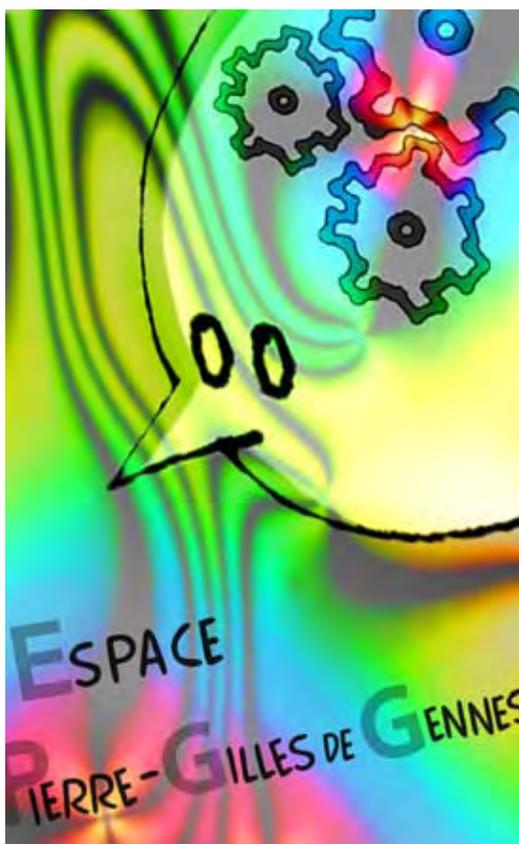


ESPACE

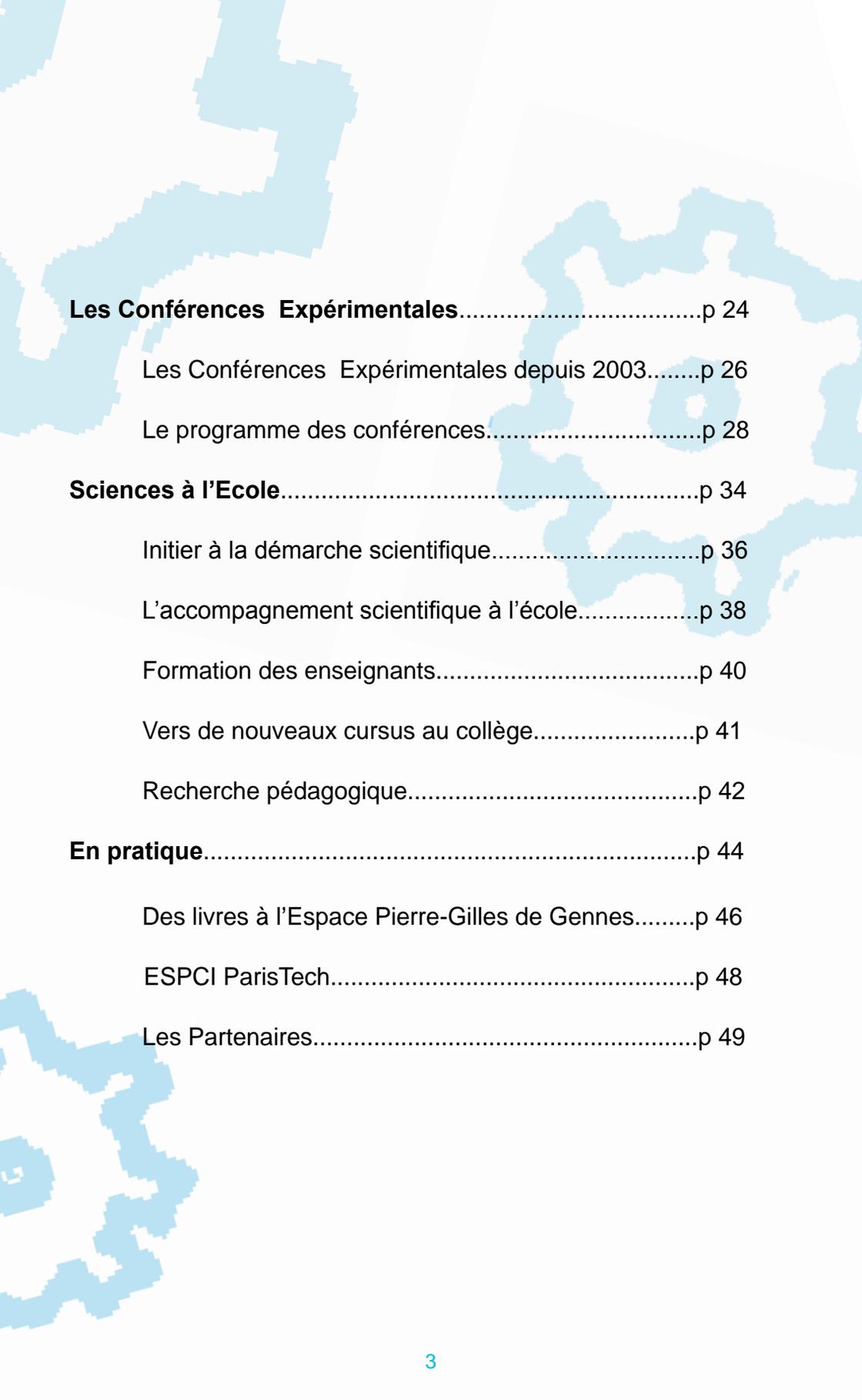
PIERRE-GILLES DE GENNES



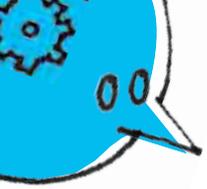
ESPCI, 10 rue Vauquelin 75005 Paris

Sommaire

La culture scientifique à L'ESPCI.....	p 4
Un espace des sciences rue Vauquelin.....	p 6
Pierre-Gilles de Gennes.....	p 8
Les Coulisses du Labo.....	p 10
Les Coulisses du Labo s'exposent	p 12
La matière des manip	p 14
L'Aventure du Labo.....	p 16
L'Histoire du Labo.....	p 18
Labo : le coup de coeur.....	p 20
Labo : le coup de coeur (suite).....	p 22



Les Conférences Expérimentales	p 24
Les Conférences Expérimentales depuis 2003.....	p 26
Le programme des conférences.....	p 28
Sciences à l'Ecole	p 34
Initier à la démarche scientifique.....	p 36
L'accompagnement scientifique à l'école.....	p 38
Formation des enseignants.....	p 40
Vers de nouveaux cursus au collège.....	p 41
Recherche pédagogique.....	p 42
En pratique	p 44
Des livres à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes.....	p 46
ESPCI ParisTech.....	p 48
Les Partenaires.....	p 49



La culture scientifique à L'ESPCI

Ce document donne une vision riche et captivante des activités qui se déroulent dans notre espace des sciences. Ce lieu imaginé par Pierre-Gilles de Gennes lui-même dès 1994, compte trois volets :

Le premier est destiné à rapprocher le grand public du laboratoire. Des expériences riches en enseignements, mais conçues de manière simple et abordable, permettent à tous de comprendre la démarche expérimentale et le mode de pensée des scientifiques d'hier et d'aujourd'hui. Les expériences mythiques des Curie et de Langevin sont présentes depuis plusieurs années déjà et très appréciées. Nous avons le plaisir d'inaugurer en 2008 une série de présentations expérimentales d'aujourd'hui. Le choix des expériences interactives proposées me paraît tout à fait adapté pour séduire nos visiteurs et les attirer vers les sciences.

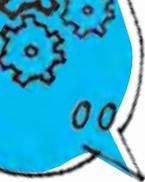
Le second s'adresse au grand public : par une série de conférences expérimentales, l'état de l'art dans les domaines scientifiques les plus divers, est exposé devant un public varié. Pour avoir personnellement contribué à cet exercice, je sais à quel point montrer de vraies expériences «sans filet» n'est pas aisé, mais quel plaisir de voir la soif de connaissance et de compréhension des jeunes et des moins jeunes! La liste des sujets abordés ces dernières années est impressionnante. Il reste peu de place dans les «amphis», mais venez écouter nos conférenciers issus de tous les horizons, vous ne le regretterez pas !

Le troisième volet, dans l'esprit *La main à la pâte*, s'attache à contribuer à la rénovation de l'enseignement des sciences, à l'école et au collège. L'idée est de promouvoir le sens de l'observation et le raisonnement chez les élèves en ouvrant de nouvelles perspectives pédagogiques pour les enseignants. De nombreuses classes sont déjà passées par l'Espace Pierre Gilles de Gennes. Je suis convaincu que des vocations y sont nées et que des enseignants y ont trouvé une source d'inspiration utile. L'expérience «*Dessine-moi un scientifique*» nous a fait prendre conscience de la vision que de jeunes enfants de huit ans ont des scientifiques ! Nul doute que cette prise de conscience ait des répercussions utiles sur la recherche pédagogique des sciences à l'école. Enfin, les collaborations nationales et internationales sont florissantes, gage de vitalité de cette belle entreprise.

Ce document débute par un hommage à Pierre-Gilles de Gennes. Nous avons perdu un homme d'exception, un ami, il manque à la communauté internationale, il nous manque. La lecture de ces lignes vous fera comprendre pourquoi il nous a paru parfaitement naturel d'associer son nom à l'espace qu'il avait initialement appelé «Espace des Sciences».



Jacques Prost
Directeur Général de l'ESPCI



Un espace des sciences rue Vauquelin

Ce n'est pas un hasard si la Ville de Paris a choisi d'établir l'Espace Pierre-Gilles de Gennes au cœur de l'innovation scientifique, à l'École de Physique et de Chimie. Sa tradition de culture scientifique, la proximité de ses thèmes de recherche avec l'environnement quotidien et le dynamisme de ses chercheurs en font le lieu idéal pour une ouverture du monde de la science à celui de la cité.

Dès sa fondation en 1882, l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI) forme de grands scientifiques et de grands ingénieurs. Les Curie lui apportent une gloire exceptionnelle par les premières mesures de radioactivité et la découverte du radium alors qu'elle a tout juste seize ans d'existence. Paul Langevin, élève de Pierre Curie et directeur de 1925 à 1946, avait la volonté de ne pas séparer la science de la cité. Ses enseignements l'illustrent bien, du Collège de France aux cours du soir pour les électriciens, de l'ESPCI à l'ENS féminine de Sèvres, de l'Université ouvrière à l'École Normale d'institutrices de Troyes où il fut assigné à résidence durant la Seconde Guerre. Il était convaincu que la science et la diffusion des idées scientifiques ne peuvent que contribuer au bonheur de l'humanité.

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes porte le nom d'un autre grand physicien, prix Nobel de physique en 1991 qui nous a quittés le 18 mai 2007.



*Electromètre à quadrants
mis au point par Pierre Curie (détail)*

Directeur de l'ESPCI durant 27 ans, il a proposé la création d'un espace des sciences dès 1994. Grâce à la détermination de l'École, vivement soutenue par la Ville de Paris, ce lieu ouvre ses portes en 2004, et inaugure en 2008 son exposition de la recherche :

Les Coulisses du Labo

Le public est également invité à vivre l'*Aventure du Labo* pour pratiquer autour de tables de manips, des expériences sur notre environnement quotidien.

Des expériences historiques célèbres y sont reconstituées, et des expositions illustrent les œuvres de grands scientifiques ainsi que les applications de leurs recherches.





Ferrofluides soumis à un champ magnétique

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes présente chaque mois depuis avril 2003 des conférences autour d'expériences préparées par les meilleurs spécialistes.

Par son action *Sciences à l'école*, c'est également depuis janvier 2000 un acteur dynamique de la rénovation de l'enseignement des sciences à l'école et au collège dans l'esprit *La main à la pâte*.

Les Coulisses du Labo

En moyenne, l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris dépose plus d'une trentaine de brevets chaque année, et crée une start-up tous les deux ans. Pour partager ces recherches et ces innovations avec le public, l'Espace Pierre-Gilles de Gennes ouvre les coulisses de ses labos. Des expériences interactives présentées de façon simple et pédagogique illustrent les thèmes de recherche des laboratoires de l'ESPCI. Issues d'une réflexion approfondie des vingt laboratoires de l'École, leur conception et leur réalisation ont nécessité un important travail d'adaptation pour passer de l'environnement du laboratoire à une présentation pour tous les publics.

