

Leçons de choses... de la science

*« Il ne suffit pas de dire que
la Terre tourne autour du
soleil, il faut le démontrer »*

*Edouard Brezin,
président de l'Académie des Sciences 2005-2006*

SOMMAIRE

Une citée muséale... en kit! 4

Nul besoin de baguette magique et de formule abracadabrantisque pour sortir d'un carton de quoi épater petits ou grands. Pour cela, la biologiste Julie Milanini et le physicien Méderic Argentina tirent de leurs manches de petites manipulations ludiques promptes à éluder le mystère de la couleur du ciel. Le duo d'enseignants chercheurs dispense des « leçons de choses... de la science », de quoi réveiller les cerveaux anesthésiés dans le formol des évidences.

Coup d'essai au collège Nucéra 6

L'experimentalium de l'Institut Robert Hooke joue, depuis décembre dernier, les cités muséales nomades. Chapotés par deux enseignants chercheurs, des étudiants en biologie et en sciences physiques animent au collège Nucéra de Nice des ateliers ludiques destinés à (re)donner le goût des sciences à leurs cadets.

Experimentalium de poche 8

- ● Chaud ou froid?
- ● Tension de surface
- ● Le point d'aveugle
- ● L'ADN mis à nu

Sur le vif 12

- ● Comme un jeudi... à l'école Nikaïa
- ● Sur les traces des experts scientifiques

Des mots encore démos 14

Animateurs de l'IRH et intervenants extérieurs tentent, dans les lycées des Alpes-maritimes, de joindre l'utile, la connaissance scientifique, à l'agréable, en l'occurrence l'expérimentation. Le 5 février dernier, le physicien Méderic Argentina abordait le thème de l'élasticité à Valbonne.

I.R.H.
Magazine de culture
scientifique de
l'Institut Robert
Hooke
Université
Nice Sophia Antipolis

**Siège de la
publication**
I.R.H.
28 av. Valrose
06103 NICE CEDEX 2
Tél : 04 92 07 64 60

Courriel :
irh@unice.fr

Site : irh.unice.fr

**Directeur de la
publication**
Albert Marouani

**Directeur
scientifique**
Pierre Couillet

Rédacteur en chef
Pierre Couillet et
Laurie Chiara

Rédaction
Laurie Chiara

**Crédit
photographique**
Jean Luc Beaumont,
Laurie Chiara

Maquette
Laurie Chiara

Impression
SAS OLLANE
61 route de Grenoble
06200 Nice
04 93 71 80 79

ISSN1952-9341

Copyright
La reproduction des
textes, illustrations,
partiellement ou
dans leur totalité est
interdite, sauf accord
préalable de la
rédaction



Touche pas à ça !

Ne fais pas ci ne pense pas ça, mais surtout, ne touche pas à ça ! Tout un chacun a ce refrain stocké dans ses neurones mémoire et pourtant, aussitôt les mains libres il s'empresse d'en interdire l'usage à plus jeune que lui.

Ainsi, à peine sorti de l'âge où toute tentative d'appréhender le monde physique s'achève dans des éclats de voix, le petit humain pénètre l'univers du savoir théorique. Vissé sur une chaise il apprend pour l'essentiel sur un mode virtuel. La « découverte du monde », au programme du primaire, et son approfondissement, intitulé « sciences expérimentales » s'inscrivent désormais dans la hiérarchie des savoirs derrière les constructions mentales du français et des mathématiques. Puis avec le temps la curiosité juvénile s'éteint.

La complexité de l'environnement aidant, l'esprit accepte ce qu'il voit (ou pas) davantage qu'il ne le comprend. D'où l'embarras d'un candidat au baccalauréat général s'il devait répondre à la question « pourquoi le ciel est bleu ? », ne sachant s'il a affaire à une épreuve philosophique ou scientifique.

Or l'expérimentation précède parfois et valide toujours la théorie. Sans essais, sans ratés, d'ailleurs de temps à autre transformés en succès, il n'y a pas de sciences.

Si Archimède avait réfléchi derrière son bureau plutôt que dans son bain, la pous-sée éponyme ne figurerait pas au programme de physique du secondaire.

Lors d'une interview accordée en 2006 à l'occasion des journées de l'Académie des Sciences (AS), alors organisées à Valrose, le président de l'AS, Edouard Brezin, déclarait ainsi : « Il ne suffit pas de dire que la Terre tourne autour du soleil, il faut le démontrer. Si le système solaire n'était composé que du soleil et de la terre, affirmer que la terre tourne autour du soleil et non l'inverse serait dépourvu de sens ». Et d'ajouter : « C'est la simplicité de la description de l'ensemble des planètes dans le système de Copernic-Képler par rapport à la description ptolémaïque qui a remporté l'adhésion. Cela a été incroyablement renforcé lorsque Newton a montré que cela résultait de la dynamique et de la loi d'attraction universelle ».

Ainsi, en Europe comme aux Etats-Unis, des cités des sciences, *Exploratorium* ou autres *Experimentarium* nourrissent l'objectif, avec comme support pédagogique l'expérience, de redonner le goût aux sciences à leurs visiteurs, toutes générations confondues.

L'Institut Robert Hooke s'inscrit dans cette démarche depuis la fête de la science de 2006.

A son échelle, l'IRH développe des ateliers ludiques destinés à former de nouveaux observateurs, curieux et inventifs. Désireux de sédentariser et de pérenniser ce volet de son activité l'institut vient en outre de tester une formule originale. L'Experimentarium de physique et celui de biologie achèvent deux séjours successifs dans les murs du collège Nucéra. L'occasion, pour les jeunes, de rencontrer des étudiants de l'université, venus animer les ateliers.

Une citée muséale... en kit !

