

Graines de Sciences 14



www.fondation-lamap.org/grainesdesciences

Compte-rendu



FONDATION
La main à la pâte



AMGEN®



La quatorzième édition de l'université d'automne « Graines de sciences » de la Fondation *La main à la pâte* s'est déroulée à l'Observatoire de Haute-Provence (OHP), du 28 octobre au 02 novembre 2012.

Ces rencontres annuelles ont pour objectif de réunir des représentants de la communauté scientifique, des enseignants de l'école primaire, ainsi que des formateurs d'enseignants (conseillers pédagogiques et maîtres formateurs), tous convaincus de la nécessité de rénover l'enseignement des sciences à l'école.

Ces communautés, bien que respectueuses l'une de l'autre, ne se connaissent guère, le plus souvent. La conception originale de ces rencontres et le site exceptionnel de l'OHP ont permis à chacun, enseignant comme chercheur, de mieux comprendre son propre rôle dans l'aventure de *La main à la pâte*.





Pour cette session, trente enseignants ont été sélectionnés, venant de dix-neuf départements français, en milieu rural ou urbain, certains en réseau RAR. Ils constituaient un échantillon représentatif de la population enseignante d'aujourd'hui.

Les scientifiques de la session (issus de spécialités aussi diverses que la physique des particules, l'écologie, les mathématiques, la biochimie et l'astronomie...) ont animé des ateliers d'une demi-journée sur des thèmes proches de leur domaine de recherche, devant trois groupes de 10 enseignants.

Les ateliers, conçus pour favoriser le dialogue entre ces deux mondes, incitaient chacun des enseignants à participer en faisant part de ses conceptions de la science, en formulant ses idées et en posant toutes les questions nécessaires. Plus qu'un cours magistral ou une conférence, chaque atelier visait à placer les enseignants dans une situation de découverte afin que tous puissent avoir l'occasion de « vivre » et de « pratiquer » la science. Cette expérience unique, vécue en commun, a permis aux enseignants de démythifier l'image qu'ils avaient bien souvent des chercheurs. Ceux-ci se sont révélés à leurs yeux 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.

Six thèmes ont été abordés au cours de cette session :

- ☀️ **Le système solaire** par Noël Robichon et Vincent Reverdy
- ☀️ **Les goûts de l'eau** par David Benanou
- ☀️ **Comment voir l'invisible ?** par Julien Gibelin
- ☀️ **Musique et vibrations** par Jean Matricon
- ☀️ **Modélisation mathématique de phénomènes en sciences de la vie** par Vincent Bansaye
- ☀️ **L'Observatoire du Chêne pubescent** par l'équipe de l'O₃HP

Lorsque les conditions météorologiques le permettaient, des observations du ciel ont été organisées, à l'oeil, à l'aide de jumelle ou du télescope T80 de l'OHP. Une visite du télescope T193 a par ailleurs été offerte par l'Observatoire aux participants et intervenants.

Dans le cadre de l'année internationale des énergies durables, une conférence a été donnée par Yves Margerit, chercheur au Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA de Cadarache) : **énergies durables : les options possibles pour l'énergie nucléaire et les énergies alternatives.**

Une séance plénière d'une demi-journée a permis aux participants de présenter, en amphithéâtre, les projets scientifiques déjà menés par chacun dans sa classe, son école ou sa circonscription.

Les nombreux échanges entre enseignants et scientifiques se sont prolongés pendant les repas et, bien souvent, au cours des soirées. Ils pourront se poursuivre par l'intermédiaire du forum accessible par le site dédié (www.fondation-lamap.org/grainesdesciences).



Comptes-rendus d'ateliers

Le système solaire par Noël Robichon et Vincent Reverdy



Noël Robichon est Maître de conférences à l'Observatoire de Paris. Ses recherches portent sur la structure de la Galaxie, les amas ouverts et les planètes extrasolaires. Il est responsable de la filière « formation des professeurs » à l'Observatoire de Paris, pour lequel il organise une quinzaine de stage par an, à destination d'enseignants de tous niveaux.



