

Graines de Sciences 13



<http://www.lamap.fr/grainesdesciences/>

Compte-rendu



ÉCOLE DE PHYSIQUE
LES HOUCHES



La treizième édition de l'université d'automne « Graines de sciences » de *La main à la pâte* s'est déroulée à l'École de Physique des Houches (Haute-savoie), du 24 au 28 Octobre 2011.

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, le site exceptionnel de l'École de Physique des Houches et l'accueil remarquable de ses personnels ont permis à chacun, enseignants comme chercheurs, 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 vingt-quatre départements français, en milieu rural ou urbain, certains en ZEP. Ils constituaient un échantillon représentatif de la population enseignante d'aujourd'hui.

Les six scientifiques de la session (issus de spécialités aussi diverses que la biophysique, la physico-chimie, l'astronomie et la robotique) 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 dans l'esprit de *La main à la pâte*, incitaient chacun des enseignants à participer activement, notamment en faisant part de ses conceptions de la science, en formulant ses idées et en posant toutes les questions nécessaires. Loin d'un cours magistral ou d'une conférence, chaque atelier était 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.

Cette expérience unique, vécue en commun, permet aux enseignants de démythifier l'image qu'ils ont trop 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 :

- ☀ La vie dans le système solaire... et ailleurs, par Mathieu Hirtzig
- ☀ La couleur dans la nature, par Raphaëlle Jarrige
- ☀ De la gastronomie moléculaire à la cuisine moléculaire, par Christophe Lavelle
- ☀ Physico-chimie des cosmétiques anciens, par Elsa Van Elslande et Héroïse Bouillard
- ☀ Se repérer sur la Terre, par Jean Matricon
- ☀ Les robots d'assistance à la personne de Viviane Pasqui

Dans le cadre de l'année mondiale de la forêt et en partenariat avec l'Université Joseph Fourier, une conférence a été donnée par Jacky Girel (CNRS) sur le thème des forêts alluviales alpines.

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 échanges ont été très riches et se poursuivent par l'intermédiaire du forum accessible par le site dédié (<http://www.lamap.fr/grainesdesciences/>).

Les nombreux échanges entre enseignants et scientifiques se sont prolongés pendant les repas et, bien souvent, au cours des soirées. En outre, une excursion d'une demi-journée à la Mer de Glace (Chamonix) a permis aux participants de découvrir les paysages de Haute-Savoie.



Comptes-rendus d'ateliers

La vie dans le système solaire... et ailleurs, par Mathieu Hirtzig



Mathieu Hirtzig est planétologue. Issu d'un double cursus de chercheur et d'ingénieur en astronomie, il cherche sans cesse à concilier précision scientifique et capacité technique. Son expertise concerne l'acquisition et le traitement de données, la modélisation et la gestion de bases de données. Il a contribué à des missions d'observation de Titan au Chili et à Hawaii, modélisé des données in situ transmises par la mission spatiale Cassini-Huygens, et participé à la définition de la future mission TandEM/TSSM qui reviendra sur Titan et Encelade. Titan est son astre de prédilection : « *une petite Terre primitive passée au freezer, dont l'atmosphère épaisse rappelle celle de notre planète, tandis qu'à sa surface défilent des montagnes de glace, des dunes de glace pilée, des lacs d'éthane liquide, sous une pluie battante de méthane...* »

Cet atelier a pour objectif d'explorer la question de la vie dans le système solaire, notamment en mettant en œuvre la construction d'une maquette.

Dans un premier temps, les participants sont invités à s'interroger sur ce qu'est la vie (les êtres vivants se nourrissent et se multiplient), puis sur les moyens possibles pour localiser des formes de vie.

- Il est possible de surveiller un environnement donné pendant un certain temps, afin de discerner ses phénomènes naturels (par exemple les saisons). Parfois, l'échelle de temps rend difficile la distinction des formes de vie dont le métabolisme est nettement plus long ou plus court que le nôtre (de la minute au siècle (arbres)).