Nul besoin de baguette magique ni de formule abracadabrantique pour sortir d'un carton de quoi épater petits ou grands. Pour cela, la biologiste Julie Milanini et le physicien Méderic Argentina tirent de leurs manches de petites manipulations ludiques promptes à éluder le mystère de la couleur du ciel. Le duo d'enseignants chercheurs dispense des « leçons de choses... de la science », de quoi réveiller les cerveaux anesthésiés dans le formol des évidences.



Julie Milanini et Méderic Argentina, deux enseignants chercheurs affiliés à l'Institut Robert Hooke.

Elle, près de vingt ans après, se souvient avec une précision déconcertante de toutes les « manip » qu'elle a réalisées... en classe de 4ème.

« *Ca m'a éveillé, accroché, du moins pour la biologie* », assure la scientifique.

Les premiers flashes back de paillasse du physicien remontent à un peu plus tard, au moment de l'entrée à l'université.

Plongé dans une discipline déjà très spécialisée, il lui arrive, à l'époque, de regretter de ne pas aborder de choses plus « terre à terre ».

Ceci explique cela. Quand il tombe nez à nez avec l'Exploratorium de San Francisco, il y a deux ans, il s'avoue « bluffé ». Ce musée américain de la découverte - de la science - lui fait l'effet d'une révélation. Et pour cause, l'établissement propose des manipulations extrêmement interactives destinées au grand public, tous niveaux d'études confondus.

« *Dans ce lieu incroyable le visiteur ne sait plus où donner de la tête. Sa curiosité est sollicitée de toutes parts. Il a même la possibilité d'observer l'atelier où les personnels travaillent les pièces qui vont ensuite servir aux expériences* », raconte-t-il, avec un enthousiasme demeuré intact. Le dit musée promeut en outre une ouverture forte vers les enseignants des lycées et des collèges et

va jusqu'à éditer un « *cook book* », une sorte de manuel de cuisine scientifique pour refaire les expériences chez soi.

Ni une ni deux, de retour dans l'hexagone, le physicien, avec toute l'équipe de l'IRH et avec le soutien de l'université de Nice Sophia Antipolis, installe un « *petit palais de la découverte* » avec les moyens du bord, au beau milieu de la pelouse du parc Valrose, à l'occasion de la fête de la science.

Pour la première fois, Julie Milanini et Méderic Argentina piquent le public au

« Dans un monde « techno » où nous savons tout utiliser, surtout pour les plus jeunes, nous ne savons plus comment les choses marchent »

jeu en le confrontant à ce qu'ils appellent les « *provocations de la nature* ».

Pourquoi une bouteille d'eau, renversée sur une petite grille, ne se vide-t-elle pas ? Pourquoi les plantes sont-elles vertes ? « *Dans un monde « techno » où nous savons tout utiliser, surtout pour les plus jeunes, nous ne savons plus comment les choses marchent* », regrette le physicien.

Or selon le duo de scientifiques, dès cinq ou six ans, les enfants peuvent appréhender les mécanismes à l'origine d'une foule de phénomènes.

« *Le ciel est bleu, c'est si évident qu'on ne se pose plus la question de savoir pourquoi. Or la recherche, les sciences, n'avancent que comme ça* », expliquent, pédagogues,



« Il suffit qu'ils aient la notion de ce qui est « normal ». A peu près au même âge ils commencent à se poser de petites questions », estiment les enseignants chercheurs.

Depuis, portés par le succès des premiers essais « à domicile », menés sur le site de l'Université, ils ont fait évoluer le concept. Désireux d'emprunter des chemins encore peu explorés, fin 2007, ils ont déballé encore une fois l'Experimentarium des cartons, mais cette fois au collège Louis Nucéra de Nice (voir P.6).

« Nous avons souhaité aller au devant des jeunes et emmener l'université avec nous. Cela nous semblait important, en particulier parce qu'il s'agit d'un établissement classé RAR (Réseau Ambition Réussite) », explique la biologiste.

Et là-bas aussi « les yeux s'ouvrent ». Mais si l'essai s'avère concluant, les animateurs pensent déjà à une cité muséale sédentaire, avec des animations scientifiques, un stock d'expériences ludiques sans cesse renouvelé. Une sorte de Babylone de la connaissance, décloisonnée, où l'économie, la psychologie, les lettres côtoieraient les sciences dites « dures ».

En attendant de voir se réaliser leur projet, le duo s'évertue à donner le « goût des sciences » à ceux qu'ils espèrent un jour recruter à l'UNS.



Coup d'essai au collège Nucéra

L'expérimentarium de l'Institut Robert Hooke joue depuis décembre dernier les cités muséales nomades. Chapotés par deux enseignants chercheurs, des étudiants en biologie et en sciences physiques animent au collège Nucéra de Nice des ateliers ludiques destinés à (re)donner le goût des sciences à leurs cadets. Interview du principal de l'établissement, Philippe Levy.

Aviez-vous déjà tenté des expériences similaires dans le passé ?

Nous n'avions rien tenté qui soit assimilable à cette opération. Elle a démarré suite à la volonté du ministre de mettre en œuvre l'opération « 100 000 étudiants pour 100 000 élèves », à savoir un partenariat conventionné entre un établissement scolaire classé ambition réussite et un partenaire de l'enseignement supérieur. Pour nous il s'agit de l'Université Nice Sophia Antipolis et celle-ci a en quelque sorte privilégié le département des sciences et en particulier l'Institut Robert Hooke. J'ignorais tout de l'IRH et tout est venu de là, car nous avons trouvé, avec son directeur, Pierre Couillet, un terrain d'entente sur beaucoup de points. Dès le départ et suite à plusieurs entretiens nous avons essayé d'imaginer sur quelles bases pourrait fonctionner la convention.

