abourachid *Squelette et locomotion*
- David Wilgenbus *Le changement climatique*

L'intervention de Michel Boiret, assisté de Bernard Bécane (université de Perpignan), a donné lieu à deux ateliers successifs pour tenir compte de la diversité des dispositifs, modèles ou maquettes présentés, destinés à montrer comment on peut exploiter directement l'énergie du Soleil.

Outre l'étude des propriétés de la lumière, les ateliers ont permis aux participants, par la concentration de la lumière solaire avec un ou plusieurs miroirs paraboliques, d'utiliser les températures élevées ainsi obtenues pour différentes applications. De la démonstration du déclenchement de la combustion d'un morceau de bois à celle de la fusion d'un métal, l'énergie collectée de cette manière peut être considérable. Mais l'énergie solaire donne lieu à bien d'autres applications. Quelques exemples en sont le fonctionnement d'un moteur Stirling (moteur à air chaud), la désalinisation de l'eau de mer, la production d'électricité photovoltaïque, etc., applications dont l'efficacité a pu être testée en grandeur réelle.



La lumière solaire concentrée par un miroir parabolique permet d'enflammer divers matériaux

Finally, applications using solar energy can be classified into three main families, solar thermal, solar thermodynamic and solar photovoltaic which have all been explored concretely by the participants.

What is adhesion? How to explain that a glue allows adhesion? How does a tire behave on a road? These are some of the questions to which Pierre-Alain Bégou (Michelin Manufacturing) has answered. The polymer with which tires are made, that is to say rubber, remains irreplaceable, despite the progress of the polymer industry. In fact, the product of natural origin, with its impurities, confers to the tread of tires an optimal behavior, not too resistant to advancement, so as not to increase the consumption of fuel of a vehicle, without for that sacrificing the necessary adhesion to the road surface. And, since tires are black because of carbon particles added to the rubber to fill the spaces and increase the rigidity of the material, we now make tires called « green », in fact always of black color, but more ecological, in which half of the carbon is replaced by silica.

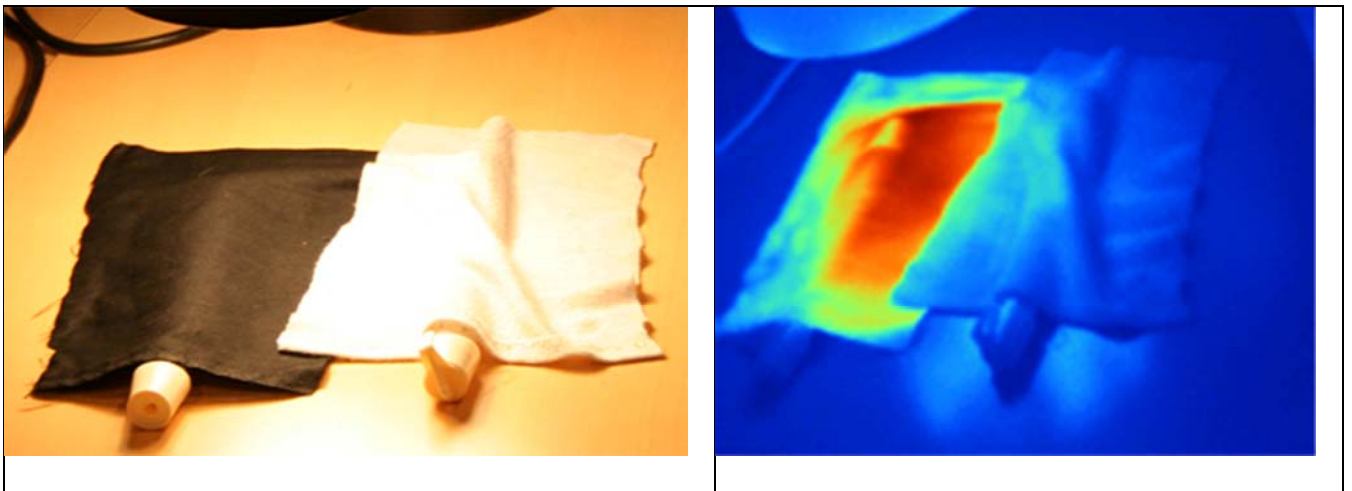
The workshop dedicated to renewable energies by Régis Olivès (University of Perpignan) has allowed to show the diversity of current uses of these energy sources as well as their potentialities for the future. If the Sun is at the source of most of them, either directly (as shown in the workshops dedicated to solar energy), or indirectly (wind energy or wave energy), there are also alternative energy sources, such as geothermal energy or biomass exploitation which do not depend directly on the Sun. A model house « ecological » has allowed to measure the importance for the habitat of several of these energy sources.



Maquette de maison « écologique » présentant les principaux dispositifs qui utilisent des énergies renouvelables

Depuis le mur Trombe, permettant de restituer la nuit la chaleur accumulée le jour, jusqu'à la géothermie basse température, en passant par le chauffe-eau solaire ou les capteurs photovoltaïques, une telle maison présente un bilan énergétique positif.