Vincent Reverdy est doctorant à l'Observatoire de Paris, dans le domaine de la cosmologie numérique. Il travaille actuellement sur la structuration à grande échelle de l'Univers (amas, superamas, filaments de galaxies) et essaye de mieux comprendre l'influence réciproque existant entre cette structuration et l'expansion de l'Univers, à l'aide de simulations numériques sur supercalculateurs. Il est Moniteur à l'Observatoire de Paris et est impliqué dans les parrainages de classes, la formation à distance et l'aide aux Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés des élèves issus des classes préparatoires.

L'astronomie est une science d'observation travaillant sur des objets en général inaccessibles : elle ne peut pas être une science expérimentale, mais elle se prête à la modélisation et - par exemple - à la construction de maquettes.

Présenté sous la forme d'un défi (la construction d'une maquette de notre Système Solaire), cet atelier a amené les participants à comprendre le lien entre la position apparente des planètes dans notre ciel et leur position réelle, après une réflexion menée sur les différentes représentations possibles de notre système planétaire.

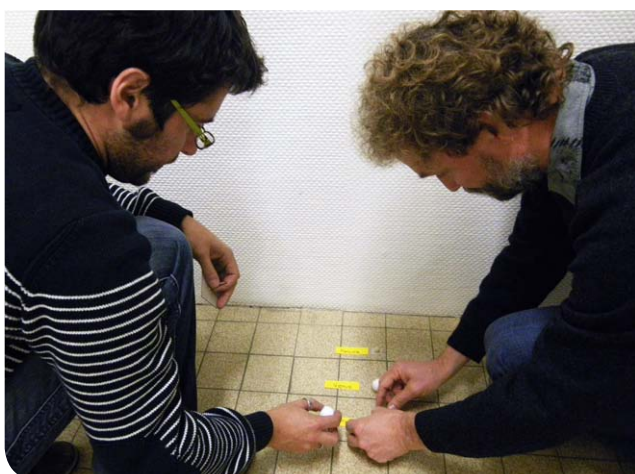
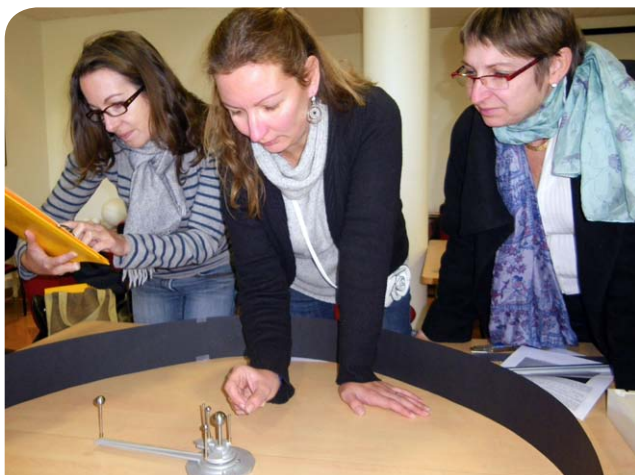
Après une présentation de notre Système Solaire, la notion de gravité a été évoquée, ainsi que les trois lois de Kepler et la définition internationale des 8 planètes du système solaire.

Les participants ont alors reçu un défi : construire une maquette du Système Solaire, à l'échelle, avec des billes et des boules dont la plus grande mesurait 30 cm de diamètre. Chaque groupe a réfléchi aux possibilités, des documents étant mis à disposition : les distances au Soleil des différentes planètes, leurs périodes de révolution, leur rayon, leur masse, leur densité, la température à leur surface, des éléments de connaissance relatifs à leur couleur, la topographie des différentes constellations du Zodiaque, etc.