Nous avons d'abord envisagé une intervention purement pédagogique de soutien scolaire. A peu près à ce moment démarrait au collège Nucéra un atelier de sciences expérimentales. Nous avons alors imaginé, après avoir beaucoup parlé de culture scientifique et après avoir constaté que nous avions les mêmes points de vue qui débouchaient sur les mêmes objectifs, qu'il y aurait dans notre convention une intervention « formative » et culturelle dans le domaine de la culture scientifique et

de la culture en général.. L'IRH a proposé de fournir les outils, les personnes qui feraient vivre ce type d'information, sous forme d'un espace sciences et moi je fournirais les lieux bien sûr, je fournirais les élèves intéressés, éventuellement je demanderais des crédits.

Comment avez-vous déterminé quels élèves allaient pouvoir participer ?

Au départ nous avons décidé, de toutes les façons, que cet expérimentarium serait ouvert à tous les élèves, notamment pendant des temps en dehors des heures de cours, pour nos élèves demi-pensionnaires. Mais il s'est avéré quant même qu'il fallait un peu cadrer les choses et nous avons proposé finalement aux professeurs intéressés, essentiellement de sciences mais pas seulement, de venir s'inscrire sur un planning. A ce moment là nous n'avons pas sélectionné les classes mais proposé à tous de venir suivant certains créneaux. Et beaucoup sont venus.

Nous avons même proposé aux instituteurs du Réseau Ambition Réussite de venir. Trois classes de l'école Pasteur ont tenté le coup, et les élèves ont été émerveillés, les autres ne se sont pas décidés à temps. Les étudiants ont été eux même très enthousiastes. Ce qui est vraiment bien c'est qu'après la physique nous poursuivons avec la biologie.

Avez-vous songé à développer des outils de mesure pour avoir une idée des répercussions de l'expérimentarium sur les élèves ?

Nous y pensons. Très récemment j'ai participé à une sorte de réunion d'évaluation de l'opération « 100 000 élèves pour 100 000 étudiants », en présence de Monsieur le Recteur, et j'y suis allé



avec Médéric Argentina (voir p.4).
Là j'ai dit que mesurer les effets nécessitait de déterminer une grille d'évaluation avec des indicateurs qui ne seraient pas que quantitatifs mais aussi qualitatifs. Car à voir l'enthousiasme des élèves, nous pouvons imaginer en tous les cas que pour certains d'entre eux, pour lesquels les sciences physiques en général restaient un domaine extrêmement abstrait, très conceptuel, là tout devenait beaucoup plus concret. Nous pouvons imaginer qu'il y a des déclics qui se font. Les élèves apprennent que les sciences ont des applications dans des domaines très divers de la vie quotidienne et qu'il y a lieu de s'y intéresser car « *ce n'est peut-être pas si compliqué que ça* ».

Y a-t-il un lien entre les manipulations proposées et les programmes ?

Théoriquement pas. Il y a peut-être simplement une projection qui est faite ensuite dans le cadre de l'atelier de sciences expérimentales. Dans ce cadre, les professeurs de physique et de SVT travaillent avec des petits groupes de douze élèves de troisième, destinés à une seconde générale, et

ils consolident les bases pour tout ce qui est de l'expérimentation, de savoir dégager des hypothèses, de parvenir à formuler des conclusions etc. Il y a là en quelques sortes une espèce de pôle scientifique fort qui se construit. Il serait intéressant d'en mesurer les effets mais cela ne pourra se faire que progressivement.

Avez-vous envisagé de pérenniser l'expérience avec votre propre expérimentarium, à Nucéra ?

Je ne pense pas à un moment, quel qu'il soit dans le futur, que l'expérimentarium et on va dire de façon générale l'espace sciences, puisse se réaliser sans le concours de l'IRH. D'abord parce qu'il est né de ce partenariat là, ensuite le faire vivre avec uniquement les moyens de l'établissement, je pense que nous n'en serions pas capables et enfin ce n'est pas le but. Il ne faut pas oublier que l'opération « *100 000 étudiants pour 100 000 élèves* » a aussi l'objectif de faire se rencontrer des élèves issus des quartiers défavorisés et des étudiants. Ces derniers leurs montrent qu'on peut avoir de l'ambition, faire des études à l'université ou ailleurs, mais faire des études supérieures et montrer d'une certaine manière qu'il y a de la réussite à la clé.

On parle beaucoup du manque d'intérêt des filles pour les sciences. Cette tendance s'est-elle vérifiée avec l'expérimentarium ?

Je me garderais de me prononcer là-dessus car je n'ai pas pu l'observer vraiment. Ce que je crois, par rapport à l'atelier de sciences expérimentales, où il y a plus de filles que de garçons, c'est que très certainement dans les établissements ambition réussite, les filles ont souvent la fierté et l'envie de réussir et de se battre pour cela. Or quand elles réussissent, de façon générale on le sait, après, au lycée, elles vont en « S ». Donc elles veulent se diriger vers les filières scientifiques même si elles témoignent d'une très grande humilité pour dire « *« S » ce n'est peut-être pas pour moi, je n'y arriverai pas, il faudrait que je travaille trop* » etc.

Témoignages des animateurs membres du BDE de physique de l'UNS, étudiants en Master de physique fondamentale et appliquée :

« Gamin, j'aimais toucher, bricoler la mécanique, même si je ne savais pas ce qu'étaient les sciences. Ce qui est intéressant avec l'Expérimentarium, c'est de raccorder les deux, de faire découvrir aux jeunes qu'ils font de la physique sans le savoir, de les aider à nommer les choses ». Laurent

« J'ai été particulièrement marqué par deux jeunes de 4ème. Ils s'orientaient vers une filière technologique alors qu'ils se posaient des questions avec une logique scientifique implacable et ils essayaient vraiment de trouver des réponses. Parfois le contexte social, la volonté de « faire comme le grand frère » peut provoquer la « perte » de potentiels et ce, dès le collège »
« Les collégiens ont des intuitions naturellement bonnes ». Louis

« Arriver à faire passer des idées avec des mots vraiment simples que peut comprendre un enfant de 6ème n'est pas une mince affaire ! ». Brice