- La vie a également besoin d'eau pour se développer. Elle se « réveille » dès la première goutte d'eau, est possible dans une très large gamme de pH (de 1 à 9) et connaît des modes de nutrition variés.

Chaque groupe est chargé de construire une maquette du système solaire, pour laquelle le choix d'une échelle doit être fait. Un tableau indiquant la taille des planètes et la liste des distances entre elles est fourni, et les distances sont calculées par des règles de trois. Au cours d'une réflexion collective, le choix est fait de réduire la liste aux corps plus gros que la Lune (éliminant le problème des micro-planètes et des satellites, difficiles à modéliser) et d'employer une double échelle : une pour les dimensions des planètes, une pour la distance entre elles (une échelle unique, comme celle qui existe à l'observatoire de Meudon, aurait nécessité une pièce de 500m de long). Des boules en polystyrène sont fournies, de diamètres 12cm, 10cm, 4cm, 1cm, et 0,5cm. A cette échelle, le soleil fait 1m20.

Au cours de ce travail, les participants sont invités à réfléchir sur l'organisation du système solaire dans un plan. Les mouvements de rotation des systèmes, consécutifs à la conservation du moment





cinétique de l'univers, sont évoqués, ainsi que la déformation éventuelle des sphères en raison des forces de gravitation exercées par les corps. Par conséquent, les boules peintes pour la maquette peuvent être suspendues dans un même plan (reliées par une ficelle au soleil), ou posées par terre.

Une fois la maquette construite, les participants considèrent les distances et la « fenêtre » (zone d'habitabilité) dans laquelle l'observation d'eau liquide est possible. Dans le système solaire, seule la Terre possède de l'eau liquide car elle est à la bonne distance du Soleil. En surface de Mars, trop éloignée du soleil et donc trop froide, l'eau est sous forme de boue gelée (permafrost). Vénus, elle, est trop près et trop chaude. La Terre constitue donc un « heureux hasard ».

A l'aide du logiciel Celestia, les participants explorent d'autres systèmes et considèrent leurs zones d'habitabilité respectives. Cinq cent exoplanètes sont aujourd'hui connues, mais deux seulement sont proches de la zone d'habitabilité de leur système. Chercher de gros satellites de glace près de planètes géantes est moins difficile, mais les moyens d'y rechercher la vie sont bien plus complexes.

De nombreuses autres questions sont évoquées au cours de la discussion :

- Les modalités de lancement et d'acheminement des satellites artificiels et des sondes,
- L'usage de ces sondes pour connaître la composition des planètes et déceler la présence d'eau,
- La relativité du temps, sa relation avec la vitesse de la lumière et la question des neutrinos (expérience entre le CERN et l'Italie).
- L'évolution des pratiques en astronomie, des calendriers à l'optique adaptative.





Raphaëlle Jarrige a découvert les thématiques liées à l'optique au cours d'une Licence de maintenance laser puis d'un Master d'instrumentation au service de l'art. Passionnée depuis longtemps par des questions de pluridisciplinarité et par la création artistique, elle prépare une thèse de doctorat au sein de l'équipe « Milieux désordonnés multi-échelles : biophotonique et couleur » de l'Institut des NanoSciences de Paris. Cette équipe s'intéresse à la biophotonique et à la couleur des matériaux. Sa thèse a comme objectif de mettre au point une nouvelle méthode d'identification des pigments. Par ailleurs animée par un désir de transmission des connaissances et de recherche sur les processus d'apprentissage, elle est actuellement présidente de l'association Underconstruction, oeuvrant dans le domaine de l'éducation populaire en Seine Saint Denis. <<http://underconstruction.fr/>>



L'objectif de cet atelier est de découvrir par l'expérimentation quelques un des phénomènes physiques, optiques, donnant au monde son aspect polychrome : ses couleurs. L'étude des couleurs de la nature est la biophotonique : les chercheurs veulent comprendre ce qui se passe au niveau microscopique, en vue de multiples applications (tissus, peinture de voiture, maquillage).