Des stratégies de représentation variées ont été proposées par les participants : des échelles doubles (pour résoudre la difficulté de représenter à la même échelle les distances entre les planètes et leur taille relative), excluant le soleil, ou des représentations focalisées sur un élément d'intérêt.

La transposition de certaines activités en classe a, enfin, été évoquée.





Les goûts de l'eau par David Benanou



David Benanou travaille pour Veolia depuis plus de vingt ans. Depuis 10 ans, il est à la tête de l'équipe de chimie analytique et est - pour un an - expert mondial pour la recherche et la chimie. Aussi bien spécialiste des techniques de séparation et de spectrométrie de masse que des techniques de préparation des échantillons, son domaine d'expertise concerne principalement les micropolluants et la caractérisation de la matière organique dans les matrices environnementales ainsi que dans les matériaux en contact avec elles.

Il participe à divers projets européens et a contribué à la standardisation des micropolluants présents dans les boues. Il est membre de l'association internationale de l'eau, spécialiste dans le domaine du goût et de l'odeur de l'eau potable ainsi que dans le domaine émergent de la désinfection de l'eau. Il est enfin administrateur du centre de recherche Certech, en Belgique.

L'eau du robinet, en France, est considérée comme étant de bonne qualité. Mais pourquoi a-t-elle parfois un goût ou une odeur ? Il n'existe pas d'eau inodore et sans saveur, pas plus qu'il n'existe d'eau chimiquement pure à l'état naturel. On ne les remarque, cependant, que lorsque l'eau a « un mauvais goût » ou « une mauvaise odeur ». Pour subjectives que soient ces perceptions sensorielles, l'insatisfaction à laquelle elles donnent lieu n'en est pas moins réelle. Qu'est-ce qui donne mauvais goût à l'eau ? Telle est la question qu'a exploré cet atelier, à partir de cette expérience du quotidien.

Après une brève histoire de l'eau «potable» à Paris, la question des goûts et odeurs portés par l'eau a été évoquée : les molécules qui génèrent ces odeurs sont présentes à dose infinitésimale dans l'eau, qui se charge de ces molécules entre le robinet et le compteur d'eau, le plus souvent.

Les outils d'expertise permettant d'étudier ces molécules odoriférantes ont été présentés (à commencer par le nez et la bouche), ainsi que les méthodes de préparation et d'analyse des échantillons d'intérêt. Un dispositif récent est présenté : le «twister», petit barreau chargé de silicone qui capte les molécules organiques. Soumis à une alternance de chaud et de froid, il libère les composés captés, ces derniers pouvant alors être caractérisés par chromatographie et spectrographie de masse.

Au cours de l'atelier, les participants ont mis en œuvre l'analyse d'un échantillon d'eau à l'aide du «twister». Cette eau pouvait être celle de l'OHP ou provenir d'une bouteille d'eau (minérale ou remplie au robinet à la maison, parfois à l'autre bout de la France). Pour les participants, ce fut l'occasion de s'initier à l'utilisation de certains outils de laboratoire, comme des micropipettes, des burettes graduées, des seringues, des agitateurs magnétiques, etc. Les molécules conférant à ces eaux leur goût, captées par les «twisters», seront analysées par l'intervenant au retour au laboratoire, et les résultats seront envoyés aux participants par e-mail. Ils pourront alors comparer les eaux entre elles.





Physicien nucléaire « fondamental », **Julien Gibelin** est avant tout un expérimentateur. Après une thèse menée entre le Japon et la France pour étudier les vibrations des noyaux, il a gagné la Californie pour s'intéresser aux réactions nucléaires. De retour à Caen auprès du « Grand Accélérateur National d'Ions Lourds » (principal accélérateur français) il est actuellement Maître de Conférence à l'Université de Caen-Basse Normandie et partage son temps entre l'enseignement de la physique et la recherche. Dans ce domaine, il est plus principalement impliqué dans l'étude de la structure des noyaux légers dits « exotiques » (c'est-à-dire très instables) notamment via leur réaction. Ces recherches s'effectuent principalement en France et (toujours) au Japon.