(www.bdephysique.fr)

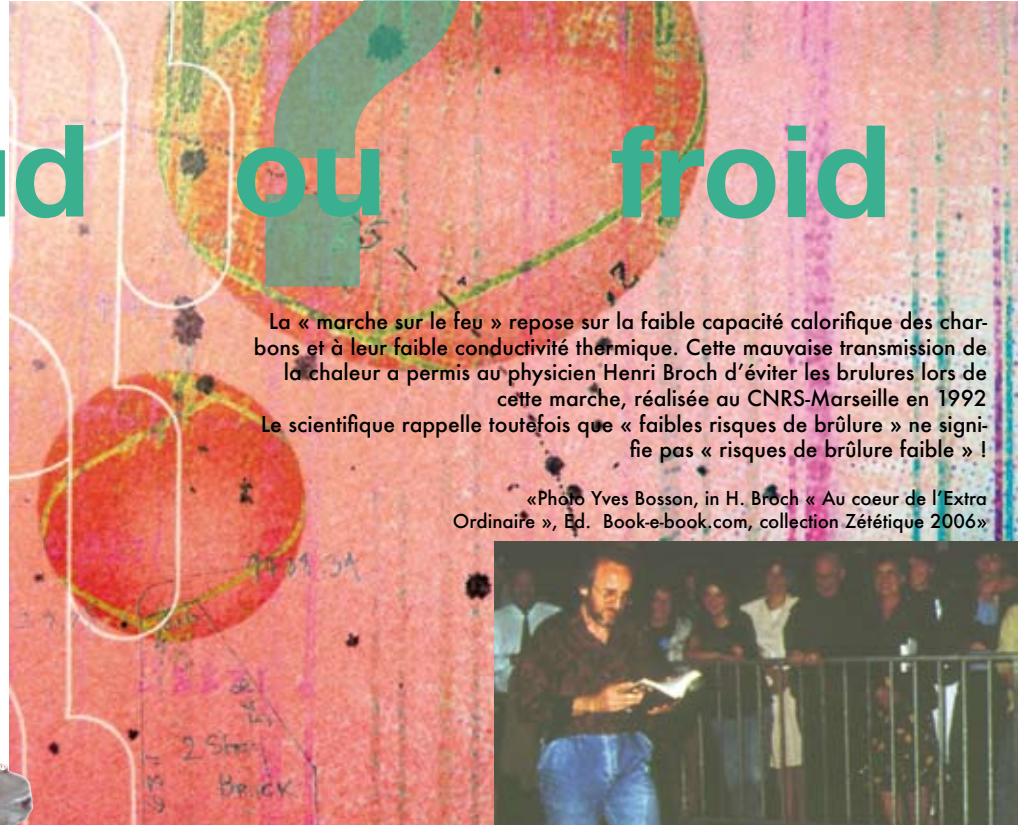
L'Expérimentarium constitue-t-il un « plus » ou vient-il s'inscrire dans un manque au niveau des programmes ?

Absolument pas dans un manque. C'est vraiment, je dirais, un complément. Il s'inscrit parfaitement en termes pédagogiques et de formation plus concrète et peut-être un peu plus généralisée, dans la complémentarité de cours. Je crois que les professeurs y trouvent largement leur compte. C'est, je crois, vraiment une très très bonne chose. Car on le sait, beaucoup d'élèves n'auront jamais l'idée de manipuler eux même certaines choses dans le cadre expérimental. Et en travaux pratiques les manipulations sont extrêmement limitées. L'expérimentarium permet donc d'ajouter des possibilités.



Experimentarium de poche-

chaud ou froid



La « marche sur le feu » repose sur la faible capacité calorifique des charbons et à leur faible conductivité thermique. Cette mauvaise transmission de la chaleur a permis au physicien Henri Broch d'éviter les brûlures lors de cette marche, réalisée au CNRS-Marseille en 1992. Le scientifique rappelle toutefois que « faibles risques de brûlure » ne signifie pas « risques de brûlure faible » !

« Photo Yves Bosson, in H. Broch « Au coeur de l'Extraordinaire », Ed. Book-e-book.com, collection Zététique 2006 »



S'il existait un jeu de « pierre, ciseau, passoire en plastique, cuiller en bois » où pour l'emporter le joueur devait « tirer » l'objet le plus « froid », a priori, le ciseau devrait venir à bout de l'ustensile en bois.

Or une petite expérience menée à domicile place en réalité tout le monde ex aequo ! En effet, avec un simple thermomètre doté d'une sonde (facile à trouver dans un magasin de bricolage) il suffit de « prendre la température » d'objets en bois (une spatule), en métal (des clefs), en pierre (une pierre ponce) et en plastique (un gobelet jetable) placés dans une même pièce pour constater, ô surprise, une égalité parfaite des températures « réelles » !

Mais d'où vient cette incohérence ? Pour bien comprendre, il faut d'abord définir le terme « température ». Il s'agit en fait de la mesure de l'agitation des atomes, ces toutes petites unités constitutives de la matière.

Plus ces sortes de billes minuscules se déplacent rapidement, plus la structure globale est considérée comme chaude. Au contraire, plus elles se déplacent lentement, plus l'ensemble est considéré comme froid.

Dès lors, comment ressent-on la température ? Et bien lorsque deux corps sont mis en contact, ils peuvent échanger de l'énergie (la chaleur), du corps où l'agitation est la plus grande (plus d'énergie, plus de désordre), vers celui où l'agitation est la plus faible.