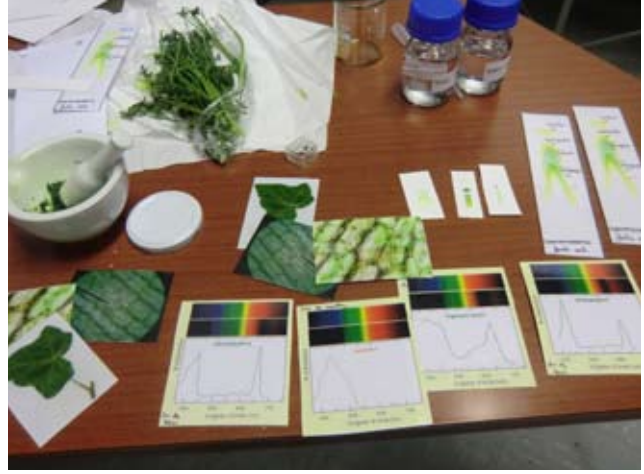
- Après quelques généralités sur les ondes électromagnétiques, la lumière visible lumière et la vision humaine, les phénomènes physiques impliqués dans la perception des couleurs sont discutés : l'incandescence, la luminescence, l'interaction lumière/matière : couleurs physiques et couleurs chimiques. Pour ces types d'interactions, un jeu de photos à classer est proposé aux participants (opale, papillon morpho, lait, pigment, feuille...). Il sera reproduit, en fin de séance, sur la base de photos des mêmes objets, observés cette fois à une échelle microscopique.

- Une expérience est proposée pour explorer la question des couleurs du ciel et d'en expliquer ses variations : de la couleur bleue à la teinte rouge-orangée du couché de soleil. Diffusion de la lumière.

- Des ailes de papillons Morpho bleu sont observées, ainsi qu'une vidéo permettant de comprendre que la couleur provient de la structure des écailles et du réseau de chitine situé en-dessous, à une échelle très petite, avec des motifs qui se répètent.

- Une expérience est proposée, autour de la question « pourquoi le persil est-il vert ? ». Après une extraction de la chlorophylle de persil pilé, on effectue une chromatographie de l'extrait afin d'en séparer les différents composants. Une discussion est menée autour de la couleur des feuilles aux différentes saisons. On revient ici sur la notion de couleur complémentaire et de spectre d'absorption en visualisant les spectres d'absorptions de chacun des pigments.





De la gastronomie moléculaire à la cuisine moléculaire, par Christophe Lavelle



Christophe Lavelle est chercheur au Muséum national d'Histoire naturelle. Docteur en biophysique, il étudie les mécanismes de régulation de l'expression génétique et la structure de la matière biologique (qu'elle se mange ou pas). Passionné par l'alimentation et les relations entre science et gastronomie, il enseigne aussi bien l'épigénétique que la gastronomie moléculaire au sein de nombreux établissements d'enseignement supérieur (universités Paris VI, Paris VII, Aix-Marseille, Lyon, Lille, Toulouse, SupBioTech Paris, Sciences Po Paris). Il est fondateur et président de l'association Science & Cuisine et coorganisateur des Rencontres Annuelles de Science, Art et Cuisine. Il est l'auteur d'un ouvrage de physique pour la médecine (éditions Ellipses) et travaille actuellement sur deux ouvrages de science culinaire (éditions Belin et éditions Dunod).



Cet atelier a pour objectif de montrer, à travers quelques expériences simples, comment les réactions physicochimiques et biochimiques interviennent dans les transformations culinaires.

Dans un premier temps, les participants sont invités à découvrir ce qu'est la cuisine moléculaire : de la cuisine, faite par des cuisiniers, avec des méthodes nouvelles (mettant par exemple en œuvre l'usage de l'azote liquide, de siphons...) et reposant sur une connaissance des propriétés physico-



chimiques et biochimiques des ingrédients employés (ils sont biologiques, au sens de « issus du monde animal et végétal », et non au sens de « sans pesticides »). La gastronomie moléculaire est une discipline scientifique, impliquant des transferts entre sciences et techniques.

