



« Un monde en couleurs : de Gabriel Lippmann à la nanophotonique »

**Exposition présentée à l'initiative du centre de compétence en
nanosciences d'Ile-de-France : C'Nano IdF, et organisée par
l'École Normale Supérieure de Cachan
du 25 août 2010 au 11 novembre 2010**

- *un voyage dans le temps au gré des couleurs,*
- *une mise en perspective transversale des découvertes de Gabriel Lippmann qui, plus de 100 ans après son prix Nobel de physique, retrouvent un formidable écho dans les nanotechnologies contemporaines,*
- *un parcours passionnant pour redécouvrir les couleurs, comprendre leurs composants, expérimenter les phénomènes physiques engendrés par la lumière, et partager l'émerveillement de ceux qui ont découvert les premières photographies en couleur.*

Ecole Normale Supérieure de Cachan
Contact presse
Carole Hirigoyen
01 47 40 22 64
corole.hirigoyen@ens-cachan.fr

C' Nano IdF
Chargée de mission
Marjorie Thomas
01 69 63 61 01
marjorie.thomas@lpn.cnrs.fr

Parce qu'elles sont omniprésentes dans un univers contemporain conditionné par l'image, parce qu'elles peuvent éclairer, éblouir, insuffler chaleur ou froideur, les **couleurs impactent directement et fortement notre environnement.**

Les propriétés des couleurs se déroulent à l'infini, du camouflage des animaux aux talents des créateurs de mode en passant par les artistes peintres ou les photographes ; chacun peut et sait jouer des couleurs.

Mais d'où viennent les couleurs, ou tout du moins la perception que nous en avons lorsque nous apprécions une belle photographie ou un paysage ? Ces couleurs sont-elles toujours les mêmes ? Existe-il différents types de couleurs ? Comment sont créées les couleurs ? La couleur relève-t-elle de la chimie ou de la physique ?

Gabriel Lippmann a réussi en 1891 l'exploit de reproduire par la photographie les tonalités et les teintes des couleurs grâce à un procédé révolutionnaire basé sur le **phénomène d'interférence**, dont les résonances se retrouvent aujourd'hui dans les technologies les plus modernes.

Fabriquées à partir de nanotechnologies au temps où ce mot n'existait pas, ces photographies ont conservé une vivacité et un éclat étonnants. Elles reflètent la vie et la culture de leur époque et relèvent d'une démarche scientifique élégante et complexe. Quelle est cette démarche, quelles en sont les applications aujourd'hui ?

L'exposition « Un monde en couleurs » propose, à partir du procédé précurseur de Gabriel Lippmann, de répondre à toutes ces questions et de partir à la découverte des couleurs et d'une démarche scientifique étonnamment contemporaine.



A la découverte expérimentale de la couleur

Tel un trésor qui se dévoile peu à peu, les couleurs et la lumière sont analysées au fil de l'exposition par l'expérimentation, le toucher, l'observation d'objets mais aussi de photographies uniques, parmi les plus anciennes au monde...

Première découverte de cette exposition : des couleurs semblables ne se révèlent pas de la même manière, ni avec la même intensité, suivant la structure de la matière qui les font naître...

Les couleurs se dévoilent alors dans toute leur complexité : il existe des couleurs pigmentaires et des couleurs structurelles ou physiques, qui se modifient en fonction de l'incidence de la lumière. Les premières relèvent de l'ordre de la chimie, les secondes de la physique.

Ce voyage au cœur des couleurs va conduire le visiteur dans le monde des ondes électromagnétiques et vers la fabrication des couleurs à partir de nanoparticules qui font partie de notre quotidien.

Grâce à la compréhension et à la généreuse bonne volonté de Pierre Chavel, l'ENS Cachan va bénéficier d'un prêt de l'Institut d'Optique, qui possède deux véritables photographies interférentielles provenant de ...Charles Fabry !

Une scénographie captivante et lumineuse

Sur une scénographie délibérément sombre, structurée par deux axes parallèles où les couleurs pigmentaires et structurelles s'opposent ou se conjuguent, l'exposition **propose un parcours dans le monde des couleurs, un voyage transversal**, sur les nanotechnologies pour manipuler la lumière, à la fois historique, scientifique, culturel, et esthétique avec comme fil conducteur les grandes découvertes de Gabriel Lippmann et de Louis Ducos du Hauron.

En remontant aux sources de la photographie des couleurs, l'exposition fait partager au public l'émotion et l'enthousiasme suscités par l'observation des couleurs, par la compréhension qui se dégage derrière leur classification, et surtout par les découvertes des premières photographies en couleurs. Elle permet de comprendre, par l'expérimentation, les procédés physiques mis en œuvre dans les couleurs dites structurelles ou pigmentaires pour aboutir à de multiples applications actuelles en nanotechnologies.