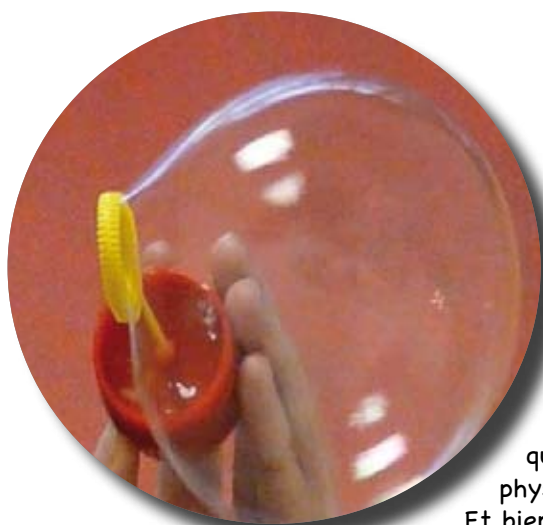
Cependant les températures « réelles » et « ressenties » par l'être humain diffèrent car chaque milieu possède sa propre faculté à transmettre de l'énergie. Celle-ci dépend des propriétés de la matière, notamment de la densité des atomes (le nombre d'atomes contenu dans un volume donné).

La grandeur qui permet de mesurer cette capacité d'un milieu à échanger s'appelle la **capacité calorifique**. Par exemple, comme le métal a une plus grande capacité calorifique que le bois, il apparaît en général plus froid.

Dans un style plus spectaculaire, grâce à cette propriété de la matière, un être humain dénué de pouvoirs paranormaux, comme le physicien Henri Broch (photo en haut à droite) peut marcher pieds nus sur du charbon ardent. En effet, comme le charbon a une faible capacité calorifique. Même s'il « brûle » de l'intérieur, il transmet peu la chaleur !

experimentarium de poche-

Tension de surface



Quand un enseignant reproche à un élève d'avoir la tête comme une passoire, ce dernier pourrait, à juste titre, lui répondre qu'alors il a peut-être les idées bien accrochées !

En effet, la démonstration suivante le prouve : Prenons, en guise de cerveau, une petite grille de métal. Maintenant remplissons une bouteille avec de l'eau et disons que le liquide symbolise les cours de physique de toute une année scolaire.

Et bien lorsque nous versons ce flot de connaissances sur le cerveau-passoire, rien

ne coule par terre ! A y regarder de plus près, le liquide, au lieu de s'engouffrer dans les petits trous pour mieux ressortir, semble s'accrocher aux parois internes des orifices. Ce phénomène s'appelle la **capillarité**. D'encore plus près, il apparaît que l'eau prise dans la grille présente une légère courbure vers l'intérieur de la bouteille, un peu comme pour des bulles de savon. Ceci s'explique car les molécules d'eau n'aiment pas se trouver séparées. Or le liquide ne peut traverser la grille entre les trous ! Ainsi il faut imaginer que dans la bouteille toutes les molécules (ou toutes les formules emmagasinées au fil des mois) se tiennent par la main et au contact de la grille elles tendent les bras de toutes leurs forces pour ne pas se lâcher. Il en résulte une **tension de surface**. Celle-ci tend à rendre minimale la surface séparant les fluides. Or un bon moyen pour minimiser l'étirement consiste à enfermer l'air extérieur dans une bulle...

Mais pour réussir cette petite expérience, mieux vaut ne pas avoir la grosse tête. En effet, avec une grande passoire c'est l'inondation assurée. En fait, pour briller en société il faut bien coller la bouteille contre la grille et s'assurer que les trous de cette dernière sont les plus petits possibles. Car comme l'avait prédit le scientifique Pierre Simon Laplace, la **différence de pression** entre l'air ambiant et l'air piégé dans les bulles est inversement proportionnelle à la **taille de la bulle**. En résumé, plus les trous sont petits, plus les bulles le sont également et plus la différence de pression est grande, d'où la forte résistance du liquide à traverser la grille.

Certains industriels tirent d'ailleurs très bien parti de ces propriétés, avec des vêtements de sport très prisés. Composés de micro-pores 20 000 fois plus petits qu'une goutte d'eau mais 700 fois plus grands qu'une seule molécule d'eau, les tissus laissent s'échapper la vapeur d'eau de la transpiration sans laisser entrer les liquides.



experimentarium de poche-

Le point d'aveugle

Même avec un score de dix sur dix aux deux yeux, tout le monde est un petit peu aveugle. Du moins dans certaines conditions, assez particulières.

Pour s'en convaincre il suffit de dessiner une astérisque sur une feuille blanche de 8 centimètres de côtés. Il faut ensuite tracer à partir de ce motif une droite parallèle au bord inférieur (ou supérieur) de la feuille. Enfin, une dernière touche permet de mettre un point final à la construction de ce matériel expérimental « high-tech » et consiste à placer une croix sur la droite à environ 4,5cm de l'astérisque.

Jusque là rien de bien sorcier...

Le « cobaye » doit maintenant placer la croix dans sa ligne de mire, à vingt ou vingt-cinq centimètres de l'œil gauche si elle se situe à droite de la feuille ou à la même distance de son œil droit le cas échéant.

Là encore rien de bizarre à l'horizon.

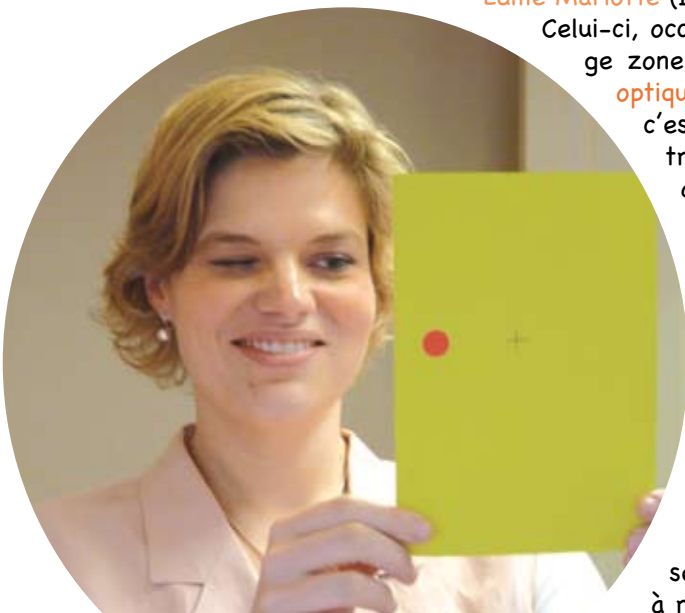
En revanche, si le sujet ferme bien l'œil qui ne « regarde » pas la croix et s'il rapproche le papier de son visage, soudain, c'est le **black out** ! Le motif glisse vers l'invisible... Mais comment l'image a-t-elle bien pu se perdre en route ? La réponse à cette énigme est directement tirée des travaux d'un physicien français polyvalent,

Edme Mariotte (1620-1684).