Au cours de l'atelier consacré au changement climatique, David Wilgenbus (*La main à la pâte*) a permis aux enseignants d'en explorer quelques aspects ainsi que certaines de ses conséquences attendues. Le phénomène de l'effet de serre est connu depuis longtemps : il a été démontré dès la fin du XVIII^e siècle par Horace Bénédict de Saussure et c'est Joseph Fourier qui lui a donné ce nom au XIX^e siècle. Enfin, dès 1896, Svante Arrhenius avait prévu que l'augmentation du gaz carbonique atmosphérique due à la combustion de charbon par l'homme allait augmenter l'effet de serre naturel et provoquer ainsi une augmentation de la température moyenne de la planète. Aujourd'hui où l'on peut mesurer très précisément les variations des différents paramètres impliqués, ces prévisions se réalisent sous nos yeux. Mais il est possible, chacun à son échelle, d'agir pour réduire l'impact écologique des activités humaines et la prise de conscience des enjeux par les enseignants et leurs élèves est donc essentielle.



L'image obtenue avec une caméra infrarouge montre clairement la plus grande capacité d'absorption thermique des objets noirs par rapport aux objets blancs

L'atelier d'Anick Abourachid (muséum national d'histoire naturelle), consacré à la morphologie fonctionnelle des vertébrés, nous a conduit à explorer les divers modes de locomotion de ces animaux qui, nés dans le milieu aquatique, ont colonisé au cours de l'évolution les milieux terrestres et aérien, certains, comme les mammifères marins, revenant même au milieu aquatique.

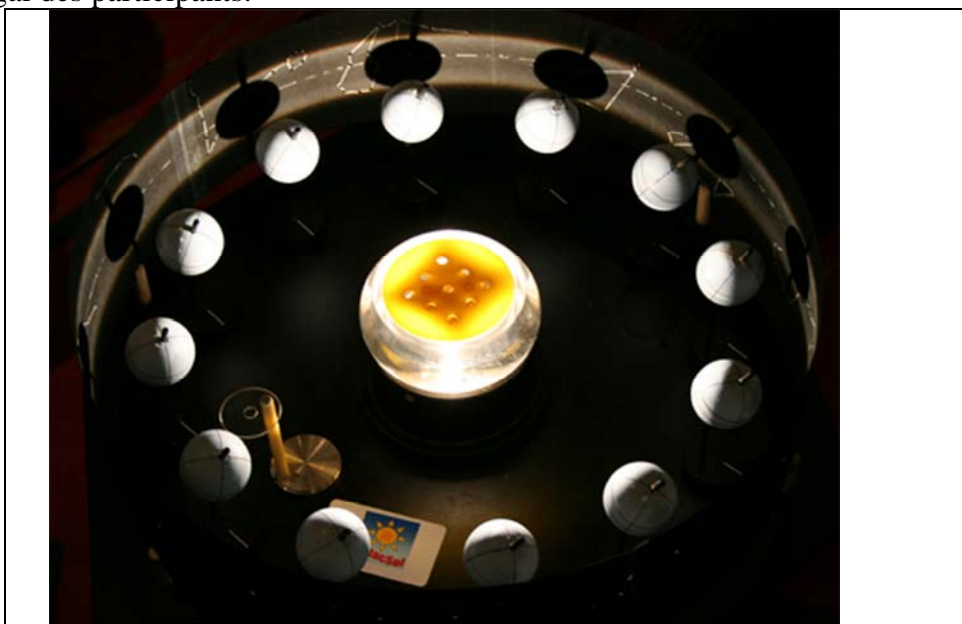
Si la conquête de ces différents milieux n'a pas modifié le plan d'organisation des vertébrés au cours de l'évolution, les contraintes de l'environnement, notamment les contraintes physiques, comme la gravité ou la densité du milieu, ont conduit aux variations des membres, par exemple, permettant aux animaux de marcher, courir, sauter, voler, nager... Au cours de l'atelier, l'analyse de vidéos enregistrées à l'aide de caméras ultra rapides montrant des animaux qui se déplacent à différentes vitesses a apporté les informations nécessaires pour comprendre ce qui différencie différentes allures, par exemple la marche et la course chez le chien.



Tous les vertébrés tétrapodes (ici un squelette de caméléon) présentent des membres construits sur un même plan, héritage de l'évolution

Une matinée a été consacrée à la présentation de projets pédagogiques, tant ceux lancés par *La main à la pâte* que ceux portés par des enseignants. Les membres de l'équipe *La main à la pâte*, Aline Chaillou, David Wilgenbus et Didier Pol ont présenté aux participants, respectivement le projet ASTEP (accompagnement en sciences et technologie à l'école primaire), le projet « Les calendriers, miroirs du ciel et des cultures » et « Manger, bouger pour ma santé ». Des projets mis en œuvre par les enseignants dans leurs classes ont également été présentés : textiles en maternelle, réalisation d'un film d'animation sur le développement durable, expérimentation d'un enseignement intégré de sciences et technologie au collège, en sont quelques exemples. C'est au cours de cette même matinée que Georges Charpak est venu nous rendre visite en voisin. Le lendemain, l'après-midi a été consacré à une excursion en car depuis Cargèse jusqu'aux calanques de Porto.