Après un panorama historique de la cuisine moléculaire, plusieurs situations de cuisine moléculaire sont évoquées :

- l'origine enzymatique du brunissement de certains fruits, une fois coupés et pelés. Différents moyens permettant de ralentir cette oxydation sont évoqués (citron, passage au froid ou au chaud).

- la cuisson de l'œuf en fonction de la température (les chefs la contrôlent à quelques degrés près, avec des résultats

différents à 64°-66°-68°-etc) et le brunissement des viandes et poissons, analogues au phénomène qui conduit à la formation de la croûte de pain (réaction de Maillard).

- l'explication du phénomène de caramélisation et l'utilisation que l'on fait du produit obtenu.

- la fabrication des sauces (dont le mélange d'ingrédients « qui ne veulent pas se mélanger » initialement) et des mousses (comme la Chantilly), les ingrédients « texturants » (agar-agar, alginate de sodium, protéines...). Des manipulations viennent illustrer ces propos : fabrication de billes d'alginate de sodium, de spaghettis d'agar-agar... Les propriétés de ces différents ingrédients sont discutées.

- l'utilisation de l'œuf à partir de ses différents constituants et leurs propriétés : cuisson de l'œuf, montée des blancs en neige, cuisson des îles flottantes et des meringues, fabrication de la mayonnaise.

Tout au long des discussions et manipulations, les possibilités de mise à profit au cours de séances de classes sont discutées, incluant les contraintes liées aux différentes préparations (temps de fabrication, températures élevées...).

De nombreuses autres questions sont évoquées au cours de la discussion :

- la possibilité de se référer à des ouvrages, par exemple ceux d'Hervé This (*Cours de gastronomie moléculaire*) et de Jean Matricon (*Des molécules dans l'assiette*). Des kits de cuisine moléculaire existent également dans le commerce (par exemple : *Cuisine & Innovation* ou *Science & Gourmandise*). Les outils spécifiques à la cuisine moléculaire sont en vente sur internet.

- le restaurant « Le Cristal », au Futuroscope, où le chef Noël Gutrin propose des plats de cuisine moléculaire à des prix abordables.





Elsa Van Elslande est diplômée de l'Université de Technologies de Compiègne. Elle a rejoint en 2003 l'équipe de Philippe Walter au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF), intitulée « Chimie, Santé et Beauté dans l'Antiquité ». Cette équipe CNRS est spécialisée dans l'analyse physico-chimique des produits cosmétiques anciens, avec pour objectifs de déterminer la composition de ces produits, de mieux connaître leurs modes de fabrication, afin de pouvoir recréer des préparations semblables et de perfectionner l'analyse d'échantillons archéologiques.

Héloïse Bouillard est étudiante en communication scientifique (L3 EICS) à Paris 7 - Paris Diderot, et a participé à l'élaboration et la mise en oeuvre de l'atelier.



Cet atelier propose une découverte des questions d'hygiène, de santé et des habitudes cosmétiques dans le monde antique. Une illustration de ce thème est proposée, au travers des exemples des fards du monde antique méditerranéen : le Khôl des anciens égyptiens et plus particulièrement la synthèse des chlorures de plomb et le rose à joues des Gallo-romaines à base de garance.



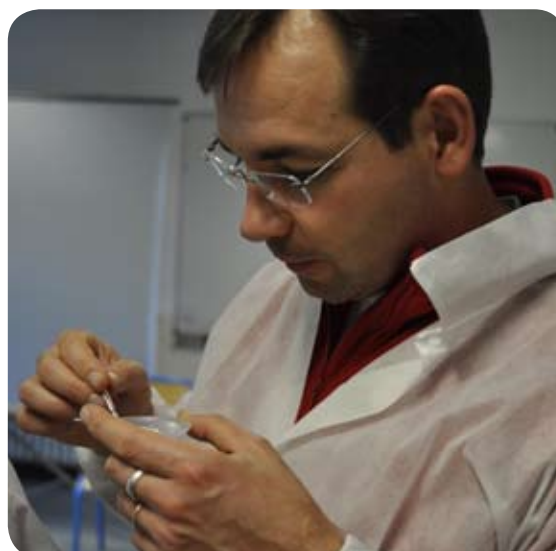
Dans un premier temps, après une brève présentation du Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF), une introduction des problématiques liées à la connaissance des produits cosmétiques anciens est proposée. L'utilisation de l'historiographie de l'époque (par exemple la mosaïque de Trèves) est évoquée, ainsi que celle des textes anciens et des objets quotidiens retrouvés dans les tombes (certaines bouteilles, notamment, contiennent encore des résidus).