Celui-ci, occupé à disséquer un œil humain, a mis le doigt sur une étrange zone de l'organe. En effet, à l'endroit où vient s'insérer le **nerf optique** il « manque » des cellules dites « **photo réceptrices** », c'est-à-dire chargées de « capter » le signal lumineux et de le transformer pour que l'information soit véhiculée vers la zone adéquate du cerveau...

Ainsi, tous les **signaux** situés à environ 20 ou 25 cm de l'œil suivant un angle de dix à treize degrés lui « **échappent** ». En fait les « points » qui constituent une image « n'atterrissent » pas au hasard sur la rétine (l'écran qui tapisse le fond de l'œil). Selon leur position par rapport à l'œil, ils traversent les couches successives de l'organe pour s'échouer à des endroits très précis. En l'occurrence l'astérisque a terminé sa route sur la petite région de la rétine sinistrée, là où manquent les photo récepteurs.

Bien sûr, à moins de se livrer à cette petite expérience, les gens ne s'aperçoivent en général de rien car ils ne fixent pas un seul point mais un ensemble des signaux lumineux. Et cela suffit à reconstituer une image nette et cohérente!



experimentarium de poche-



L'ADN mis à nu

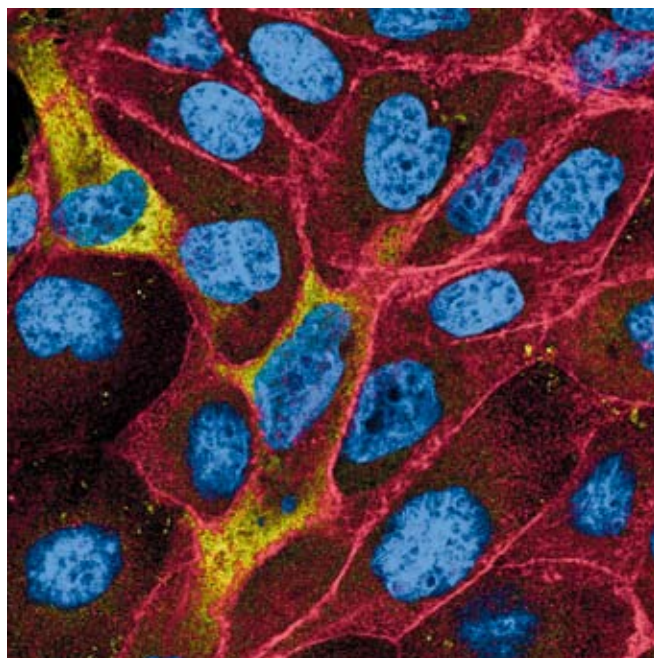
De la taille d'un joueur de basket Ball, la molécule d'ADN humaine, recroquevillée au maximum dans le noyau des cellules de l'organisme, cache bien son jeu. Elle a beau porter à elle seule l'ensemble des informations nécessaires à l'élaboration et au fonctionnement de l'individu, en dépit de ses deux mètres de long environ, elle demeure invisible au commun des mortels. Et lorsqu'on sait que l'humain, mais aussi les autres animaux et les végétaux, sont tapissés, à l'intérieur comme à l'extérieur, d'une foule inimaginable de cellules en tout genre, il y a de quoi se sentir frustré devant cette invisibilité éhontée. Néanmoins, il suffit d'un peu de matériel facile à dénicher chez soi pour observer cette grande timide d'un peu plus près.

Une fois équipés d'un mixer, de liquide vaisselle, d'un comprimé de déprotéinisation pour lentilles de contact, de sel, d'alcool à brûler, de deux verres transparents et d'une petite passoire, les apprentis généticiens peuvent par exemple faire la peau à un oignon.

La « recette » d'extraction de l'ADN nécessite en effet, après avoir épluché et découpé la plante, de l'envoyer au mixer afin de séparer un maximum de cellules. Il faut ensuite récupérer le matériel haché pour le transférer dans un verre avec un peu d'eau.

Deux pincées de sel supplémentaires suffisent à mettre la pagaille chez les cellules. En effet, en temps normal, pour se sentir bien, celles-ci veillent à assurer un certain équilibre entre le milieu dans lequel elles baignent et leur petit univers intérieur. Dès lors, elles vont lutter de leur mieux contre « l'apparition » de sel excédentaire dans le bain, mais si l'ennemi attaque en surnombre les cellules peuvent s'abîmer. C'est ce qui se passe ici. Désormais, dans le verre, flottent les parois « fragilisées » de la cellule et de son noyau (voir ci-dessus), constituées de protéines et de graisses, ainsi que le précieux ADN. Un peu de liquide vaisselle suffit alors à « dégraisser » le mélange et le comprimé de déprotéinisation achève de faire sauter les « murs » des cellules. Voilà l'ADN en bien mauvaise posture pour remporter cette partie de cache-cache !