Le reste du temps, en dehors des ateliers, les enseignants pouvaient mettre en œuvre librement différents dispositifs ou manipulations mis à leur disposition par les chercheurs. Maquette du système Soleil - Terre, four et distillateur solaires, caméra infrarouges, etc., ont fait le régal des participants.



Maquette du système Soleil - Terre montrant l'alternance des saisons

Enfin, comme les autres années, le choix des thèmes abordés a permis d'ouvrir les discussions sur des préoccupations très actuelles, comme les énergies renouvelables ou le changement climatique. Les débats ont pu se prolonger, non seulement au cours des repas, mais aussi pendant les soirées, montrant que le débat scientifique fondé sur des arguments objectifs est le meilleur rempart contre les opinions subjectives et les superstitions. Les participants sont ainsi convaincus que la science permet à chacun de se forger une position raisonnée et d'adopter une attitude citoyenne.

Cette expérience vécue en commun entre enseignants et scientifiques a permis de démystifier l'image que les enseignants se faisaient des chercheurs. Ceux-ci se sont révélés à leurs yeux être des personnes accessibles, passionnées, dont les centres d'intérêts ne se limitent pas à leur spécialité et désireux de partager avec le plus grand nombre. Surtout, les enseignants ont été frappés par la grande humilité des scientifiques. Se pourrait-il que la science apprenne à dire « je ne sais pas » ? Ils ont également appris que l'erreur et le tâtonnement font partie du quotidien des chercheurs.

Au-delà des disciplines, des lois, des équations et des formalismes, la science s'est révélée être avant tout un questionnement et une aventure humaine. Pour tous, ce questionnement, le tâtonnement expérimental et la nécessité de communication se sont révélés cruciaux. Autant d'ingrédients que l'on peut insérer dans une pédagogie des sciences à l'école primaire, parfaitement en accord avec les principes de *La main à la pâte*. Ainsi, cette rencontre a profondément modifié, chez ces enseignants, non seulement leur vision de la science et des scientifiques, mais également leur vision de l'enseignement. Dès lors, chaque enseignant, qu'il soit de formation scientifique ou non, peut aborder sans crainte les sciences avec ses élèves car il a réalisé que la science est un processus d'exploration en construction permanente et que personne, ni les scientifiques, ni les professeurs, n'a réponse à tout.

Se confronter à des problématiques scientifiques, prendre la mesure de la science d'aujourd'hui, de ses enjeux, de ses méthodes et de ses résultats, dialoguer avec les chercheurs, sont quelques uns des éléments de la rencontre jugés importants par les enseignants. Du point de vue des scientifiques, les enseignants sont apparus également passionnés, dynamiques, dévoués à leurs élèves, malgré les nombreuses difficultés, et désireux de trouver des partenaires dans la communauté scientifique. Découvrir des enseignants en les côtoyant quotidiennement, s'informer de leurs pratiques, de leurs projets, voire de leurs difficultés pour enseigner la science, les encourager, notamment en apportant conseils et aide, font partie des aspects positifs pour les scientifiques. Comme l'écrit l'une des scientifiques présentes à Cargèse : «... Cette semaine a été très instructive et j'ai trouvé très réconfortant de mesurer l'enthousiasme des participants et leur implication dans l'éducation de nos enfants. C'est un message que je ne vais pas manquer de communiquer autour de moi... ».

Enfin, certains des chercheurs ayant participé à *Graines de sciences 10* ont rejoint le réseau des consultants scientifiques du site Internet de *La main à la pâte*, <http://lamap.inrp.fr>. Ils peuvent ainsi aider au quotidien les enseignants et les formateurs en répondant, personnellement et simplement, à toutes les questions scientifiques que ceux-ci se posent dans le cadre de leur activité d'enseignement. Ce réseau assiste, rassure et accompagne les enseignants désireux de faire partager les plaisirs de la science et aide à rapprocher, comme le font les sessions *Graines de sciences*, le monde des chercheurs et le monde enseignant. Il convient donc de souligner une nouvelle fois l'importance de ces rencontres, riches et informelles, qui constituent pour la communauté enseignante toute

entière une formidable pépinière d'idées, de dynamisme, de projets, en un mot, d'innovation.

Didier Pol & David Wilgenbus

Nous tenons à remercier tout particulièrement l'Institut d'études scientifiques de Cargèse, qui accueillait *Graines de sciences* pour la seconde fois et sans qui cette session n'aurait pu se tenir, la DGESCO du ministère de l'Éducation nationale, la Collectivité territoriale de Corse, la fondation C'Génial et la société Air-France pour leur précieux soutien.



COLLECTIVITÉ TERRITORIALE DE CORSE