Un film est également présenté à titre d'introduction : « Le fard rose de Wederath ».

Dans une seconde partie, un atelier pratique est proposé aux participants, se déroulant en deux temps :

1- L'analyse des constituants des fards :

- Observation de trois poudres colorées roses (pigment laqué de garance, de cochenille et mélange ocre rouge/craie) et mise en évidence du phénomène de fluorescence sous lumière UV des molécules colorantes (purpurine et acide carminique).
- Présentation du module « poudre mystérieuse » à travers l'exemple de trois poudres blanches (talc, craie et kaolin) : <http://science-techno-college.net/?page=309&action=list&print=print>
- Préparation d'un mélange d'un pigment rouge et d'un pigment blanc (ocre rouge et oxyde de zinc) pour illustrer l'analyse des pigments par spectro-colorimétrie.





- 2- La préparation de fards à base de garance :
- Démonstration de la préparation à base de garance : extraction dans un bain chaud d'alun des colorants rouges contenus dans les racines et dépôt de l'extrait coloré sur de la craie.
 - Fabrication de fards à partir de molécules de synthèse (alizarine et purpurine).



Se repérer sur la Terre, par Jean Matricon



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 outils d'orientation des Hommes sur Terre.

Au travers des questions « comment se repérer sur Terre ? », « où suis-je ? », « où vais-je ? », cet atelier propose de découvrir les différentes facettes de l'orientation dans l'espace terrestre, des migrations animales aux outils des grands navigateurs.

Dans un premier temps, les migrations saisonnières de certains animaux sont discutées. Certaines espèces, en effet, se livrent (en général annuellement) à une migration qui peut être immense : insectes (papillons), poissons (saumons, anguilles), oiseaux (oies, hirondelles), reptiles (tortues marines), mammifères marins (baleines) parcourent ainsi chaque année des milliers de kilomètres entre un lieu de reproduction plutôt chaud et un lieu d'alimentation plutôt froid.

Sont évoquées : les tortues Luth (trajet aller retour annuel de 30 000 km), les baleines grises (22 000 km), les oiseaux barges rousses (vol 11 000 km sans escale), ainsi que deux espèces dont les





migrations ont été scientifiquement étudiées : les bruants à couronne blanche, capables de retrouver leur site d'hibernation même lorsqu'on les déplace de 3700 km de leur lieu de ponte et les papillons Monarques qui parcourent annuellement en 4 générations le trajet qui va du Québec au Mexique.

Dans tous les cas, on est en présence d'animaux qui possèdent de façon innée des moyens de se repérer qui leur permettent de savoir où ils sont, où ils veulent se rendre et quelle route prendre pour y arriver. Malgré de nombreux travaux scientifiques, on sait encore très peu de choses sur les outils dont ils disposent, même si certaines recherches ont prouvé le rôle joué par le champ magnétique terrestre, l'observation des étoiles, du Soleil et de la polarisation de la lumière du ciel diurne.

N'étant doués d'aucun sens inné pour s'orienter, les hommes ont été obligés d'inventer des outils de plus en plus efficaces qu'on va recenser. Quelques rappels sont donnés quant aux repères immédiatement perceptibles (la position de l'étoile polaire, la course diurne du Soleil et son évolution au cours de l'année, la mesure de la composante horizontale du champ magnétique terrestre).