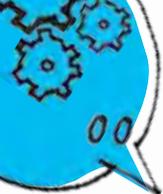
On y découvre la façon dont les dauphins produisent des bulles en anneau, les formes étranges que prennent les fluides magnétiques, l'apprentissage par un réseau de neurones artificiels, l'adhésion d'un pneu durant son roulage, les mécanismes d'ordre dans la

matière microscopique, l'utilisation de l'effet mirage, la formation de reliefs dans le sable ...

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes présente en permanence une ou plusieurs expositions temporaires. A l'occasion du centenaire des prix Nobel des Curie et de Becquerel, ce fut « Monsieur Curie, Pierre d'angle de la Physique », une exposition centrée autour de la figure de Pierre Curie. Celle-ci était accompagnée d'un volet sur les instruments conçus à l'ESPCI au tournant du XX^e siècle autour des physiciens tels que Charles Féry ou Fernand Holweck. Une exposition sur Paul Langevin ouvre en 2005, année mondiale de la physique. En 2006-2007, l'exposition *Physique impériale* présente une remarquable collection d'instruments scientifiques d'enseignement du cabinet de physique du lycée Bertran de Born à Périgueux. Puis en 2007-2008, une collection de portraits de scientifiques dessinés par des enfants des écoles primaires.



Michel Laguès
Directeur de l'Espace
Pierre-Gilles de Gennes



Pierre-Gilles de Gennes

Pierre-Gilles de Gennes nous a quittés le 18 mai 2007. Physicien fascinant par son élégance intellectuelle, il a inspiré des générations de chercheurs dans le monde entier, marquant profondément de nombreuses disciplines. Observateur attentif des expériences et soucieux des applications, il n'a cessé de rapprocher ses recherches du monde quotidien. De Gennes a créé un champ nouveau, la matière molle, pour lequel il a reçu le prix Nobel de Physique en 1991.

Il naît à Paris le 24 octobre 1932 et passe son enfance à Barcelonnette dans les Alpes-de-Haute-Provence. Pierre-Gilles de Gennes entre en 1951 à l'École Normale Supérieure, il obtient son doctorat au CEA, est professeur de 1961 à 1971 à l'université d'Orsay, puis professeur au Collège de France. Après l'étude de la supraconductivité, il oriente ses recherches sur l'ordre dans des matériaux complexes : les cristaux liquides, les polymères, les gels, la matière granulaire, domaines auxquels il convient d'ajouter le mouillage et l'adhésion... Dernièrement, il avait rejoint l'Institut Curie pour étudier les

systèmes du vivant et notamment les mécanismes de la mémoire.

Une description impressionniste

Pierre-Gilles de Gennes était un physicien du macroscopique, s'intéressant aux objets qui nous entourent, que l'on peut voir, observer, représenter, schématiser. Peintre et dessinateur lui-même, il essayait de « faire une description impressionniste du monde, qui ignore beaucoup de ses détails mais en garde les grands traits ».

La qualité de son expression, de sa calligraphie et son choix du mot juste étaient fameux : élèves, chercheurs



et grand public se bousculaient dans les amphis lors de ses cours et de ses conférences. Il était reconnu pour son aptitude « à tirer un fil conducteur dans une situation enchevêtrée ». Ses articles scientifiques se distinguent par leur concision : il publiait souvent des propositions nouvelles décrites à grands traits, dont il attendait que ses pairs les développent et les testent par l'expérience. Et ceci dans de nombreux domaines qu'il marquait chaque fois en profondeur.

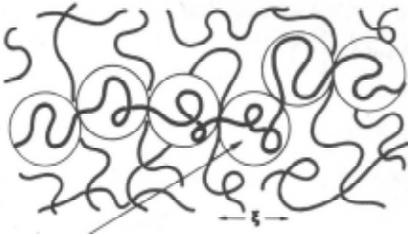


Schéma de polymères selon P.G de Gennes

Il publie en janvier 1972, un article où il construit une analogie surprenante entre un changement d'état magnétique et la forme que prend une longue chaîne de polymères en solution. Ce travail sera repris dans des centaines d'articles, et son livre *Scaling concepts in polymer physics* est cité plus de 5000 fois !

Il inaugure alors une nouvelle approche générale que décrit ainsi le comité Nobel : « Appliquer à des états complexes les méthodes décrivant l'ordre dans les systèmes simples ».

Des applications industrielles

Cette recherche théorique a aussitôt de nombreuses applications : elle permet par exemple de contrôler l'injection de polymères fondus pour la fabrication de pièces en matière plastique. Pierre-Gilles de Gennes reconnaissait volontiers des erreurs. Le meilleur exemple est sans doute l'histoire des brevets sur les cristaux liquides. En 1967, lorsqu'il quitte le champ de la supraconductivité, il fonde le Groupe des cristaux liquides d'Orsay.

Époque héroïque où les théoriciens passent la moitié de leur temps l'œil sur le microscope.

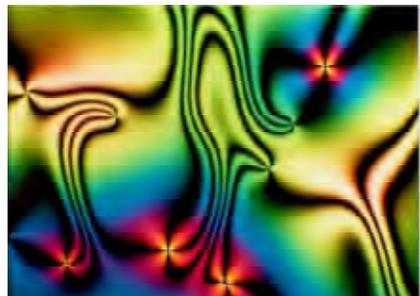
Dans l'enthousiasme de 68, les articles sont signés collectivement par le groupe.

En 1975, les applications sont là, ouvrant le champ immense des affichages LCD, cependant les brevets sont japonais en très grande majorité. L'expérience sera douloureuse, mais profitable. Cette année là, De Gennes prend - pour 27 ans - la direction de l'École de Physique et de Chimie dont il fait le lieu où l'on détient le record de brevets et de start-up par chercheur. Il y encouragera vivement les recherches en physicochimie et introduira la biologie.

Pierre-Gilles de Gennes était chaleureux et rayonnant.

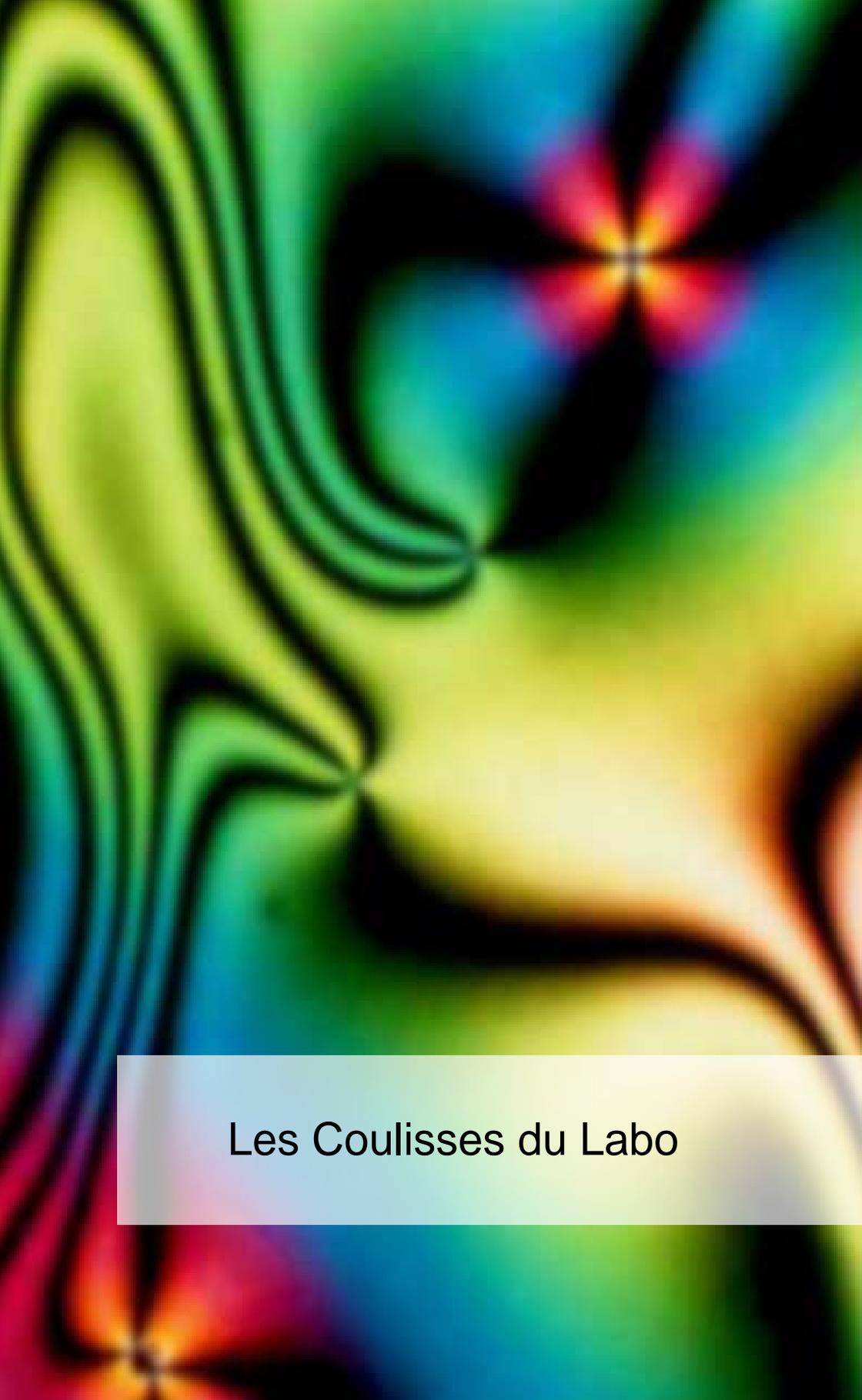
Il avait un don particulier pour mettre à l'aise les jeunes chercheurs. Lorsqu'un jeune lui proposait une idée à laquelle il croyait peu, il proposait gentiment un défi. Si le point de vue du chercheur s'imposait, il s'en réjouissait particulièrement.

Il était très attaché à la diffusion des sciences, et s'est personnellement impliqué en rencontrant les élèves de plusieurs dizaines de lycées après son prix Nobel. Il réfléchit alors sur une ouverture de l'École de Physique et Chimie aux parisiens, et propose l'idée d'un Espace des Sciences. Nous sommes particulièrement heureux que cet Espace porte aujourd'hui son nom.



Défauts dans les cristaux liquides
Copyright Oleg Lavrentovitch



The background is a vibrant, abstract composition of wavy, organic shapes in shades of green, blue, yellow, and red. A prominent feature is a four-pointed starburst or floral motif in the upper right quadrant, with colors transitioning from red to yellow to blue. The overall effect is dynamic and visually rich.