Après un tour d'horizon des particules qui composent la matière et des interactions qui existent entre elles, les participants ont été invités à découvrir les noyaux stables terrestres (au nombre d'environ 250) et d'approcher la question de leur stabilité. Pour ce faire, ils ont été invités à explorer le comportement d'un jeu de billes de couleur rouge ou bleue, possédant des comportements différents : les billes rouges attirent les autres rouges et également les bleues, les bleues n'attirent aucune autre bille. L'ajout progressif de billes rouges et bleues (en proportions à peu près égales) permet d'observer la forme de la structure obtenue, celle qui est la plus stable, la plus « solide » : la plus sphérique. Lorsqu'une bille est en trop, on a envie de la retirer pour retrouver une forme stable mais il se trouve que - dans le noyau - il est énergétiquement plus intéressant de modifier la nature du nucléon : ce constat permet une première approche du phénomène de radioactivité.

A partir du même jeu de billes, les participants ont découvert ce que sont la fission et la fusion des noyaux. Un lot de bille peut être séparé (fissionné) en deux lots en faisant parfois tomber une bille ou deux ; au contraire, deux lots de billes peuvent être rassemblés (fusionnés) en un seul.



Par la suite, ils ont été invités à découvrir la valise « billotronino », conçue pour la médiation scientifique autour de l'expérience de Rutherford. Cette expérience historique a montré que la partie chargée positivement de la matière (le noyau) est concentrée en un espace de petit volume : la matière est essentiellement constituée de vide.

Enfin, un film a été proposé aux participants, monté à partir de photos prises à intervalles réguliers, tout au long d'une expérimentation menée au LPC de Caen (détecteur Maïa). Ce fut l'occasion, pour le groupe, de poser des questions sur le quotidien de la recherche dans un laboratoire de physique des particules, ainsi que sur les applications de ces travaux (innovations et amélioration de la sécurité dans le domaine des centrales nucléaires, avancées dans le domaine du retraitement des déchets nucléaires, développement de techniques d'imagerie médicale et de traitement des cancers...).





Impliqué dans l'organisation des rencontres Graines de Sciences depuis leur première édition, **Jean Matricon** a travaillé en physique des solides (plus particulièrement sur la supraconductivité) et en biophysique (notamment à l'étude des transducteurs sensoriels), en tant que professeur de l'Université Paris VII. Il s'intéresse à différents sujets touchant à « la physique de la vie quotidienne », tels que la physico-chimie de la cuisine, l'énergie, l'acoustique des instruments de musique, le temps et sa mesure, l'histoire des techniques et les outils d'orientation des Hommes sur Terre.

A partir de matériel mis à leur disposition (bouteilles en verre, eau, caisse en bois, cordes, tubes en PVC...), les participants ont été mis au défi de réaliser des instruments de musique et d'en explorer le fonctionnement afin d'être capables de produire une gamme de notes, et pourquoi pas de jouer un morceau de musique. Les propositions des participants ont été variées, et ils ont remarqué l'influence de différents paramètres sur la hauteur des notes produites : la longueur des tubes en PVC sur lesquels ils tapaient, le volume d'eau contenu dans les bouteilles dans lesquelles ils soufflaient, la longueur des cordes tendues qu'ils pinçaient, etc. La question s'est alors posée : que se passe-t-il d'un point de vue physique, lorsqu'on utilise un instrument de musique ? Comment sont générés les sons ? Qu'est-ce qui les caractérise ?

Les trois « acteurs » impliqués dans la production d'un son ont été évoqués : la source sonore, le milieu matériel dans lequel il se propage (modélisation à l'aide d'un ressort), et le récepteur. La question de la mesure de la vitesse du son a été abordée (avec la méthode des « échos de Newton » qui peut être mise en œuvre à l'école primaire) ainsi que la notion de longueur d'onde.