Un quart d'heure après avoir touillé la mixture, il faut la « passer ». En présence des sels, l'ADN « libéré » va alors s'agrèger. En effet, la molécule présente une polarité (comme une pile) avec des charges négatives vers l'extérieur. Or les sels, plongés dans l'eau, libèrent des charges positives qui vont attirer l'ADN. Il reste à ajouter doucement l'alcool à brûler (un volume équivalent à celui du jus). Il doit former une « phase » au dessus de l'eau. Comme l'ADN n'est pas soluble dans l'alcool, il va précipiter à l'interface alcool-eau, sous forme de filaments blancs, faciles à enrouler autour d'un cure-dent !



ci-dessus un tissu de cellules avec, en rouge, l'enceinte extérieure et en bleu le noyau qui contient l'ADN. Pour atteindre la molécule il faut donc abattre deux murs successifs, soit la membrane de la cellule puis celle du noyau. Dans sa cachette, selon le modèle en vigueur, l'ADN enroulé se présente sous forme de deux brins identiques attachés un peu comme les côtés d'une échelle, avec des sortes de barreaux.

Comme un jeudi... à l'école Nikaïa

« De l'eau liquide peut-elle redevenir un petit bloc de glace ? »
« Moi je suis pastrop sûr ». « Moins plus ! ». Comme tous les jeudis, un enseignant-chercheur de l'Institut Robert Hooke intervient dans la classe de CP de Brigitte Marzuk-Delage. Déjà, les enchères pour la meilleure hypothèse susceptible de résoudre le défi scientifique de la semaine ont débuté.

« Quand j'étais à la montagne, sous le toit de notre petit igloo on a mis de l'eau et demain matin ça faisait de la glace », intervient l'un des candidats.

« Et grâce à quoi, alors, l'eau peut redevenir de la glace ? ». « Au froid ! ».

« Bien, alors voilà le défi : A quel moment l'eau se transforme en glace ? ».

« A minuit, puisque c'est quand on change de journée ! ». Dans le doute, l'institutrice place un gobelet d'eau dans un coin de la classe. « On verra demain matin... », sourit-elle. Elle propose néanmoins une petite expérience réalisable sur les heures d'ouverture de l'école. Les enfants disposent d'un bac avec, à l'intérieur, de la glace pilée, du sel et un peu d'eau.



Pourquoi du sel ?

Pour transformer l'eau en glace plus vite, Julie Milanini et la maîtresse de la classe de CP ont ajouté un peu de sel dans le bac. Selon le principe du dessalage, le chlorure de sodium (le sel ou NaCl), « attire » les molécules d'eau présentes dans son environnement. Ainsi, la neige ou le verglas (ici les glaçons) fondent et se transforment en eau salée. Cette solution aqueuse de sel s'appelle aussi « saumure » et a la propriété d'abaisser la température de solidification de l'eau. En clair, après un salage, il faut qu'il fasse beaucoup plus froid sur une route pour que de la glace se (re)forme. En revanche, paradoxalement, la fonte de la glace peut abaisser la température du mélange de près de dix degrés Celsius. D'où l'intérêt pour l'expérience réalisée en classe. En effet, l'eau présente dans le tube plongé dans le mélange va refroidir plus vite, donc se solidifier en accéléré.

Ils doivent y plonger un tube contenant de l'eau et mesurer à quelle température celle-ci se transforme en glace. Et à 0°C l'incroyable se produit : « Il n'y a plus rien ! » En fait si, le glaçon a seulement épousé les parois du tube...

Les conclusions tirées, reste à les formuler sur papier. Mais horreur, lorsque

les yeux d'un des apprentis scientifiques tombent sur un tube de nouveau rempli d'eau : « Où donc est passée la glace ?? ».



Sur les traces des experts scientifiques



les oignons en fleur posés sur le bureau carrelé de leur professeur de biologie? Plus facile à découper que les doigts du voisin de paille, le bulbe sacrifié à la science va servir de matière première afin d'extraire des cellules en cours de division.

Pour utiliser le jargon de laboratoire, les élèves, chargés de marquer l'ADN de ces cellules avec un colorant (l'Orcéine), vont « monter » des lamelles de microscope. Celles-ci seront ensuite utilisées dans le cadre de l'Experimentarium. Les élèves des autres classes pourront alors « voir » comment, lors de la division cellulaire, un mécanisme universel indispensable à la vie, l'ADN se « conserve ».



« L'ADN ça vous dit quelque chose? A quelle occasion en entendez-vous parler? ».

Dans la classe pôle science (une option proposée aux 3èmes) du collège Nucéra, les réponses des élèves de troisième fusent, légères. Dans l'intimité, ils approfondissent leur culture scientifique devant le petit écran. Certains regardent pousser les plantes en 16/9ème, d'autres suivent le programme d'un animateur aux lunettes extravagantes. Dans un genre moins spécialisé, les élèves se souviennent également avoir entendu prononcer les trois lettres lors du JT ou dans une série policière déclinée sur trois villes américaines.

De quoi se forger une petite idée sur le rôle de l'ADN (acide désoxyribonucléique)... Ni une ni deux l'affaire est dans le sac, la molécule, présente dans les cellules de l'organisme, détermine l'identité de chaque individu. Et comme à la télé, ce sont les scientifiques qui la manipulent. Mais quel rapport avec



Les sixièmes SEGPA (Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté) du collège Louis Nucéra, lors de « l'inauguration » de l'Experimentarium de biologie. Aux commandes, quatre étudiants en DEUG (L1 et L2).

Des mots, encore démos

Animateurs de l'IRH et intervenants extérieurs tentent, dans les lycées des Alpes-Maritimes, de joindre l'utile, la connaissance scientifique, à l'agréable, en l'occurrence l'expérimentation. Le 5 février dernier, le physicien Médéric Argentina abordait le thème de l'élasticité à Valbonne.



A choisir entre une pause déjeuner bien méritée ou une conférence sur l'élasticité, un thème même pas au programme de première, tout adolescent normalement constitué aurait vite fait de prendre la tangente vers la cafétéria. En tous cas a priori.