Dans un second temps, la « cartographie » terrestre est évoquée, celle de cette grosse sphère tournant sur elle-même autour d'un axe dont l'orientation est (presque) fixe dans l'espace. L'invention des réseaux de « parallèles » pour estimer la latitude et de « méridiens » pour repérer la longitude, est évoquée, puis les outils inventés pour mesurer de façon de plus en plus précise ces coordonnées terrestres (le kamal, le quadrant, l'astrolabe, le sextant, la boussole, le compas, l'horloge marine). Les participants sont invités à construire, par petits groupes, leurs propres astrolabes, à les utiliser pour repérer la position d'objets célestes puis à mesurer la course du Soleil autour de midi pour pouvoir déterminer la latitude et la longitude du site de l'Ecole de Physique des Houches.

Enfin, est proposé un parcours très restreint sur quelques grands découvreurs qui n'ont pas hésité à se lancer à l'aventure pour ouvrir des voies nouvelles vers des mondes nouveaux : Les Vikings, Bartolomeu Dias, Vasco de Gama, Christophe Colomb, Amerigo Vespucci... ainsi que le navigateur visionnaire et passionné que fut Ferdinand Magellan.

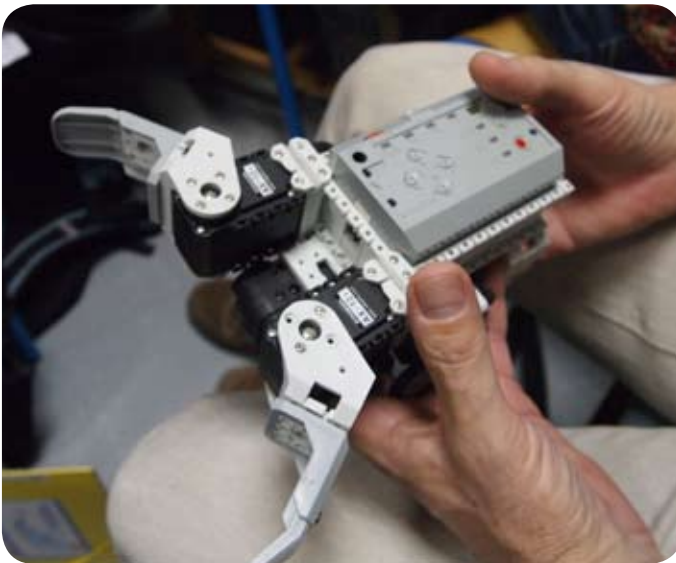
Quelques documents d'intérêt :

- la biographie de Magellan de Stephan Zweig (où comment, en 1512, avec les outils existants et sans connaître la taille de la Terre, on pouvait aller au-delà du cap Horn vers les Indes).
- le roman de l'Apocalypse Joyeuse d'Arto Paasilinna (Finlande), illustrant les repères terrestres.
- le film proposé par la chaîne ARTE illustrant la migration des papillons Monarques.





Viviane Pasqui est maîtresse de conférences, à l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique à l'Université Pierre et Marie Curie-Sorbonne Universités. Son thème de recherche est la conception d'interfaces robotisées utilisées dans l'assistance ou la rééducation de personnes et l'élaboration de modèles de comportement du système de locomotion et de la posture chez l'homme. Elles ont donné lieu à la réalisation de deux prototypes : un déambulateur robotisé, permettant aux personnes âgées de se lever et de marcher en sécurité et une plateforme de perturbation posturale pour la rééducation proprioceptive des pertes de l'équilibre.



L'objectif de cet atelier est d'illustrer et d'aborder par l'expérience les notions de Mécanique, d'Informatique et de Physique en programmant un robot mobile muni de pince. Le robot a pour tâche de prendre un « colis » (une canette) situé sur son chemin et de le déposer à l'extrémité de la piste où le « client » attend. Il doit donc suivre la piste jusqu'à ce qu'il trouve un colis, le prendre et le porter à bon port.