Les caractéristiques d'un son ont alors été abordées : l'intensité, la durée, la complexité, la directivité, la hauteur et le timbre. Cette dernière notion de timbre a été l'occasion d'aborder celle de fréquence fondamentale et d'harmonique. Les participants ont alors pu utiliser le logiciel gratuit *AudioXplorer* qui permet de générer des sons complexes et de visualiser la forme de l'onde. Il leur a également permis d'enregistrer des sons (produits par les instruments de musique fabriqués par les groupes) et de les analyser pour en obtenir une représentation graphique et une visualisation des harmoniques mises en jeu.





Vincent Bansaye est agrégé de mathématiques et a effectué sa thèse au laboratoire de probabilité et modèles aléatoires (Univ. Pierre et Marie Curie/Univ. Paris Diderot/CNRS). Depuis 2009, il est enseignant-chercheur au Centre de mathématiques appliquées (Ecole polytechnique/CNRS). Au sein de l'équipe Modélisation pour l'évolution du vivant (MEV), il cherche à établir des résultats en probabilité et s'intéresse principalement à des questions issues des sciences du vivant (biologie ou écologie), parmi lesquelles : *Quel est l'impact de la variabilité de l'environnement sur la croissance ou la survie d'une population ? A quel vitesse se propage un parasite dans une cellule en division ? Combien y a-t-il de biches ou de caribous ?* Il est également titulaire de la chaire professorale Jean Marjoulet, coordinateur à l'Ecole Polytechnique, de la chaire Modèles Mathématiques pour la biodiversité avec le Museum national d'Histoire naturelle et président de l'Association Paestel (www.paestel.fr).

La modélisation mathématique permet d'explorer des phénomènes, notamment naturels, de les formaliser et de les comprendre. Elle permet d'y aposer des règles, de sortir du cas particulier et de proposer des scénarios éventuellement transposables. Ce champ disciplinaire fait aujourd'hui l'objet d'une forte demande et est fréquemment mis en œuvre avant le passage à une expérience en conditions réelles ou une action de terrain.

Ce champ des mathématiques permet en particulier de se pencher sur des problèmes de dynamique de populations, dont les paramètres principaux sont : l'accès aux ressources (nourriture, richesse du sol pour les plantes, eau...), les taux de reproduction et de mortalité, les migrations (émigrations ou immigrations), l'influence de l'environnement, l'intervention de prédateurs, etc.



A l'aide de billes de couleur, les participants ont été invités à explorer différentes situations de dynamique de populations. Chaque bille de verre représente un individu, les billes de même couleur représentant des individus de même population.

Plusieurs situations ont été testées : immigration, reproduction, extinction et modèles en temps continus. A partir des observations faites sur le jeu de billes et de la projection de films proposant des situations concrètes, les participants ont contribué à la formalisation des phénomènes en langage mathématique.





La volonté de diversifier les champs d'étude sur le site de l'Observatoire de Haute-Provence a conduit à la mise en place une station d'étude de l'écosystème forestier méditerranéen, localisée au cœur de la forêt de chênes pubescent de l'OHP : l'Observatoire du chêne pubescent (Oak Observatory at OHP, ou O3HP). Cette station devrait permettre de mieux comprendre le fonctionnement de cette forêt méditerranéenne afin d'en prévoir les évolutions futures (d'ici 50 à 100 ans), notamment dans le contexte du réchauffement climatique. Pour ceci, les chercheurs s'appuient sur les scénarios d'évolution climatique établis par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Les participants ont eu l'opportunité de visiter cette station et de dialoguer avec Thierry Gauquelin et Virginie Baldy, chercheurs à l'IMBE et attachés au projet de l'O3HP.