Car les sciences, friandes de qualificatifs inintelligibles, peuvent parfois s'avérer plus « sexy » qu'elles n'y paraissent. Tout est question de savoir-faire. Avec du papier, du caoutchouc, un bidon, une pompe à vide et un peu d'imagination, il est en effet possible d'attirer un peu moins de la moitié des

élèves conviés vers un auditorium sans leur braquer un canon dans le dos.

Le postulat s'est en tous cas vérifié le 5 février dernier à Valbonne, lors d'une conférence dédiée à l'élasticité.

Et, heureuse coïncidence, sur place, même les amateurs d'origami à l'oreille distraite ont pu pêcher des

informations propres à éclairer leur hobby d'un regard neuf.

La leçon de choses débute dans un silence relatif avec une petite expérience plutôt simple : « vous prenez un morceau de caoutchouc ou de latex, vous tirez dessus et vous sentez qu'une force a tendance à ramener le matériel élastique vers sa position initiale », commente l'animateur dépêché dans l'arène aux néophytes. Jusque là rien de transcendant.

« En dehors des rayons lumineux, dans la nature, la ligne droite n'existe pas »

« L'objets s'aplatit et se rapetisse dans la position transverse ». Les lycéens acquiescent, sans se douter qu'ils viennent d'aborder des notions phares de la physique, mises en évidence par les scientifiques

Edmond Vernassa
Bidon implosé
1965,
diam. 60 cm, h. 70cm

Robert Hooke, Siméon Denis Poisson et Thomas Young.

L'auditoire poursuit ses investigations.

« De petits motifs de déformation, en l'occurrence des lignes qui s'intersectent sur des points, se forment, puis, à condition de tirer assez fort, le matériel « lâche » ».

Soit.

Mais, autrement plus impressionnante, la vidéo d'un bon vieux pont ainsi étiré, projetée sur grand écran, laisse pantois. Et pour cause, les phénomènes mis en jeux ne varient pas d'un poil... !

A titre d'exemple, les cassures des matériaux plus ou moins élastiques suivent des lois très robustes : les lignes de fracture « s'intersectent » toujours à angle droit.

Et ce pour la simple et bonne raison que la fracture, en empruntant ces chemins si particuliers (1), « enlève » un maximum d'énergie à la plaque, ce qui lui permet d'avancer.

Pour cela rien de plus simple, il suffit de se munir d'un bidon, de le relier à une pompe à vide et de s'assurer de disposer d'assez de recul pour s'écarter précipitamment.

Instabilité de flambement

En effet, après un délai d'attente incertain mais en général plutôt court un « boum » sonore retentit et le bidon « réapparaît » ... tout froissé.

En bon vocabulaire scientifique, le bidon vidé de son air a subi une « dépression ».

En conséquence, l'atmosphère de la pièce a exercé une force telle sur les parois de l'objet que celles-ci ont fini par se plier.

Ce phénomène, propre aux matériaux élastiques soumis à une poussée, répond au doux nom de « flambement ».

Là encore, l'objet porte les stigmates de la fracture : cette sacrée combinaison de points et de lignes.

L'instabilité de flambement s'illustre également dans de simples tâches ménagères comme le fait de poser une nappe sur une table.

Le tissu « en trop » situé en dehors du plateau tire sur le reste de la nappe, ce qui se traduit par la formation de petits plis.

De quoi rendre fous les maniaques du repassage. Pendant ce temps là, certains physiciens tentent, de leur côté, de « prédire » le nombre de plis...

Enfin les amoureux de leur petit nombril connaissent bien l'instabilité de flambement.

Car en position recroquevillée, nul n'échappe à la règle : quitte à forcer un peu, un ou plusieurs bourrelets se forme(nt) irrémédiablement sur le ventre. Le nombre de ces rides un peu particulières dépend en outre de l'épaisseur du « matériel » !



Voilà pourquoi il est impossible d'ouvrir une lettre avec son doigt sans déchirer le papier « n'importe comment ».

La fracture induite avec le pouce, en plus de ne pouvoir aller droit, sera proportionnelle à l'épaisseur de « l'outil ».

« En dehors des rayons lumineux, dans la nature, la ligne droite n'existe pas », renchérit le physicien.

Avec tous ces éléments en tête, les élèves peuvent alors jouer les artistes de renom et plagier Edmond Vernassa.

(1) Ces motifs sont également connus sous le nom de « fractales ». Ils se répètent à l'identique à toutes les échelles

les Rendez-vous...

...de l'IRH

Sur le WEB :

Le site de l'I.R.H, <http://irh.unice.fr>, propose des rubriques à consulter sans modération

- **Actualité de l'IRH** : Pour tout savoir sur les conférences, le village des Sciences du campus Valrose à Nice, ou pour découvrir les bandes dessinées scientifiques de Jean-Pierre Petit
- **Complexité Modélisation et Calcul** : Les visiteurs peuvent y retrouver les articles de la rubrique éponyme publiés dans l'I.R.H. Magazine et d'autres, anciens ou à venir
- **L'Expérimentarium** : De petites expériences simples et ludiques destinées à mieux appréhender les sciences
- **L'Agenda** : Toutes les dates des conférences, des expositions et des Nuits de l'Arc-en-ciel
- **L'Actualité scientifique** : Pour ne rien rater des dernières découvertes scientifiques, et tout savoir de l'actualité de l'Université de Nice Sophia Antipolis
- **Les mardis de l'Université** : Conférences, exposés, séminaires, débats..., tout champ disciplinaire confondu, pour les mardis au lycée, organisés conjointement par l'Université Nice Sophia Antipolis et les lycées signataires de la convention.
- **Les collègues pluridisciplinaires**

A Venir :

Automne 2008, cycle de conférences sur le thème « **Qu'est-ce que la science?** », en partenariat avec l'AIE