Les Coulisses du Labo



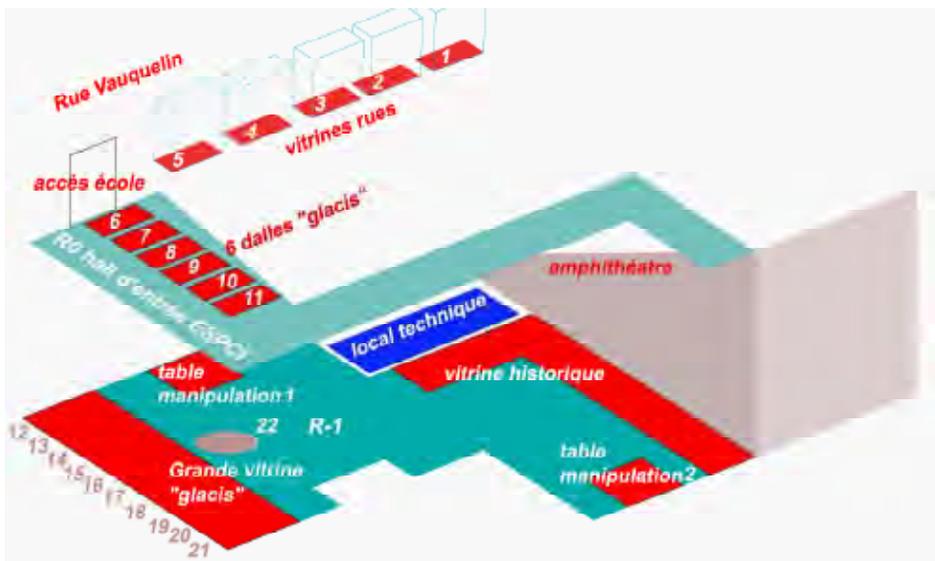
Les Coulisses du Labo s'expose

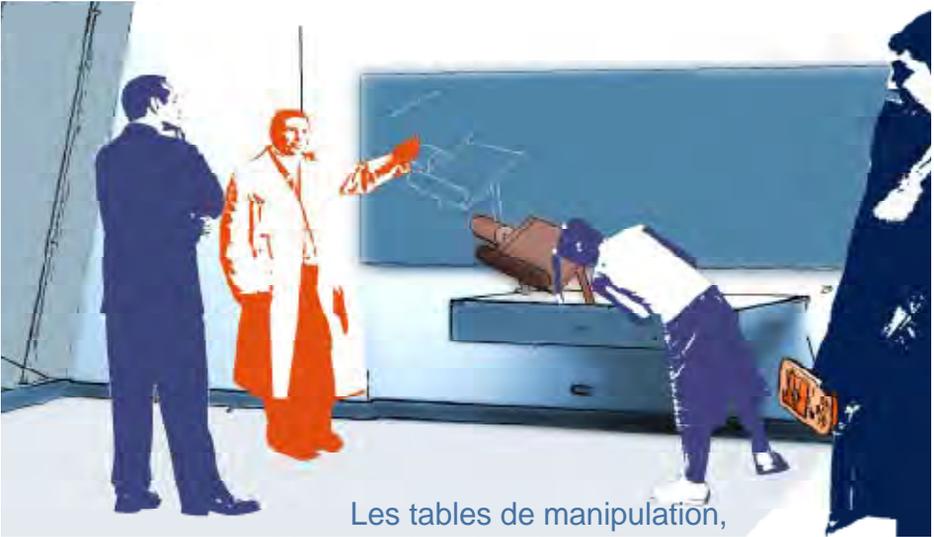
Les chercheurs de l'ESPCI illustrent leurs thèmes de recherche par des expériences interactives accessibles à tous et resituées dans leurs applications quotidiennes.

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes a choisi de proposer à ses visiteurs une visite des coulisses de la recherche. Notre équipe a rencontré longuement les chercheurs de l'ESPCI, avec le soutien technique du cabinet scénographique Guliver Design. Ceux-ci ont proposé plus de cinquante idées pour des manips passionnantes, et ont esquissé avec nous autant de projets d'expériences pour le public. Une vingtaine a été sélectionnée pour illustrer au mieux les principes des recherches poursuivies dans les laboratoires correspondants.



Les dauphins produisent des bulles en anneau





Les tables de manipulation,
Où se pratique la science à mains nues.

Des expériences contrôlées à distance

Les expériences des coulisses du labo sont situées dans des vitrines interactives en quatre lieux de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes :

- la visite commence en interagissant avec les moteurs de la recherche exposés dans les vitrines donnant sur la rue Vauquelin.
- dans le hall d'entrée, six dalles vitrées présentent des illustrations de la matière en mouvement.
- à l'étage inférieur, on découvre la grande coulisse, une vitrine contenant six expériences que l'on contrôle à distance. Une « clé de contact intelligente », le Laboguide accompagne les visiteurs dans leur expérimentation.
- deux tables de manipulation permettent aux chercheurs ou aux médiateurs de faire des démonstrations et de donner des explications au tableau.

Les chercheurs racontent

Après l'expérimentation, le Laboguide vous met en contact avec des enregistrements vidéo que les chercheurs mettent régulièrement à jour pour

décrire les manip qu'ils ont conçues pour vous. Ils reviennent sur une description de ce que vous avez vu et vous guident dans la compréhension des mécanismes mis en jeu. Avec eux, vous entrez dans l'histoire des découvertes correspondantes, et ils vous racontent leur propre parcours ...

Ils vous parlent de leur métier, de leur laboratoire, de ses enjeux et de son avenir. Ils vous décrivent les applications de l'expérience que vous venez de réaliser.



le Laboguide



La matière des manips

La matière et l'énergie sont sous le microscope, tant dans les laboratoires de l'ESPCI, que dans leurs coulisses. Visitons-les en compagnie des chercheurs.



Les moteurs de la recherche

Que peut-il y avoir de commun entre un morceau de caoutchouc et un aimant ? Certes pas les atomes et les molécules qui les constituent, mais plutôt le regard que l'on porte sur leur organisation microscopique. Savez-vous qu'un simple élastique se contracte lorsqu'on le chauffe, tandis qu'un aimant perd son aimantation au-dessus d'une température bien précise, la température de Curie ? Le *Laboratoire de Matière Molle et Chimie* et celui de *Physicochimie des Polymères et des Milieux Dispersés* nous ont aidés à concevoir des « moteurs » à élastique et à aimant qui utilisent ces propriétés. Ils sont exposés dans les vitrines de la rue Vauquelin, que le *Laboratoire Ondes et Acoustique* nous a permis de rendre interactives.

La matière en mouvement

Lorsqu'on entre dans le hall de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes, des états de la matière en mouvement sont présentés sous vos pieds. Du sable soumis au vent prend des formes étranges et imprévisibles, tandis que des fluides magnétiques se hérissent lorsqu'on approche un aimant. Ces instabilités sont étudiées en détail au *Laboratoire d'Hydrodynamique et de Mécanique Physique*. Ce même la-

boratoire vous permet, dans la Grande Coulisse, de contrôler la production de bulles toriques comme le font les dauphins. Dans cette vitrine, le *Laboratoire de Physique Thermique* vous permet d'expérimenter les comportements très particuliers de liquides variés près d'une tige en rotation. A l'ESPCI, d'autres laboratoires, *Microfluidique et Nanostructures*, étudient les écoulements à des échelles microscopiques, ou bien la matière à l'état solide, *Physique du Solide et Physique Quantique*, ou encore ses propriétés chimiques liées aux problèmes de pollution, comme le *Laboratoire d'Environnement et Chimie Analytique*.



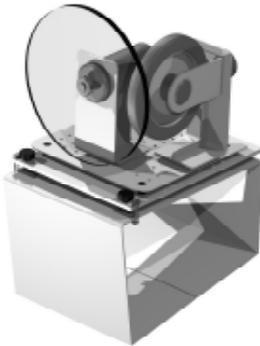
Des grains de très petite taille

La matière se présente sous d'autres états que solide, liquide ou gazeux. Elle peut être dispersée sous forme de grains tellement petits, des colloïdes, que ceux-ci ne sont plus sensibles à la pesanteur. Plusieurs laboratoires dont celui de *Colloïdes et Matériaux Divisés* étudient leurs propriétés, et par exemple la façon dont ils s'agrègent entre eux suivant les forces avec lesquelles ils interagissent. L'une des dalles du hall d'entrée illustre ce processus dans une situation analogue à une échelle visible : des petites boules flottant à la surface de l'eau forment des agrégats très ramifiés sous l'effet des forces capillaires.

Dans la Grande Coulisserie, on observe au microscope des colloïdes magnétiques agités de mouvements désordonnés, le mouvement brownien. Lorsqu'on approche un aimant, ils forment des structures étonnantes qui ont des applications variées comme le séquençage du génome.

Le microscopique modélisé

On découvre aussi dans les dalles du hall trois illustrations de la façon dont un ensemble d'objets se structurent suivant leurs forces d'interaction mutuelles. Ces images modèles, étudiées par exemple par les *Laboratoires de Physico-Chimie Théorique et d'Électricité Générale*, représentent des atomes ou des molécules, mais aussi des particules colloïdales ou macroscopiques. La percolation illustre une situation très générale où quelque chose se propage rapidement à grande échelle, dès que la population, dont les individus sont répartis au hasard, dépasse un certain seuil.



La matière molle, du pneu au post-it

Les molécules très allongées que l'on nomme polymères, sont la base de nos matières plastiques. La compréhension de leurs propriétés physiques et chimiques a eu un essor considérable depuis les années 1970, notamment sous l'influence de Pierre-Gilles de Gennes. Les *Laboratoires de Matière Molle et Chimie et de Physico-chimie de Polymères et des Milieux Dispersés* illustrent ces propriétés par deux applications que nous connaissons

bien, les pneus et le post-it.

Le *Laboratoire de Chimie Organique* nous invite à découvrir que des molécules bien plus simples ont des versions droite et gauche, identiques par réflexion dans un miroir, et dont les propriétés chimiques sont différentes.



Contrôler et apprendre

Le *Laboratoire d'Optique Physique* montre comment on peut utiliser l'« effet mirage » pour mesurer l'échauffement local d'une surface. Si celle-ci comporte des défauts, la température y est différente, et l'effet mirage permet de les détecter et de les localiser même s'ils sont invisibles de l'extérieur. Cette méthode permet par exemple de caractériser la qualité des gaines pour les combustibles nucléaires.

Un automate apprend à réceptionner une boule de flipper grâce à un programme d'apprentissage imaginé par le *Laboratoire d'Électronique*. Le principe est une approche par essais et erreurs, où la machine apprend son métier en accumulant l'information obtenue au cours d'une dizaine de tentatives d'interception.

Faute de place, l'étude de la vie et de la matière vivante poursuivie par les *Laboratoires de Neurobiologie et Diversité Cellulaire, d'Imagerie Biomédicale et de Neurophysiologie, des Nouvelles Microscopies et de Nanobiophysique*, n'est pas encore illustrée dans les Coulisseries du Labo.



L'Aventure du Labo

Des bulles de savon au moteur électrique en passant par le très grand froid et les mystères des écoulements de sable, des médiateurs vous accompagnent dans des expériences surprenantes.

Quels que soient votre âge et votre culture scientifique, L'Aventure du Labo vous emmène dans une exploration du monde quotidien. En compagnie des médiateurs, vous découvrez par vos propres expériences les mécanismes qui organisent la matière. Avec un matériel très simple, vous rencontrez des questions et des concepts surprenants. Les principaux thèmes proposés sont :



- Sable et dunes
- Bulles de savon
- Pesanteur et toupies
- Sons et vibrations
- Lumière et couleurs
- Électricité
- Magnétisme
- Radioactivité
- Air liquide et grand froid
- Matière molle
- Flotte ou coule
- Cuisine et chimie

Si l'on prend l'exemple des bulles de

savon qui nous ont tous émerveillés, avec L'Aventure du labo, vous fabriquez des bulles géantes, vous les faites rebondir, vous les insérez les unes dans les autres ...

Les médiateurs vous initient à leurs secrets, en vous faisant découvrir les lois du mouillage et de la capillarité. Ils décrivent les molécules de savon, dont une partie est à l'aise dans l'eau et l'autre dans l'huile, vous montrent comment elles agissent sur les mélanges et à la surface des liquides. Vous découvrez les surfaces minimales et comment les bulles de savon les créent de façon naturelle.

Un autre thème vous permet de pénétrer dans l'univers des très grands froids, jusqu'à près de -200°C !

Les médiateurs utilisent pour cela de l'azote liquide, le gaz qui constitue 80% de l'air. Vous découvrez que l'on peut ainsi diviser la température – absolue – d'un gaz par quatre, que l'on peut parler de rapports de deux tempé-





mesure que le réservoir se vide. De même, si l'on remplit un tube avec du sable, celui-ci semble de plus en plus léger à mesure que l'on en rajoute ! Le tas de sable bien régulier que forme le jet du sablier a toujours le même angle d'environ 33 degrés car c'est toujours le même mécanisme qui le forme.

ratures et non uniquement de leur différence, parce que la température absolue mesure l'énergie de l'agitation thermique. Comme celle-ci y est quatre fois plus faible qu'à la température ambiante, la plupart des corps gèlent lorsqu'ils sont plongés dans l'azote liquide, et leurs propriétés sont profondément modifiées. Vous observez ce liquide en ébullition, la formation de givre, de brouillard, et les jolies gouttes bleutées d'oxygène sur les parois d'une simple casserole. Les gouttes de ce liquide étonnant ont un comportement étrange : elles glissent très facilement et se déplacent même spontanément sur un mince coussin de gaz.

Le sable aussi présente des propriétés surprenantes que les médiateurs vous font observer. Certaines sont celles d'un solide et d'autres celles d'un liquide. Le sable sec s'écoule, mais de façon fort différente d'un liquide : le débit d'un sablier est régulier alors que si l'on remplace le sable par un liquide, le débit est de plus en plus faible à



Cet angle demeure constant quelles que soient la nature du matériau granulaire et la taille des grains. Cependant, si ceux-ci sont très allongés, le mécanisme d'avalanche est modifié, et cet angle prend des valeurs plus faibles. Vous comprendrez comment les dunes se déplacent en gardant toujours la même forme : sous l'action du vent, les grains de sable de la partie supérieure retombent en avalanche sur le versant abrupt. Ces trois exemples illustrent les itinéraires que vous empruntez au coeur de l'Aventure du Labo, les expériences vous menant aux mécanismes et à la découverte des lois de la nature.