Un cheminement dans le monde des couleurs

Avec comme point de départ le formidable impact culturel engendré par les premières photographies couleurs réalisées par Gabriel Lippmann et saluées par un prix Nobel de physique en 1908, l'exposition propose un **parcours interdisciplinaire** pour comprendre l'origine, suivre l'évolution des connaissances et l'exploitation des couleurs dites structurelles jusqu'aux nanosciences et nanotechnologies actuelles.

A la manière d'un trésor renfermé dans des coffres dont les couleurs scintillent comme des bijoux, l'exposition s'organise autour d'une succession de caisses-vitrines dont le contenu se dévoile peu à peu sous formes d'objets colorés et surprenants.



Du taffetas au scarabée, des couleurs fascinantes pour comprendre...

Le voyage débute par une immersion dans une ambiance sombre et feutrée. De part et d'autre du parcours central, des caisses dévoilent des objets aux couleurs fascinantes et d'une grande esthétique : des scarabées, une pièce de taffetas moiré, des opales, des coquillages ou encore des plumes d'oiseaux. Tous ces objets d'une rare intensité incitent au questionnement et à la découverte.

Le visiteur découvre, au-delà de leur surprenante beauté, la distinction essentielle entre les deux types de couleurs : pigmentaires et structurelles.

Les couleurs structurelles trouvent leur origine dans la structure de la matière à une échelle voisine de la longueur d'onde de la lumière. C'est ce qui les oppose aux couleurs dites pigmentaires qui sont obtenues par l'intermédiaire de colorants et de pigments naturels.

Les couleurs structurelles se distinguent par leur vivacité et leur saturation. Changeantes avec l'orientation de l'objet qui les porte et avec la direction de la lumière qui les éclaire, elles semblent flamboyantes et magiques.

Autre découverte surprenante dévoilée dans l'exposition : l'absence d'impact du temps sur les couleurs structurelles qui sont pérennes et qui ne varient pas en intensité...C'est toute la différence entre la couleur d'une fleur et celle du scarabée ou d'une photo « interférentielle ».

Le visiteur poursuit son cheminement et est amené à s'interroger sur le fonctionnement de ces matières structurelles ou pigmentaires.

La physique de la lumière: à la découverte des ondes...

La juxtaposition d'un verre teinté dans la masse et d'une plaquette de verre portant un filtre structurel permet ensuite d'aborder la différence entre les couleurs pigmentaires du vitrail et les couleurs structurelles, entre l'absorption et la diffraction.

Des manip' centrées sur le monde quotidien avec par exemple l'expérience d'un diapason qui « tapote » l'eau pour créer une onde à sa surface, ou aussi la projection d'un spectre de lumière dévoilent la « présence » d'ondes qui peuvent prendre l'apparence de vagues, de vibrations... Ces expériences permettent de comprendre les notions d'ondes lumineuses et de longueur d'onde d'où découlent différentes couleurs.

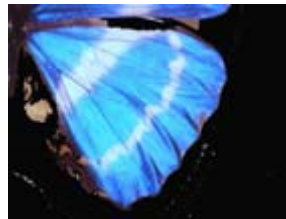
Matière éclairée

La manip' de diffraction du réseau rappelle ensuite que la lumière dite blanche qui provient par exemple du soleil est en fait constituée de toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Tout dépend alors de la matière et de la structure de l'objet qui reçoit cette lumière.

Si la lumière atteint un objet comme un vitrail à structure pigmentaire, seules certaines couleurs sont restituées et d'autres n'apparaissent pas à l'œil humain.

Il en est ainsi d'une poterie peinte : elle absorbe presque toutes les couleurs et restitue uniquement à l'œil les couleurs brune et rouge des terres et oxydes qui la composent.

Mais d'autres matières, différentes, produisent d'autres effets.



C'est le cas très spécifique des ailes d'un papillon qui, au regard du microscope optique, puis du microscope électronique, révèlent une structure particulière en millefeuille, qui sélectionne les couleurs.

Des couleurs structurelles aux premières photographies couleur

Après cette découverte des origines des couleurs, l'exposition se poursuit par la présentation des différentes exploitations et utilisations de ces couleurs structurelles et pigmentaires avec notamment les magnifiques travaux photographiques réalisés par Gabriel Lippmann et par Louis Ducos du Hauron.

En parallèle, ces deux types de photographies sont proposés au visiteur : des boîtiers spéciaux permettent en effet d'admirer les photographies structurelles de Gabriel Lippmann et une reproduction d'une superbe photo pigmentaire de Ducos du Hauron, l'inventeur de la plus ancienne méthode de photographie en couleurs (1868). Cette présentation de clichés de grande qualité est également l'occasion d'aborder **le principe de la trichromie et de la polychromie**.

Un clin d'œil à la vie de Gabriel Lippmann et sur certains échanges ayant eu lieu entre lui et d'autres grands scientifiques, comme Marie Curie, révèlent l'importance de sa méthode, qui fut célébrée dans la presse, puis couronnée par un prix Nobel en 1908, comme les limites de ses technologies.