Dans un premier temps, une présentation de la recherche en robotique (y compris de la formation) et de ses applications est proposée aux participants. Il s'agit, pour cette « science jeune », de « soulager l'homme

et non de le remplacer ». Des exemples de robots sont donnés dans des contextes d'applications variés (emballage de denrées, utilisations militaires, robots marcheurs, exosquelettes, prothèses, « robots compagnons », aides à la rééducation...), et le vocabulaire propre à cette science est présenté (structure mécanique, actionneurs, capteurs, commandes, interfaces homme-machine...). Quelques films sont projetés : le delta, le Big Dog, le Roburoc, le Robotcub.

Les éléments constitutifs d'un robot sont discutés.

- organes terminaux effecteurs (découpe, polissage, soudure...),
- actionneurs (moteurs, vérins...),
- éléments de transmission du mouvement,
- capteurs (proprioceptifs et extéroceptifs) et transformation du signal analogique en signal numérique compréhensible par l'ordinateur. Un capteur incontournable : le codeur optique (et codeur optique incrémental),

Le principe de commande est expliqué : les capteurs donnent des informations permettant ensuite des « bouclages » : en boucle ouverte (sans retour sur ce qui est fait) ou en boucle fermée (observation du comportement de la sortie et ajustement de la commande en fonction grâce à des correcteurs).

Les bioloids, utilisés au cours de la séance, ressemblent à des assemblages de Lego. Le cœur du robot est un





boîtier programmable, pilotant des moteurs à courant continu, et gérant des capteurs (optiques, etc.). La programmation est faite à l'aide d'une interface graphique, permettant simplement de commander le robot.

En binômes, les participants utilisent l'interface de communication avec le robot pour mener à bien la mission proposée : lui faire suivre la piste, saisir la cannette et la mener à bon port. Pour cela, ils mettent en œuvre la programmation du robot en utilisant le langage adéquat (impliquant la connaissance des valeurs capteurs et la programmation des actions du robot).

Au cours des discussions, sont également évoqués :

- la notion « d'intelligence », confrontée à celle de « libre arbitre »,
- les choix de société liés à la robotique (par exemple : envoyer des hommes dans une centrale nucléaire est moins cher que d'envoyer des robots),
- d'autres applications en robotique : exploration spatiale et sous-marine, applications chirurgicales (chirurgie mini-invasive...), rééducation, prothèses, orthèses...

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 améliorer la répartition des ateliers et permettre un bon maintien de l'attention. La session de présentation des projets de classe - d'un intérêt souligné par l'ensemble des participants - pourrait être scindée en deux ou trois séances plus brèves, en fin de journée ou en début d'après-midi, et ne pas être couplée avec la conférence scientifique. Une salle pourrait de plus accueillir des exemples de projets, affiches, maquettes etc. de façon permanente pendant la semaine, à la manière d'un « forum » que les participants pourraient visiter et consulter au cours des temps de liberté de chaque journée.

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... Il est convenu que chaque participant de cette année aura pour « mission » de motiver au moins une personne à s'inscrire l'année prochaine, dans un esprit de « parrainage ». L'une des participantes présentera Graines de Sciences en Commission professionnelle consultative et partagera avec l'ensemble des collègues présent le power-point utilisé.

3) Des commentaires plus généraux sont donnés : les enseignants ont souligné une variété intéressante entre les moments « où on agit » et les ateliers où on « reçoit de l'information ». Cette dualité a fait prendre du recul à certains par rapport à leurs propres pratiques en classe,



et il faudra veiller à garder une bonne balance entre théorie et manipulation. Les participants ont apprécié la mise à leur portée par les scientifiques de thématiques à priori complexes et ont jugé intéressantes les pistes de travail données tout au long des ateliers. Les temps d'échanges informels (sortie, repas, partage des spécialités régionales...) 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 tout particulièrement l'Ecole de Physique des Houches qui accueillait Graines de sciences pour la troisième fois ainsi que son personnel, pour son accueil dévoué. Nos remerciements vont également au rectorat de Grenoble et à l'université Joseph Fourier pour leur 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, Françoise Deygout et Michel Lardé, pour *La main à la pâte*.