L'Histoire du Labo

Le prix Nobel de physique ou de chimie a récompensé cinq fois les chercheurs de l'ESPCI. L'Espace Pierre-Gilles de Gennes rend hommage aux pionniers que furent les Curie et Langevin en reproduisant leurs expériences. En 2006, une exposition sur Pierre Curie couplée avec le Panthéon, a accueilli 120 000 visiteurs.

Pierre Curie et le magnétisme

1894, Pierre Curie a 35 ans, il est préparateur et chef des travaux à l'École municipale de physique et de chimie industrielles de Paris, qui deviendra l'ESPCI en 1949. Il décide de soutenir une thèse de doctorat portant sur l'étude générale du magnétisme dont les conclusions seront les fondements de cette discipline durant le XX^e siècle: une classification claire des formes de magnétisme, la loi de Curie pour les matériaux dits paramagnétiques, la description de la transition entre l'état paramagnétique et l'état ferromagnétique, *le point* de Curie. Les études de magnétisme de Curie consistent à placer la matière dans l'entrefer des électroaimants, puis à mesurer la force qui s'exerce sur elle en fonction du champ



et de la température.

Une performance expérimentale exceptionnelle, qui permet de mesurer des déplacements aussi petits que 1 micron à 1300°C ! L'Espace Pierre-Gilles de Gennes présente cette expérience historique qui n'avait jamais été reproduite auparavant.



L'expérience qui permet aux Curie de découvrir le radium ...

En 1895, Pierre Curie avait épousé Marie Skłodowska, qui choisit deux ans plus tard d'étudier les rayons uraniques mis en évidence par Becquerel, comme sujet de thèse. Les études de Becquerel étaient essentiellement qualitatives, et Pierre Curie pensait que ce rayonnement nouveau devait être mesuré avec précision pour identifier son origine. Avec son frère Jacques, il avait mis au point depuis 1880 des instruments fort précis pouvant être utilisés pour mesurer des courants électriques très faibles. Marie Curie entreprend ses recherches équipée de ces instruments qui permettent des progrès

rapides : dès les premiers résultats, Pierre abandonne ses recherches en cours, et se consacre avec elle à ces mesures. En une année, ils séparent deux premiers éléments radioactifs, le



Bernard Pigelet utilisant le dispositif de Curie reconstruit par ses soins pour l'Espace Pierre-Gilles de Gennes

polonium et le radium.

Les instruments utilisés dans l'expérience qui fonctionne depuis 2003 à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes, sont des versions commerciales d'époque. En principe, on pourrait utiliser les instruments mêmes qui servirent aux Curie, et qui sont également exposés dans l'Espace PGG. Cependant ils ont été suffisamment contaminés pour que leur rayonnement sorte des normes de sécurité en vigueur.

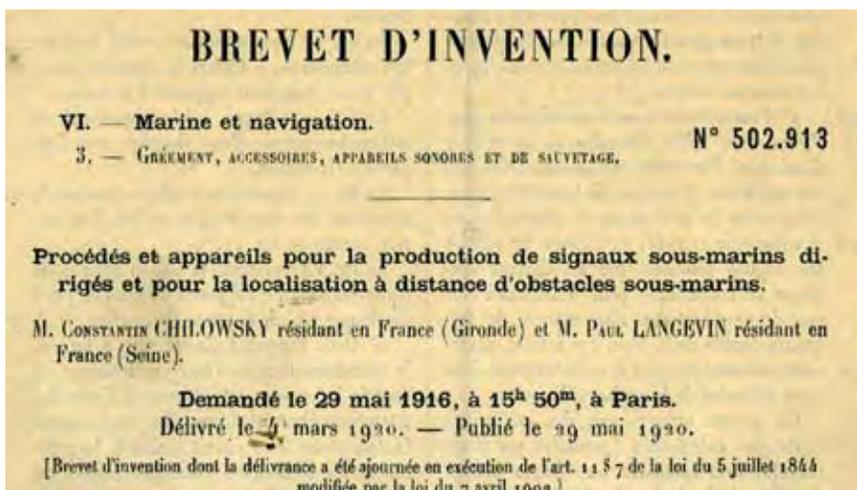
Paul Langevin

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes illustre également les travaux scientifi-

ques de Paul Langevin, directeur de l'ESPCI de 1926 à 1947, et notamment sa contribution à l'invention du sonar. Théoricien exceptionnel, il a développé de grandes idées qui ont bouleversé la physique. Il a travaillé sur la relativité et a beaucoup oeuvré pour faire connaître et accepter les travaux d'Albert Einstein. Il a utilisé la physique statistique de Boltzmann pour construire une théorie du magnétisme expliquant la loi de Curie, qui décrit la variation du magnétisme avec la température. Il a aussi proposé une équation pour décrire la marche aléatoire des particules en suspension dans un liquide, le mouvement «brownien», également étudié par Einstein. Cette «équation de Langevin» est toujours utilisée aujourd'hui, en particulier en biologie.

Langevin et le sonar

Pendant la première guerre mondiale, il a mis au point, avec l'ingénieur Chilowski, le «sonar», appareil destiné à détecter les sous-marins, en utilisant la réflexion des ondes ultrasonores sur ces objets. Un brevet fut déposé, dès 1916, pour cette invention qui fut nommée ultérieurement SONAR (SOUND NAVIGATION and RANGING). Cette première échographie ultrasonore a eu par la suite des applications remarquables, en particulier en imagerie médicale.





Labo : le coup de coeur

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes présente régulièrement des expositions qu'il a réalisées, ou bien invitées en raison de leur qualité scientifique, esthétique, et/ou pédagogique.

Depuis son ouverture en octobre 2004, une ou deux expositions temporaires sont proposées chaque année à l'ESPGG.

On peut retenir par exemple :

- o *De l'idée à l'expérience, de l'instrument à l'industrie 2004-2007*
- o *La physique de Langevin depuis 2005*

De l'idée à l'expérience, de l'instrument à l'industrie

Une exposition conçue et réalisée grâce au concours de Denis Beaudouin, Bernard Pigelet et André-Pierre Legrand.

Au début du XX^e siècle, la Montagne Sainte-Geneviève est une pépinière de constructeurs d'instruments scientifiques. De petites sociétés fondées avec des capitaux privés sont animées par des ingénieurs utilisant leur savoir-faire en micromécanique et



Charles FERY

1865 - 1935

En 1882, il intègre la première promotion de l'ESPCI dont il sort major en 1885. A partir de 1902, il y est professeur d'optique et conçoit divers instruments tel le fameux spectographe que la société Beaudouin commercialisa pendant plus d'un demi-siècle



*actinomètre FERY ; vers 1905
Charles Beaudouin*

en électricité. Elles sont conseillées par des chercheurs universitaires de l'ESPCI et d'autres écoles du quartier : « il suffit de traverser la rue » pour faire passer un instrument du laboratoire à la commercialisation.



Fernand HOLWECK 1890 - 1941.

Il sort de l'ESPCI en 1910. Préparateur au laboratoire Curie, il travaille auprès de Marie puis comme maître de conférence à la faculté des Sciences de Paris, où il établit en 1920 la continuité entre les rayons ultra-violet et les rayons X. Il est l'inventeur d'une pompe à vide moléculaire qu'il couplera aux lampes d'émission de TSF afin de les rendre démontables et réparables. En 1923, il expérimente un puissant émetteur TSF de ce type au sommet de la Tour Eiffel. Dès 1926 il met au point un système de télévision en collaboration avec d'autres chercheurs. À la même époque il met également au point un gravimètre pour la recherche de gisements miniers et pétroliers. Dès 1941, il rentre dans la résistance et participe à l'aide aux parachutistes et aviateurs britanniques. Le 24 décembre 1941, il décède des tortures auxquelles le soumet la Gestapo.



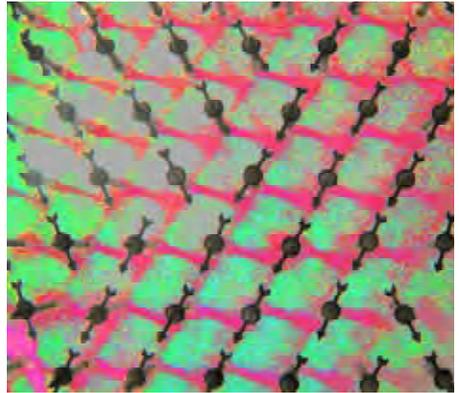
Oscillographe DUBOIS, 1930 Charles Beaudouin

L'exemple des établissements Charles Beaudouin

Charles Beaudouin installe son atelier de « Mécanique de précision, électricité » près de l'ESPCI en 1903. Il est secondé par Henri Gondet qu'il emploie dès sa sortie de l'ESPCI en 1910, puis par Paul Beaudouin en 1932, issu de la 47^e promotion de l'ESPCI. Durant plus de soixante années, l'entreprise construira de nombreux instruments de physique pour le laboratoire et l'industrie.

Située rue Lhomond et rue Rataud, l'entreprise emploiera jusqu'à 80 salariés durant la Grande Guerre, et son effectif atteindra 120 employés et ouvriers en 1970, lorsque la famille doit la céder à Alcatel après le décès de Paul Beaudouin qui en assurait la direction depuis 1945 .

Charles Féry (1865-1935) est un merveilleux exemple de tels chercheurs. Il intègre la première promotion de l'ESPCI dont il sort major en 1885. Professeur d'optique à partir de 1902, il conçoit de nombreux instruments, tel son fameux spectrographe commercialisé pendant plus d'un demi-siècle ! On peut aussi citer un actinomètre pour la mesure des rayonnements solaires, un réfractomètre pour la mesure de composition des solutions, un pyromètre - la lunette de Féry - encore employé dans la sidérurgie, un étalon lumineux brûlant de l'acétylène... Ajoutons l'horloge électrique construite à des milliers d'exemplaires pour les quais de gare et nos mairies. Une pile conçue par Féry était capable d'assurer leur fonctionnement pendant plusieurs années !



Un réseau d'aiguilles aimantées

La physique de Langevin

A l'occasion de l'Année mondiale de la physique en 2005, l'Espace Pierre-Gilles de Gennes et la bibliothèque de l'ESPCI font connaître au grand public, la vie et l'œuvre de Paul Langevin, un des grands physiciens français du XX^e siècle. Une série d'expériences illustre ses travaux, principalement ceux sur le magnétisme et les ultrasons. Un réseau d'aiguilles aimantées permet par exemple d'illustrer sa théorie du magnétisme, à savoir la compétition entre les forces magnétiques qui tendent à orienter des aimants microscopiques - que l'on nommera plus tard spins - dans le sens du champ magnétique, et l'agitation thermique qui installe le désordre.



Gravimètre HOLWECK-LEJAY ; 1930



Labo : le coup de coeur

D'autres exemples d'expositions récentes réalisées, ou bien invitées en raison de leur qualité scientifique, esthétique, et/ou pédagogique par l'Espace Pierre-Gilles de Gennes :

*o Sciences à l'école : quelle histoire !
2005-2006*

o Physique impériale 2006-2007

o Dessine-moi un scientifique 2007

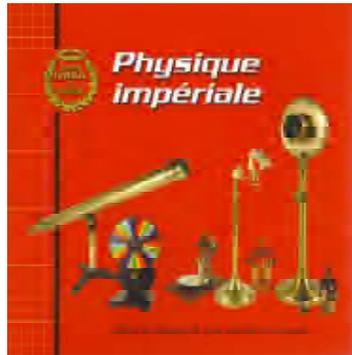
Sciences à l'école : quelle histoire !

Pour célébrer les dix ans de la dynamique *La main à la pâte*, l'ESPGG a accueilli cette exposition conçue par l'Académie des sciences. Trois grandes parties présentent les modèles pédagogiques dominants qui se sont succédés, de la loi Guizot, en 1833, à nos jours :

- de la leçon de choses à la leçon de sciences (1833 - années 50)
- l'Éveil et ses suites : un espoir déçu (1960 - 1995)
- *La main à la pâte* et la rénovation : un nouveau départ (depuis 1996).