Cette technique fut remplacée par celle des autochromes des frères Lumière et plus tard par celle des photos papier qui reviennent à une technique extrêmement proche de l'ancien procédé de Ducos du Hauron.

La projection sur grand écran d'une série de photographies complète cette présentation consacrée à Gabriel Lippmann.

A la découverte des hologrammes

Le parcours se poursuit dans une petite salle qui dévoile les secrets d'un procédé surprenant, fascinant et qui prolonge la technique des couleurs structurelles : l'holographie.



Vous avez dit pigmentaires ou structurelles ?

En fin de parcours, le visiteur peut tester ses connaissances sur les différents types de couleurs. Il découvre également comment les couleurs interviennent dans des applications très récentes en nanophotonique.

Zoom sur les nanotechnologies

Révolutionnaire pour la création de photographies couleurs, le procédé découvert par Gabriel Lippmann est aussi le précurseur de certaines nanotechnologies contemporaines.

Une grande vitrine parsemée de hublots offre un panorama de différentes applications de nanotechnologies mises-en-œuvre par les principaux mécènes soutenant l'exposition, en révélant leurs utilisations des couleurs structurelles.

Spectromètre miniature pour étudier la composition des étoiles, nanoparticules d'or utilisées dans la détection et le traitement des cancers, zones infalsifiables en monétique, textures iridescentes en peintures, verres anti reflets en optique, écrans de montres en horlogerie, verre électrochrome changeant de couleur : l'utilisation des nanoparticules et des couleurs structurelles est large et fondamentale dans les technologies contemporaines.

Avec la notion « d'échelle de grandeur » induite par le terme « nano » et le parallèle qui peut être établi avec la finesse des fils d'une araignée et d'un cheveu, l'exposition s'achève en révélant l'omniprésence des nanotechnologies dans notre quotidien : marqueurs, puces, nanotubes etc.

Comité scientifique et patronage de l'exposition

Cette exposition a été présentée pour la première fois au Palais de la découverte à Paris, du 24 juin 2009 au 02 mai 2010. Après son terme à l'ENS de Cachan, elle se produira au Luxembourg en janvier 2011.

Elle a reçu le prix de « outreach grant », distinction de la société SPIE (société américaine de photonique) en 2009.

Elle est réalisée à l'initiative du centre de compétence en nanosciences d'Ile-de-France : C'Nano IdF et organisée par l'École Normale Supérieure de Cachan. Elle a reçu, dans sa conception comme dans son organisation, le soutien de nombreux scientifiques.

Comité scientifique et culturel

- Alain Aspect Membre de l'Académie des Sciences,
Laboratoire Charles Fabry de l'Institut d'Optique,
Directeur de recherche CNRS, Palaiseau
- Claude Cohen-Tannoudji Prix Nobel de Physique,
Professeur Émérite au Collège de France
- Thomas Ebbesen Professeur à l'Université Louis Pasteur, Strasbourg
- Jean-Jacques Greffet Professeur à l'Institut d'Optique Graduate School, Palaiseau
- Theodor Hänsch Prix Nobel de Physique,
Directeur du Max Planck Institut für Quantenoptik,
Professeur à Ludwig Maximilian Universität, Munich
- Antoine Labeyrie Professeur au Collège de France
- Juan Ariel Levenson Directeur de Recherche CNRS,
Directeur de C'Nano Ile-de-France,
Laboratoire de Photonique et de Nanostructures, Marcoussis
- Grant Romer Conservateur à George Eastman House, Rochester, USA
- Sabine Süsstrunk Professeur à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne,
Suisse

Comité d'organisation

- Serge Berthier Professeur, Université Paris VII - Denis Diderot
- Daniel Girardin Conservateur au musée de l'Élysée, Lausanne, Suisse
- Robin Kaiser Directeur de Recherche à l'Institut Non Linéaire de Nice
- Jacques Lafait Professeur, Institut des Nanosciences de Paris,
Responsable du Groupement De Recherches du CNRS
« Couleur et matériaux à effets visuels »
- Etienne Le Coarer Ingénieur de Recherche, Laboratoire d'Astrophysique,
Observatoire de Grenoble
- Michel Menu Chef du département recherche,
Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France,
Musée du Louvre, Paris
- Bernard Valeur Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris

Comité de direction

- Jean-Marc Fournier Professeur Invité, École Normale Supérieure de Cachan
- Michèle Leduc Présidente de la Société Française de Physique
- Gilles Pauliat Directeur de recherche CNRS, Institut d'Optique, Palaiseau
- Jean-François Roch Professeur, École Normale Supérieure de Cachan
- Marjorie Thomas Ingénieur de Recherche CNRS, Chargée de Mission,
C'Nano Ile-de-France