Le dispositif comprend :

1. Un système de passerelles instrumentées permettant un accès facile à la canopée et aux strates inférieures sans perturber le sol.
2. Un système d'exclusion de pluie couvrant environ la moitié de la parcelle et permettant de reconstituer un régime des précipitations proche de celui que nous prédisent les modèles climatiques pour les décennies à venir, tablant sur une baisse de ces précipitations de l'ordre de 30 à 40%, principalement au cours de la période estivale.
3. Un réseau de capteurs (T°, humidité, à différents niveaux du sol et de la canopée, flux de sève, etc.) fournissant une information en temps réel sur les conditions méso et microclimatiques ainsi que sur l'activité des arbres.



La mesure des composés organiques volatils (COV) produits par les chênes est aussi réalisée périodiquement en enfermant une branche dans un sac, puis en piégeant et analysant par chromatographie les recueillis. Tout au long de l'année, la phénologie des arbres est également observée (apparition du premier bourgeon, de la première feuille, ouverture de la première fleur, etc.).

Comment les arbres réagiront-ils au stress hydrique ? A quelle vitesse ? Y aura-t-il une augmentation de la quantité de COV produits par ces arbres (une substance qui augmente leur résistance) ? Observera-t-on également des changements au niveau du sol ? Le travail est en cours depuis 3 ans ½ et devrait sur poursuivre sur au moins 10 années.





Un premier bilan

Le vendredi matin, un bilan de la session a été effectué par les différents participants (enseignants et scientifiques) sur les points suivants :

1) L'organisation générale de la semaine est évoquée et des propositions sont faites pour permettre un bon maintien de l'attention. Un soin particulier sera apporté à la mise en balance entre théorie et pratique, pour les éditions prochaines : dans cette optique, la préparation des ateliers avec les intervenants sera renforcée. La session de présentation des projets de classe - d'un intérêt souligné par l'ensemble des participants - pourrait intervenir plus tôt dans la semaine.

2) Des idées sont proposées pour une meilleure transmission de l'information relative à l'existence de Graines de Sciences : passer par les associations d'enseignants, poursuivre la diffusion par les anciens participants (« parrainages »), etc. La communication sur le site dédié devrait être modernisée.

3) Des commentaires plus généraux sont donnés : les enseignants ont souligné que cette semaine leur avait fait prendre du recul par rapport à leurs propres pratiques en classe. Les participants ont apprécié la mise à leur portée par les scientifiques de thématiques a priori complexes et ont été intéressés par la découverte du fonctionnement des laboratoires, la réalité du quotidien du chercheur, les applications concrètes des différents champs présentés. Les temps d'échanges informels (repas, partage des spécialités régionales, discussions en soirée dans la salle commune...) sont soulignés comme étant fondamentaux dans le dialogue et le partage des expériences.

Une aventure qui se poursuit après la session

Les sessions Graines de sciences ne se limitent pas à une rencontre ponctuelle entre enseignants et scientifiques. Les enseignants ont été frappés par la grande humilité des scientifiques, découvrant que la science est avant tout « une longue et systématique curiosité » qui ne consiste en rien à affirmer « je sais » mais au contraire à clamer « je ne sais pas, mais j'aimerais savoir ». Ils ont également appris que l'erreur et le tâtonnement font partie du quotidien des chercheurs. 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.

Du point de vue des scientifiques, les enseignants sont apparus également passionnés, dynamiques, dévoués à leurs élèves, malgré les éventuelles difficultés, et désireux de trouver des partenaires dans la communauté scientifique.

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 modifié, chez ces enseignants, non seulement leur vision de la science et des scientifiques, mais également leur vision de l'enseignement.

Remerciements

Nous tenons à remercier l'Observatoire de Haute-Provence qui accueillait Graines de sciences pour la première fois ainsi que son personnel, et surtout Anne-Marie Galliano. Nos remerciements vont également à la Fondation AMGEN pour son précieux soutien, sans lequel cette session n'aurait pu se tenir. Un grand merci aux participants et intervenants de cette session, pour ces moments d'échange et de partage inestimables. Les organisateurs : Gabrielle Zimmermann, Mathieu Hirtzig et Françoise Deygout, pour *La main à la pâte*.