Physique impériale

Cette exposition venue de Périgueux du Lycée Bertran de Born présente des instruments de physique du XIX^e pour



l'enseignement secondaire. Écoutons ce qu'en dit Yves Quéré : « On admirera ces signes vivaces, émouvants et efficaces d'une science toujours en mouvement et en perpétuelle ré-invention. Ces objets sont vivaces parce qu'ils sont là, devant nous, prêts à l'usage comme au jour même où, pour la première fois, ils délivrèrent leur message, égrenèrent leurs mesures, participèrent au déchiffrement d'une nature qu'ils copiaient en la stylisant, et comme aux jours suivants où, inmanquablement, ils énonçaient sans se lasser une répétitive vérité. Ils sont émouvants



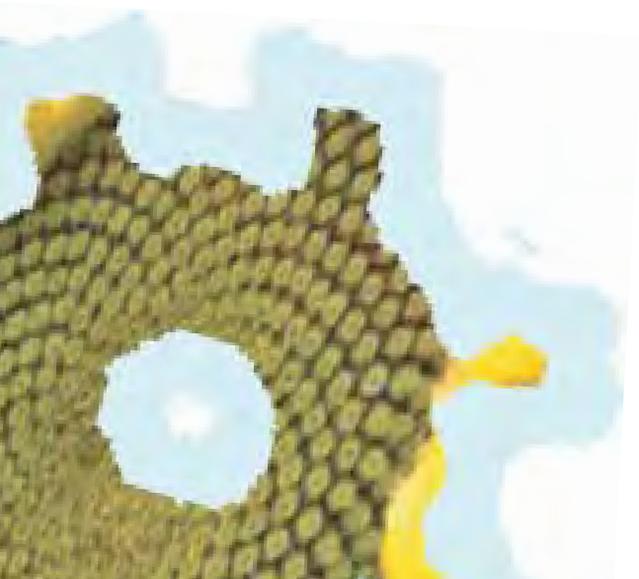


parce qu'ils sont les témoins de cet immémorial besoin de connaître et de comprendre qui fait l'honneur de l'homme et, dans une large mesure, son bonheur ; parce qu'ils nous chuchotent à l'oreille, si nous savons écouter, la longue patience, la constance, l'ardeur et l'intelligence d'ancêtres envers qui nous avons une inestimable dette. Ils sont efficaces parce qu'en eux, nous revivons cette passion qui fut la leur ; parce que, plus souvent que des instruments chromés, computerisés, profilés, encastrés, numérisés... ils parlent d'eux-mêmes de leur fonction, nous invitent à deviner le résultat de l'expérience qu'ils suggèrent, nous donnent envie de les toucher, de les caresser, et mieux, de les faire fonctionner ; parce qu'ainsi, ils nous font désirer d'entrer en science».

Dessine-moi un scientifique

Tirée du livre du même nom, cette exposition reprend les traits essentiels de l'étude sur des portraits de scientifiques dessinés par mille enfants de l'école primaire, étude décrite plus loin dans ce document. Georges Charpak nous la présente : « Hommes ou femmes, faisant des expériences et cherchant des solutions à des problèmes, pour leur plaisir, pour aider l'humanité ou pour faire la guerre... Pour devenir chercheur et ingénieur, il ne faut pas être le premier à l'école, il faut des qualités variées que l'on acquiert sur le terrain, dans les labos et au sein d'une équipe. Faire des hypothèses, réaliser des expériences, raisonner, argumenter sur les résultats... c'est l'esprit de *La main à la pâte*. Les scientifiques sont souvent joyeux car il n'y a rien de plus drôle que de faire des expériences. Les enfants sont heureux de faire des sciences pour connaître la nature, et découvrir des choses que bien des adultes ne savent pas encore... Je dirais aux instituteurs comme aux scientifiques, aux parents et aux politiques : regardez, et réfléchissez ! »







Les Conférences Expérimentales

Conférences Expérimentales

Depuis l'année 2003, l'Espace Pierre-Gilles de Gennes propose un lundi par mois une conférence autour d'expériences présentée par les meilleurs spécialistes, dans tous les domaines du savoir scientifique.

Nous proposons au public une dizaine de conférences par an, centrées sur des expériences illustrant des acquis scientifiques récents et des questions encore non résolues. Ouvertes à tous les publics, ces conférences sont présentées le plus souvent par deux scientifiques intervenant à tour de rôle sur des aspects complémentaires. Tous les thèmes, toutes les disciplines scientifiques sont abordés, les laboratoires universitaires et industriels participent à ces manifestations, proposant un vaste panorama des recherches actuelles. Dès la première année des thèmes très variés ont été présentés, de la biologie à la physique en passant par les explosifs pour finir sur la chimie de la cuisine.



LittéraSciences

Depuis 2005 un nouveau type de conférences est proposé au public, où un même thème est illustré par un scientifique renommé, en contrepoint avec la lecture de textes que la comé-



Hubert Reeves

dienne Micheline Uzan choisit avec lui. Le propos scientifique est ainsi naturellement replacé au sein de la culture ordinaire. La première question abordée fut : «Le temps existe-t-il ?», alors que l'on célébrait le centenaire de l'année prodigieuse d'Einstein. Etienne Klein et Micheline Uzan nous ont montré combien les façons d'appréhender le temps sont variées, et leur comparaison passionnante. En 2006, Hubert Reeves nous a parlé, vingt ans après, de son livre, *Patience dans l'Azur* : « J'en avais écrit d'abord le texte, qui raconte un peu l'histoire de l'Univers ; et je cherchais un titre... j'ai retrouvé ce beau poème de Valéry, Palme qui commence par ces vers : Patience, Patience, Patience dans l'azur, chaque atome de silence est la chance d'un fruit mûr ».

Un amphi tout neuf

Les conférences se déroulent dans l'amphithéâtre Langevin (170 places) qui a été totalement rénové.



Pendant une conférence, il est possible d'utiliser, de monter en direct et d'enregistrer les signaux provenant de 5 caméras, 5 micros HF, un micro filaire, 2 ordinateurs, 1 lecteur de CD-DVD. Des liaisons duplex peuvent être établies avec les autres amphithéâtres du bâtiment, permettant de relayer l'image et le son vers ces amphis et d'augmenter ainsi la capacité d'accueil qui passe de 170 personnes à environ 420 personnes. Les conférences sont annoncées par Paris Info Mairie, relayées sur le site de la Mairie de Paris, mais aussi par les associations à caractère scientifique ou d'enseignement, les sites du CNRS, de la Société Française de Chimie...

Les tables d'expériences sont prêtes...

Le public commence à s'installer, chacun arrive en avance pour être certain d'avoir sa place favorite. On guette le visage de Fabrice Esnault pour voir si un incident technique de dernière minute ne se profilerait pas à l'horizon. C'est rare, mais c'est déjà arrivé... On chuchote, on papote, on se salue d'une extrémité à l'autre de l'amphi. Puis Micheline Uzan s'empare avec vigueur du micro, et offre son large sourire en prenant son élan dans une respiration généreuse. Voilà, c'est parti, on va tout savoir sur les orateurs au travers d'une biographie chaleureuse. Puis, place aux expériences !



Dominique Bonnin

PROGRAMME 2003

28 avril

**DE LA CHIMIE DE LA BEAUTÉ
À LA BIOLOGIE DE LA BEAUTÉ**

Patricia Pineau L'Oréal

19 mai

LA PROTECTION DES RÉCOLTES

Vance Bergeron
David Queré
ENS - Collège de France

16 juin

**LES EXPLOSIFS :
DU LABORATOIRE AU CANON À EAU**

Jacques Donati
Jean-Jacques Minet
Préfecture de Police

15 septembre

BULLES : SON ET LUMIÈRE

Sébastien Balibar
Frédéric Caupin
ENS - Paris

13 octobre

LE VERRE, UN MATÉRIAU FRAGILE ?

Hervé Arribart
René Gy
Saint Gobain

17 novembre

**FROTTEMENT, GRINCEMENT, TREMBLEMENT :
DU FREIN À L'ARCHET**

Tristan Baumberger
Vincent Jeudy
Université Paris VII
Palais de la Découverte

8 décembre

**PEUT-ON METTRE DE LA
CHIMIE DANS LA CASSEROLE ?**

Hervé This
INRA/Collège de France

PROGRAMME 2004

26 janvier

LES COLLOIDES EN MÉDECINE DIAGNOSTIC ET THÉRAPEUTIQUE

Jérôme Bibette (voir UTLs)
Jean-Pierre Benoit
ESPCI - Faculté de médecine d'Angers

9 février

JEU DE GRAINS: TAS DE SABLE ET AVALANCHES

Olivier Pouliquen
Yoel Forterre
Université de Provence

15 mars

LE BÉTON : L'ÉLÉGANCE DE LA MATIÈRE

Béatrice Bourdette
Angélique Vichot
Alain Capmas
ATILH, EFB

26 avril

SUR LA GENÈSE DES FORMES EN PHYSIQUE ET EN BOTANIQUE

Yves Couder
Marc Rabaud
ENS - Paris



17 mai

SOL, PLANTES ET ATMOSPHÈRE : UNE UNION VITALE

Daniel Tessier
Jean-François Morot-Gaudry
INRA

7 juin

LES MARÉES NOIRES QUEL IMPACT ? QUELLES SOLUTIONS ?

Christine Dalmazzone
François Merlin
IFP - CEDRE

20 septembre

PILES ET ACCUMULATEUR, ÉLÉMENTS CLÉS DE NOTRE SOCIÉTÉ

Jean-Marie Tarascon
Dominique Larcher
Université de Picardie



18 octobre

VIBRATION ET PERCEPTION : L'ALCHIMIE DE LA VOIX CHANTÉE

Michèle Castellengo
Nathalie Henrich
Université P & M Curie

15 novembre

HISTORIQUE, LE CAS DES COLLES

Michel Barquins
ESPCI

13 décembre LE MAGICIEN D'EAU

Richard-Emmanuel Eastes
Francine Pellaud
ENS - Université de Genève

PROGRAMME 2005

24 janvier

CIMENTATION 10KM SOUS LA TERRE
LES DÉFIS DES PUIITS PÉTROLIERS

Bernard Montaron
Dominique Guillot
Société Schlumberger

21 février

**DES MOUVEMENTS
PENDULAIRES AU CHAOS**

Pierre Couillet
Université de Nice -
Sophia Antipolis

21 mars

LE RUISELLEMENT DES LIQUIDES :
GOUTTES, POINTES ET MÉANDRES

Marc Fermigier
Laurent Limat
ESPCI

18 avril

LE GÉNIE DES PYRAMIDES

Pierre Crozat (Architecte)
Institut Polytechnique de Lorraine

9 mai

LA MÉCANIQUE DU SABLE

Éric Clément
Philippe Claudin
ESPCI



6 juin

DES ODEURS ET DES GOÛTS :
**FERMONS LES YEUX ET DÉCOUVREONS
LE MONDE DES ODEURS**

Roland Salesses
INRA-Biotechnologies

26 septembre

ÉLÉMENTAIRE MON CHER WATSON ?

Marie-Hélène Cherpin
Richard Marlet
Philippe Chopin
Préfecture de Police- Paris

17 octobre

DE TOUTES LES COULEURS



Jacques Livage
Serge Berthier
Collège de France
Université Paris VII

14 novembre

IMPRESSIONS COLORÉES

Françoise Viénot
Yves Charnay
CRDG - Muséum national
d'Histoire Naturelle
École Nationale Supérieure
des Arts Décoratifs

12 décembre

MOUVEMENT DANS LA CELLULE :
LE PRINCIPE DU LANCE-PIERRE

Cécile Sykes
Julie Plastino
Jacques Prost
Institut Curie - ESPCI

PROGRAMME 2006

23 janvier

**LA CHASSE AUX TRACES...
DE POLLUTION**

Marie-Claire Hennion
Valérie Pichon
ESPCI



24 avril

**TIRER ET TORDRE
UNE MOLÉCULE D'ADN**

Vincent Croquette
Timothée Lionnet
École Normale Supérieure

15 mai

A LA RECHERCHE DE L'OR NOIR

Fadhel Rezgui
Eric Parot
Société Schlumberger

25 septembre

**POURQUOI LA COLLE ?
DU MIEL AU POST-IT**

Anke Lindner
Costantino Creton
ESPCI

13 novembre

**QU'EST CE QUI FAIT TREMBLER
LA TERRE ?**



Pascal Bernard
Marie-Paule Bouin
Institut de Physique
du Globe de Paris

20 février

**DU SILEX À L'ARME DE JET :
TAILLE ET EMMANÈCHEMENT
DES OUTILS LITHIQUES**

Martine Regert
Jacques Pellegrin
C2RMF
Université Paris X

20 mars

**DIAMANTS, RUBIS, SAPHIR, EMERAUDE...
GEMME, LA COULEUR DE SES DÉFAUTS**

Emmanuel Fritsch
Benjamin Rondeau
Université de Nantes-IMN
Muséum National d'Histoire Naturelle

12 juin

D'ARGILE ET DE TERRE



Henri Van Damme
Laetitia Fontaine
Romain Anger
ESPCI
CraTERRE- Grenoble

16 octobre

VOIX CI VOIX LA

Marie-Agnès Faure
Bruno Coulombeau
Romain Perouse
Phoniatres, chirurgien

11 décembre

**LA BIÈRE,
ALCHIMIE, CHIMIE OU ART ?**

Jean-Paul Hebert
Gwenaël Samotyj
ENSIA
Artisan Brasseur

PROGRAMME 2007

22 janvier

DE LA PLANTE AU MÉDICAMENT

François Tillequin
François-Hugues Poree
Faculté de Pharmacie

12 février

**COMMENT LE MAGNÉTISME
VIENT AUX MOLÉCULES**



Michel Verdaguer
Françoise Villain
Université Paris VI

19 mars

**DES NANO-AIMANTS
AU COEUR DU VIVANT**

Claire Wilhelm
Florence Gazeau
Université Paris VII



23 avril

**LES NOEUDS, DU VOILIER
AU NOYAU DE LA CELLULE**

Giovanni Dietler
Mélanie Favre
Ecole Polytechnique
Fédérale de Lausanne

14 mai

**CES PHÉNOMÈNES LUMINEUX
QUI NOUS ENTOURENT**

Bernard Valeur
Elisabeth Bardez
Conservatoire National des Arts et Métiers

4 juin

**L'ACOUSTIQUE MUSICALE ENTRE
LE LABORATOIRE ET LE MUSÉE**

Charles Besnainou
Stéphanie Vaiedelich
Thierry Maniguet
Université Paris VI
Musée de la Musique

24 septembre

**RECRÉER LA VIE ? JARDINS CHIMIQUES
ET CELLULES OSMOTIQUES...**

Richard-Emmanuel Eastes
Clovis Darrigan
ENS
Université de Pau

15 octobre

A QUOI SERT LE SAVON ?



David Quéré
Christophe Clanet
ESPCI
Ecole Polytechnique

12 novembre
NANOTECHNOLOGIES FLUIDES

Patrick Tabeling
Annick Marin
ESPCI



10 décembre
L'ART DU PARAÎTRE

Emmanuel Delfosse
Florian Thévenot
Muséum Nationale d'Histoire Naturelle
Consultant scientifique

PROGRAMME 2008

21 Janvier

IMAGES ACOUSTIQUES

Mathias Fink
Ros-Kiri Ing
Gabriel Montaldo
ESPCI

18 Février

LE MYSTÈRE DE LA COULEUR DES FLEURS, DES FRUITS... ET DU VIN !

Raymond Brouillard
André Fougerousse
Université de Strasbourg

17 Mars

RYTHMES ET ORNEMENTS CHIMIQUES

Etiennette Dulos
Patrick De Kepper
Université de Bordeaux I

14 Avril

LA RAISON DES RUPTURES : DE L'IMPORTANCE D'ÊTRE IMPARFAIT

Elisabeth Bouchaud
Daniel Bonamy
CEA-Saclay

19 Mai

VÉRITABLES CRISTAUX LIQUIDES ?

Pawel Pieranski
Wiebke Drenckhan
Université Paris XI

2 Juin

DES AIRS DE DÉSERT : LES MYSTÈRES DU CHANT DES DUNES

Bruno Andréotti
Lénaïc Bonneau
ESPCI

22 Septembre

DES INFOS AU BOUT DES DOIGTS

Moustapha Hafez
Samuel Roselier
José Lozada
CEA LIST-Fontenay



20 Octobre

HAUTE RÉOLUTION EN IMAGERIE CELLULAIRE : QUAND L'OPTIQUE S'ADAPTE AU PHYSIOLOGIQUE

Nicolas Château
Francois Lacombe
Société Imagine Eyes
Société Mauna Kea
Technologies

17 Novembre

EN VERRE ET CONTRE TOUT... LE VERRE NOUS PROTÈGE

François Creuzet
Emmanuel Valentim
Société Saint Gobain

8 Décembre

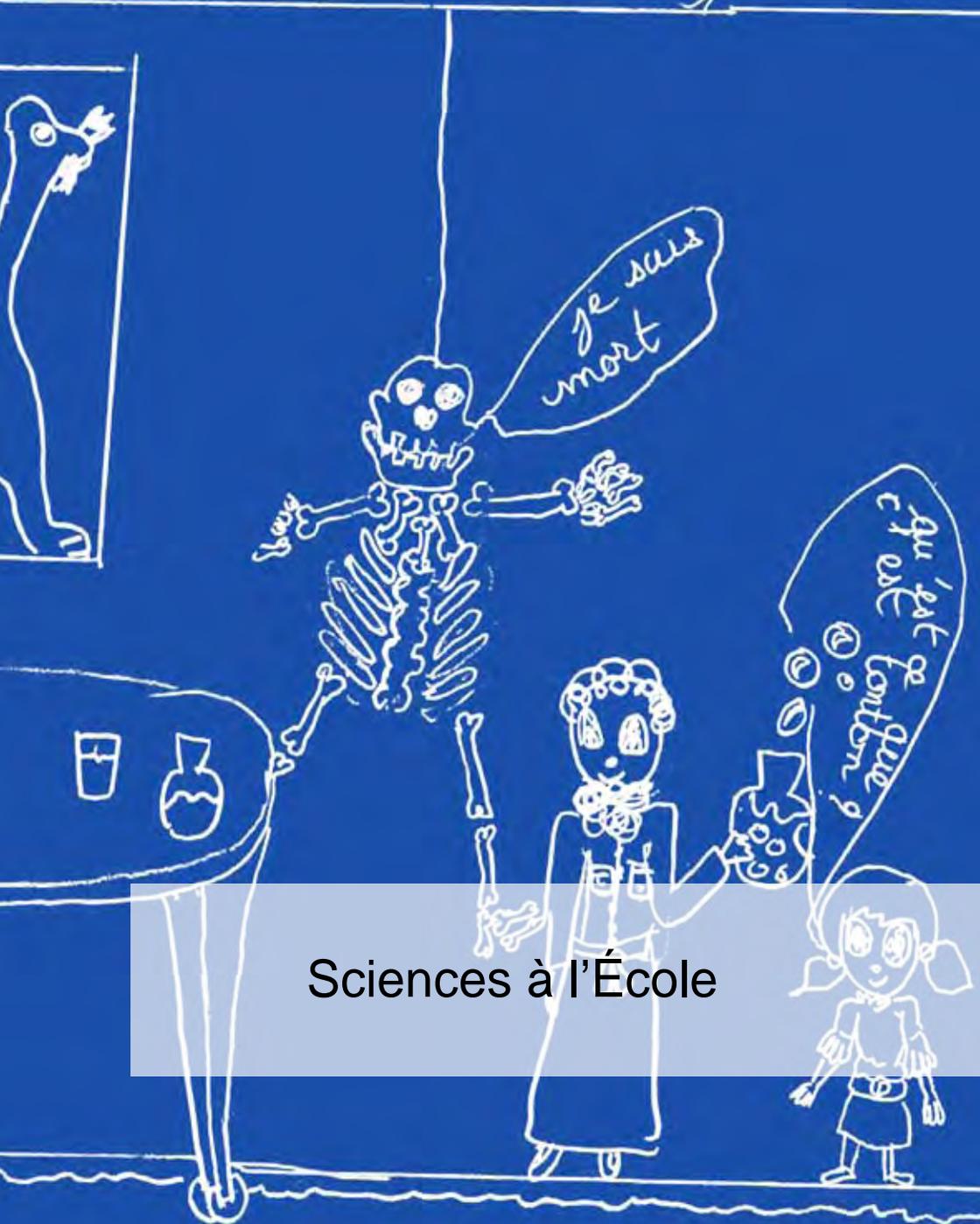
L'ORDINATEUR A-T-IL LE SENS DU RYTHME ET DE LA MÉLODIE ?

Bertrand David
Gaël Richard
Télécom Paris

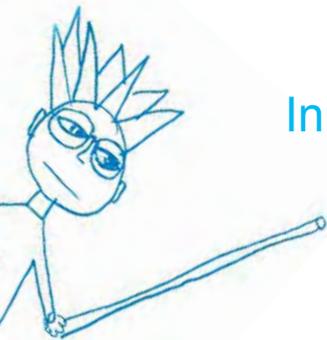
Pour moi la science
de choses dans le
de l'astronomie de comp
la terre.



c'est quand on s'occupe
passé, ou aussi de faire
rendre le fonctionnement de



Sciences à l'École



Initier à la démarche scientifique

Par son pôle « Sciences à l'école », l'Espace Pierre-Gilles de Gennes contribue à la rénovation de l'enseignement des sciences à l'école, au collège, au lycée...

- ➔ en pratiquant l'accompagnement scientifique d'enseignants et de leurs classes.
- ➔ en formant des maîtres à l'enseignement des sciences
- ➔ par des expertises pour de nouveaux cursus
- ➔ par des recherches pédagogiques



Observer, s'émerveiller, expérimenter, raisonner...



Emeric, CM1

L'équipe...



Michel Laguès



Marie Odile
Lafosse-Marin



Jacques Treiner



L'accompagnement scientifique à l'école

Des élèves ingénieurs et des enseignants chercheurs de l'ESPCI accompagnent les enseignants lors des séances de sciences dans les écoles primaires parisiennes.

Depuis janvier 2000 plusieurs centaines d'étudiants et de chercheurs de l'ESPCI ont accompagné des enseignants et leurs classes dans des écoles parisiennes, pour préparer et conduire les séances de sciences.

Issu de la dynamique *La main à la pâte*, l'accompagnement scientifique est une forme originale de partenariat entre l'école primaire et les personnes ayant une formation scientifique, en particulier les étudiants des grandes écoles et des universités, mais aussi les ingénieurs et chercheurs en activité ou retraités.



Il s'agit moins de favoriser l'émergence de vocations pour de futurs jeunes scientifiques, que d'accompagner les enseignants lors de l'enseignement



des sciences, d'initier avec eux les enfants à une démarche d'investigation, de contribuer aux enseignements fondamentaux par le développement du langage oral et écrit, de participer à leur éducation à la citoyenneté par l'argumentation et le débat.

Avec leurs compétences respectives en science et en pédagogie, l'«accompagnateur scientifique» et l'enseignant préparent et conduisent ensemble pendant plusieurs semaines les séances de science.

Une Charte de l'accompagnateur scientifique précise le partage de leurs rôles respectifs et leur complémentarité. L'enseignant reste le spécialiste de l'apprentissage dans la classe, il garde la maîtrise pédagogique du déroulement de la séance tandis que l'accompagnateur guide la démarche scientifique dans le dialogue et l'interaction avec le maître et ses élèves. Ensemble, ils identifient les enjeux et les objectifs et se mettent d'accord sur le déroulement des activités.

Les colloques nationaux de l'ASTEP co-organisés par l'Espace Pierre-Gilles de Gennes.

En avril 2003 à Paris, l'ESPCI a initié, avec l'École Normale Supérieure une première rencontre des acteurs de *l'Accompagnement en Science et Technologie à l'École Primaire (ASTEP)* venus de Nantes, Perpignan, Chambéry, Paris...

En mai 2004 à Paris, le colloque sur l'ASTEP avait comme sous titre : *«un défi partagé par enseignants, scientifiques et ingénieurs»*.

Il a été co-organisé par l'ESPCI, l'École des Mines de Nantes, l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, et l'École Normale Supérieure avec la collaboration des Académies des Sciences et des Technologies et de l'équipe *La main à la pâte* de l'INRP. Une **Charte de l'ASTEP** a été rédigée et un **Comité National**, créé.

Les 5 et 6 décembre 2007 à Nantes



Le Colloque national ASTEP était commandité par le Ministère de l'Éducation Nationale, l'Académie des Sciences, l'Académie des Technologies et l'École des Mines de Nantes. L'ESPCI a été membre du comité d'organisation.

Pendant deux jours, chercheurs, enseignants, formateurs, inspecteurs, conseillers pédagogiques... ont présenté et discuté des pratiques de l'ASTEP et



défini les ressources et actions nécessaires à son développement en France et dans le monde.

« *Mettre la science et la technologie en partage* » c'est en effet pour l'enseignant, entrer dans une démarche professionnelle nouvelle, ouverte, où l'apprentissage des sciences est construit à trois ; c'est pour le scientifique, une manière de contribuer à la réflexion sur l'enseignement des sciences mais aussi de renouveler son regard sur sa pratique professionnelle ; et c'est pour l'élève, l'occasion de comprendre que la science naît de l'interrogation sur le monde, de l'expérimentation sur les objets et les phénomènes qui le constituent, et des réponses argumentées qui le rendent intelligible. C'est alors une image plus familière de la science, de ses méthodes, de ses acteurs qui se fait jour.

Le *Guide de découverte* de l'ASTEP décrit et illustre plusieurs modalités d'accompagnement : participation en classe, parrainage, accompagnement à distance, élaboration de ressources, participation à la formation des maîtres...

Pour en savoir plus : voir les sites de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes, de l'École des Mines de Nantes et de *La main à la pâte*

<http://www.espci.fr/esp/>
<http://astep2007.emn.fr/>
<http://www.inrp.fr/lamap/>



Formation des enseignants

L'Espace Pierre-Gilles de Gennes contribue à la formation des professeurs des écoles parisiennes

Dans le cadre de partenariats avec des écoles primaires de Paris, celles du 13^{ème}, et l'École Active Bilingue Jeannine Manuel en particulier, l'Espace Pierre-Gilles de Gennes contribue depuis plusieurs années à la formation des enseignants.

Des travaux et débats ont été menés sur les différentes démarches scientifiques, le sens et la vérité d'une mesure, l'importance de l'écrit en sciences, les sources documentaires : livres ou internet ? L'apport de l'histoire des sciences ...

Les professeurs des écoles ont mis *La main à la pâte* en expérimentant eux-mêmes. Devenus acteurs, ils ont analysé leur pratique : «On a vécu une démarche scientifique et on a mis des mots dessus».

« A l'école du labo »

Depuis 2005-06 l'ESPCI participe au plan de formation continue des professeurs des écoles de l'Académie de Paris.

Au menu : réflexion sur leurs représentations des scientifiques, de la science, de la technologie, sur celles de leurs élèves et ce qu'ils leur transmettent. Immersion en laboratoire : visites de labo et rencontres de chercheurs. Mise en situation de questionnement



et d'expérimentation.

Table ronde avec des scientifiques sur les démarches des chercheurs et celles des enseignants et de leurs élèves.

Conception de séquences de science, testées en classe puis reprises collectivement...

Ce stage d'une semaine et demie, apprécié à la fois par les enseignants et le rectorat, est reconduit chaque année.

Projet européen

L'espace Pierre-Gilles de Gennes a participé au projet GRID* qui a pour objectif de créer un réseau d'échanges de bonnes pratiques dans le domaine de l'enseignement des sciences en Europe au niveau des décideurs et des établissements scolaires impliqués dans des expérimentations innovantes.

*GRID : Growing Interest in the Development of teaching science



Vers de nouveaux cursus au collège

Itinéraire de questionnement scientifique : un enseignement intégré de sciences et technologie à l'École Active Bilingue Jeannine Manuel

La direction et les enseignants de l'EABJM, en collaboration avec les chercheurs du pôle Sciences à l'École de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes, se sont engagés depuis mars 2005 dans une action de refonte complète des *curricula* scientifiques au collège. Cette innovation s'inscrit dans l'article 34 de la loi sur l'école qui favorise les expérimentations comme celle que pilote l'Académie des Sciences.

Leurs objectifs :

- Rejoindre, provoquer et stimuler les questionnements des élèves sur le monde qui les entoure et dont ils font partie.

- Etablir une progression intégrée de sciences et technologie autour de thèmes qui, par leur construction, appellent la contribution des différentes disciplines et intègrent l'histoire des sciences et des scientifiques.

- Donner de la continuité à l'enseignement sous la forme d'une « semaine sciences » toutes les deux semaines.

Les thèmes qui structurent le parcours: *Notre place dans l'Univers, Interactions systèmes - environnement, Matière et Structures*, correspondent à des

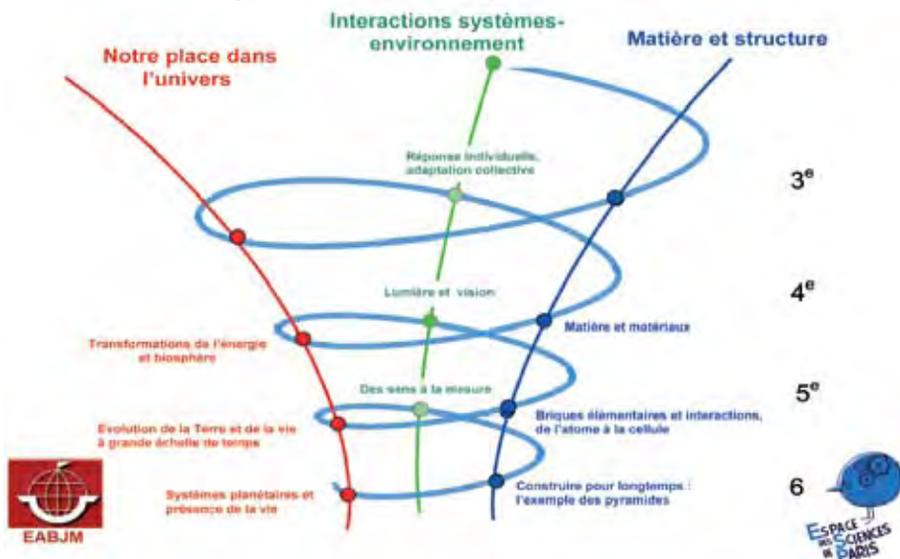


interrogations suffisamment vastes et fondamentales pour être reprises en s'enrichissant d'une année sur l'autre, et pour que se mette en place ainsi, au cours des années de collège, une hélice de la connaissance.

Cette progression doit également permettre, peu à peu, une bonne identification des disciplines, tant par leurs objets que par leurs méthodes spécifiques.

Ce projet innovant est apprécié et valorisé par le Ministère de l'Education Nationale qui envisage son extension à d'autres établissements.

Au lycée : l'Espace Pierre-Gilles de Gennes répond aux demandes des lycées qui le sollicitent.





Recherche pédagogique

La recherche pédagogique à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes

Contribuer à la rénovation de l'enseignement des sciences nécessite une activité de recherche pédagogique. Pour qu'une innovation puisse se développer, il est nécessaire d'établir des relations étroites entre la pratique, la recherche et la formation. Or, l'accompagnement scientifique est une innovation dont l'impact, qui ne peut être encore pleinement apprécié, est susceptible d'être important. Quels en sont les enjeux à court et à long terme? Enjeux de savoirs et d'apprentissage, enjeux de développement de l'enfant, enjeux pour l'école et pour la société? Quelles conceptions de la science et des activités scientifiques sont véhiculées? En quoi la pratique des enseignants et les comportements des enfants sont-ils modifiés? Telles sont les questions qui se posent.



sages des élèves. L'accompagnement scientifique n'est pas seulement, pour l'enseignant non scientifique, une aide pour dépasser ses appréhensions à enseigner les sciences, il crée une situation pédagogique nouvelle qui modifie le rapport à l'acte d'apprendre des élèves. Il leur permet d'oser se risquer avec leur enseignant dans l'aventure de la démarche scientifique.

L'accompagnement scientifique : une situation pédagogique originale

Une recherche a été réalisée sur les interactions langagières entre le maître, les élèves et le scientifique pendant une séance de sciences avec un accompagnateur dans une classe d'école élémentaire.

Un changement du rapport au savoir a été décelé à travers les nouvelles places que les élèves peuvent trouver et prendre dans cet espace où l'enseignant et l'accompagnateur coopèrent avec des rôles complémentaires pour conduire les apprentis-

(Revue INRP : ASTER, 2004, N°38-2)



Etude des images que les enfants se font des scientifiques :

L'image d'un scientifique, d'une scientifique ou d'une équipe de scientifiques se construit très tôt dans l'esprit des enfants. Cette image diffère-t-elle si l'enfant a fait des sciences à l'école et s'il en a fait avec un accompagnateur scientifique? C'est l'objet d'une recherche réalisée à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes à travers l'étude de 1000 dessins d'enfants qui ont répondu à la question :

«Pour toi, qu'est-ce qu'un scientifique ?»



Ces dessins ont été analysés avec une grille de 50 paramètres. Ils concernent l'auteur du dessin, l'allure du, de la ou des scientifiques dessinés, le décor, les objets, les symboles et les légendes, les thèmes abordés, le vocabulaire utilisé, la présence de danger, de magie... L'action des scientifiques est-elle positive ou négative pour la société? Quel pouvoir leur donne leur savoir? Les enfants s'interrogent avec lucidité et pertinence sur ces questions.

Les objectifs de cette étude s'inscrivent dans ceux de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes. En effet, celui-ci a été conçu comme une passerelle entre le monde des scientifiques et la Cité, passerelle au dessus d'un fossé qui tend à se creuser et dont la profondeur dépend de l'image que les citoyens se font des scientifiques.

Cette image, déjà construite à 7 ou 8

ans, intègre des clichés et stéréotypes très éloignés de la réalité du métier. Les enfants représentent souvent un homme, seul, enfermé dans un laboratoire, entouré d'objets bizarres, inaccessible, voire un peu inquiétant... L'étude montre que la pratique des sciences à l'école primaire modifie leurs représentations des scientifiques, de leurs métiers et de la science.

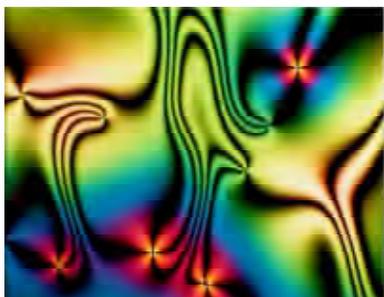
Il y a là un réel outil pédagogique pour le formateur à l'enseignement des sciences et pour l'enseignant dans sa classe : faire expliciter les représentations des élèves permet de réajuster ses objectifs et les modalités de sa pratique. Comment les modifier pour en éviter les conséquences négatives? Comment agir pour éviter l'autocensure des filles qui ont tendance à se dire : *ce n'est pas pour moi*, et celle des enfants culturellement défavorisés qui pensent : *c'est trop difficile*? Comment susciter le plaisir de s'y aventurer pour mieux comprendre le monde et rendre accessible le désir de s'y engager un jour?

Tous, parents, grands-parents, maîtres, chercheurs, ingénieurs, journalistes, élus... nous avons un rôle à jouer afin que la culture et l'avenir des générations futures ne soient pas hypothéqués...

Pour découvrir près de 300 dessins ainsi que quelques résultats de l'étude: un livre de M.O. Lafosse-Marin et M. Laguës, préfacé par Georges Charpak.



L'Espace Pierre-Gilles de Gennes en pratique



Visites

Vous êtes accueilli par des médiateurs expérimentés, qui adaptent leur présentation à votre demande :
ESPCI 10 rue Vauquelin 75005 Paris

Du mercredi au samedi, de 14h à 17h
Sur rendez-vous pour les groupes
au 01 40 79 58 15
www.espci.fr/esp/

Entrée libre

Pour les groupes, les visites «Histoire du Labo» peuvent être couplées avec la visite du **Musée Curie** (7 min à pied), contact : 01 56 24 55 31
musee@curie.fr

Conférences

Les conférences ont lieu

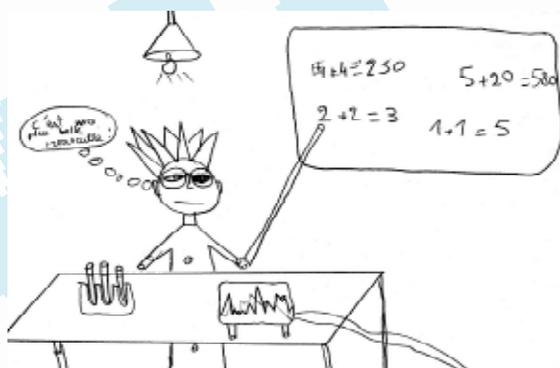
le Lundi à 18h30
amphi Langevin
(escalier M dernier étage)

Le programme détaillé, ainsi que le résumé des conférences peuvent être consultés sur le site.

L'accès étant ouvert dans la limite des places disponibles, il est conseillé d'arriver en avance.

Entrée libre

La médiation scientifique est coordonnée par Anne Arbellini



Sciences à l'école

Toute proposition de partenariat concernant l'enseignement des sciences est bienvenue, qu'elle concerne l'école, le collège ou le lycée. Elle peut être adressée par courriel à :

Marie Odile Lafosse-Marin
mo.lafossemarin@espci.fr

Des livres à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes

L'ESPGG vous propose des livres sur ses actions :

L'expérience retrouvée



Sait-on que Pierre Curie dut insister pour associer sa jeune épouse au prix Nobel qui récompensait la découverte de la radioactivité? Il était alors un physicien reconnu pour ses nombreux travaux, notamment sur la piézoélectricité, le magnétisme, et le principe de symétrie. Sa mort prématurée à l'âge de 47 ans et la gloire de sa femme, ont fait oublier cet expérimentateur de génie qui savait mener les plus fines analyses théoriques.

L'Expérience retrouvée décrit aussi l'École Municipale de physique et de chimie industrielles, où Pierre Curie effectua toutes ses recherches et enseigna longtemps, ainsi que la reconstruction à l'identique d'une mesure formidablement astucieuse

de courants électriques infinitésimaux. Il nous plonge dans la science en train de se faire: en quelques mois, cette expérience permit les premières mesures de radioactivité et l'identification des deux nouveaux éléments radioactifs: le polonium et le radium. Ce livre décrit la reconstruction de cette expérience à l'Espace Pierre-Gilles de Gennes par Bernard Pigelet.

Dessine-moi un scientifique

Sous la direction de Marie Odile Lafosse-Marin et Michel Laguës.



On peut lire dans la presse sous la plume de Denis Sergent :

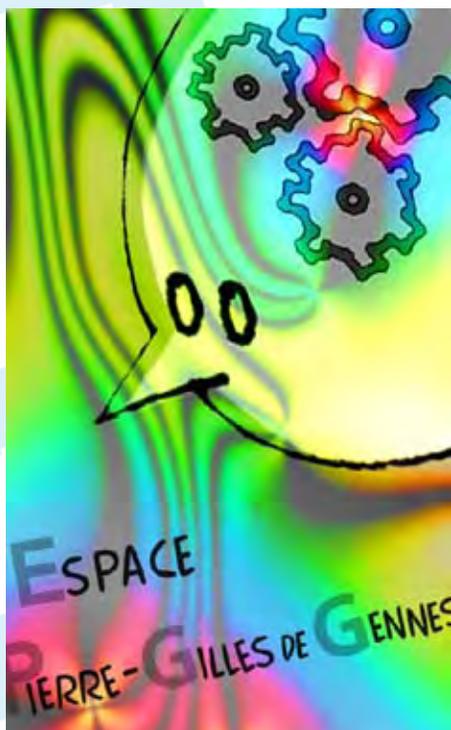
« La vérité sort de la bouche des enfants, dit-on. Et si elle perçait également au travers de leurs dessins ? C'est sans doute avec cet espoir en tête que les scientifiques de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes, animé par Michel Laguës, ont demandé à des enfants âgés de 8 à 10 ans de dessiner au crayon noir un scientifique en l'accompagnant d'une légende. Pas moins de 1 000 enfants se sont prêtés au jeu : près de 300 dessins ont été

sélectionnés... La plupart des enfants imaginent le scientifique sous les traits d'un homme - seule Mathilde imagine sa maman en scientifique - affairé dans son laboratoire, vêtu d'une blouse (blanche ?) voire d'un scaphandre, portant souvent lunettes, les cheveux « en pétard » selon Laura, l'air « intello » selon Yacha, ou encore pestant parce que ses expériences ne marchent jamais, selon David. Heureusement, face à la domination des chimistes, Léa a représenté un astronome et Robin un écologue « qui regarde la nature ». Taïna, bien informée, a dessiné le biologiste qui a mis au point Dolly, tandis que Thomas espère que le scientifique « gagne de l'argent quand même ». Enfin, Elise a croqué « un scientifique heureux ».

L'ensemble constitue une fresque à la fois naïve et sérieuse (trop parfois), qui est commentée par des chercheurs, des éducateurs ou des journalistes ... Les dessins des enfants reflètent à la fois la confiance et le doute dans la science et ses applications technologiques pour la société. À l'image de ce que pensent leurs parents ? »

La Croix 04/09/2007

Et sous la plume de Priscille Valentin : «...Les dessins sont drôles, vivants, surprenants aussi parfois... À l'heure où certains s'inquiètent du manque d'intérêt pour la science des étudiants, voilà un livre qui montre qu'elle est loin de laisser indifférent... au moins les plus jeunes. Et pour nous, salariés du CEA, c'est plutôt un « joli miroir »...
Talents, CEA, N° 98 12/2007-01/2008



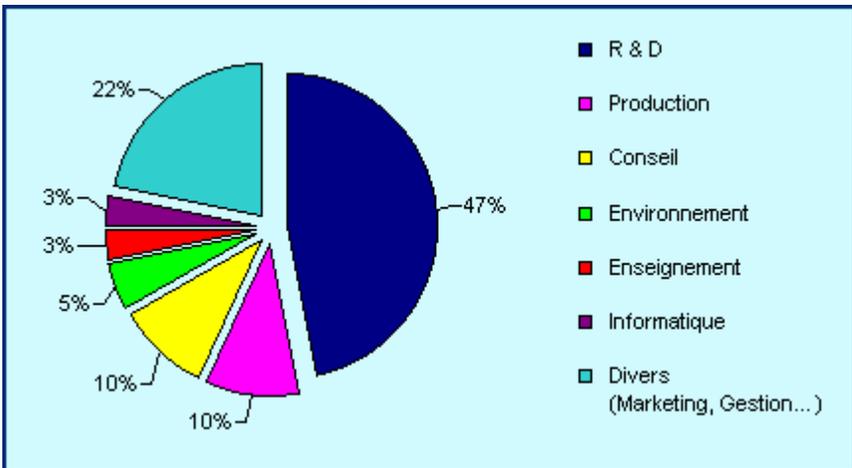
La présente plaquette peut vous être envoyée sur simple demande.

par téléphone au : 01 4079 5815

Une grande école

La formation est d'une durée de quatre ans. Les deux premières années sont destinées à donner aux élèves une solide formation de base aussi bien en Physique qu'en Chimie et en Biologie. Les élèves choisissent la dominante physique ou chimie en troisième année qui est une année de perfectionnement, de stages industriels et de

projets de recherche en laboratoire. En quatrième année, les élèves rejoignent les cursus classiques (DEA, puis éventuellement thèse de doctorat) ou effectuent des masters à l'étranger ; ils peuvent également compléter leur formation dans diverses écoles d'application. La qualité de la formation dispensée à l'École de Physique et de Chimie de Paris permet à ses anciens élèves d'être présents dans tous les secteurs de l'industrie (télécommunications, informatique, chimie, pharmacie, biologie...), principalement en Recherche et Développement :



Postes occupés par les jeunes diplômés à la sortie de l'École

“Lieu d'excellence, l'École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris contribue au prestige et au rayonnement scientifique de notre capitale. Elle a ainsi toujours veillé à maintenir à un très haut niveau une recherche originale et novatrice et dispenser un enseignement adapté aux attentes et aux exigences de l'univers professionnel. Aujourd'hui, alors que les besoins des industriels deviennent de plus en plus interdisciplinaires, elle élargit son offre de formation et de recherche par une ouverture accrue vers les secteurs de la santé, de l'environnement et de l'imagerie, signe de son dynamisme et de sa capacité d'adaptation permanente aux évolutions du monde économique.”

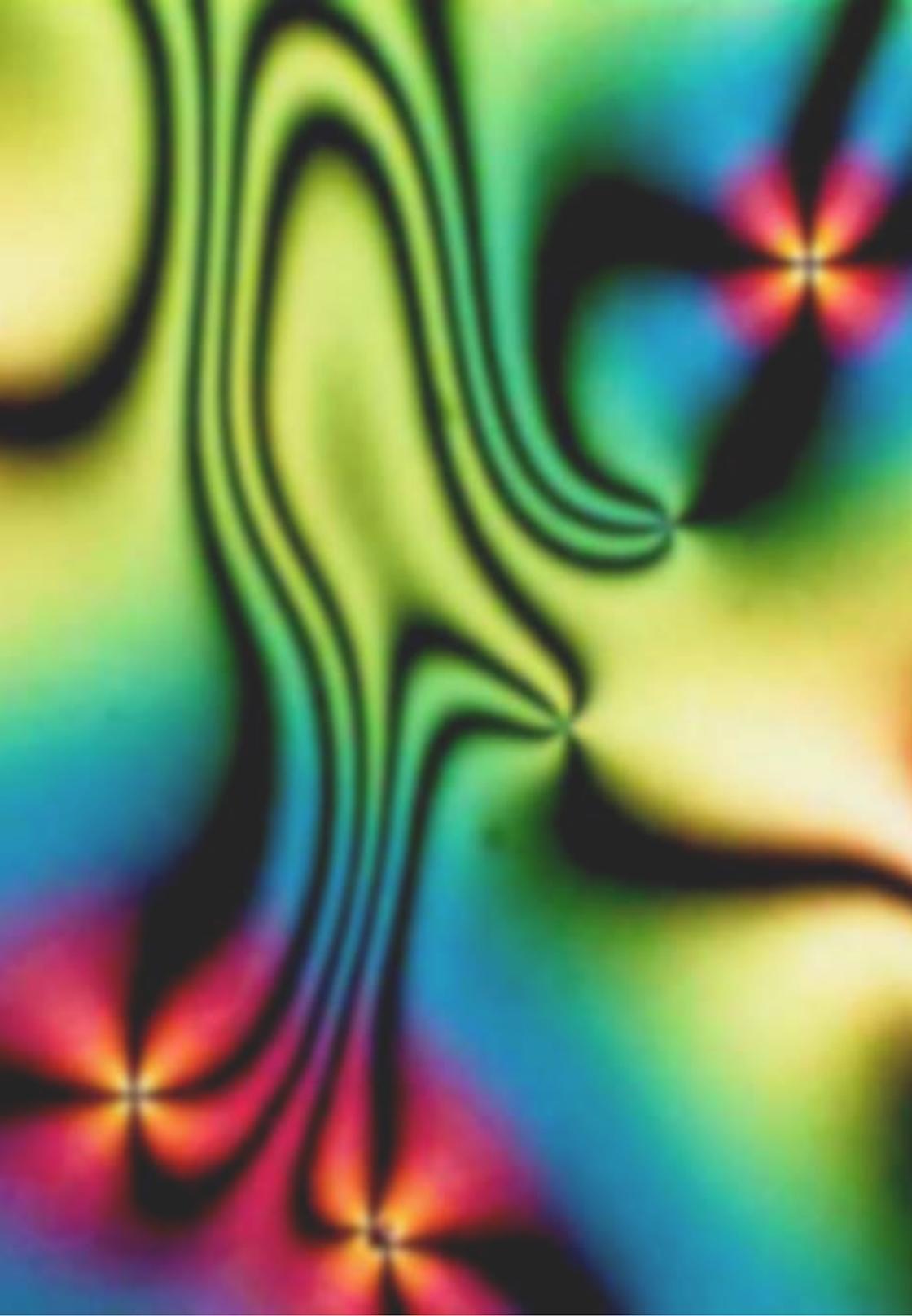
Bertrand DELANOË
Maire de Paris

Les partenaires de l'Espace Pierre-Gilles de Gennes



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences





MAIRIE DE PARIS



ESPCI
ParisTech