

# MAGNÉTIQUE

5 novembre 2019 – 3 mai 2020

Palais de la découverte

« Moteurs, éoliennes, plaques à induction, tickets de métro ou cartes bancaires... Alors que le magnétisme nous entoure, ce phénomène physique est mal connu. Par l'expérience, la manipulation et l'observation, l'exposition Magnétique invite le public à découvrir les principes et effets du magnétisme, à l'origine de nombreuses applications de notre quotidien. Elle place la saison du Palais de la découverte, avec l'exposition De l'amour, sous le signe de l'attraction.

Bruno Maquart, président d'Universcience.

L'exposition *Magnétique* propose aux visiteurs une déambulation expérimentale, qui met en scène la démarche scientifique. Elle débute par une application connue de tous, dès le plus jeune âge: l'aimant collé au frigo! Elle présente ensuite les diverses manifestations du magnétisme et revient sur les origines d'un phénomène fascinant. Applications quotidiennes, rôle fondamental dans un ordinateur... Le public est guidé d'une découverte à l'autre.

Le parcours se termine par la présentation de certaines expériences menées au sein d'un laboratoire de recherche dans le domaine des matériaux, l'institut Jean-Lamour (CNRS – UL), dont une partie de l'activité est consacrée à la création de nanomatériaux aux propriétés magnétiques nouvelles.

À travers cinq îlots, l'exposition répond de façon interactive à un grand nombre de questions sur le magnétisme: où le trouver? Comment l'expliquer? Pour quoi faire? Quels rôles dans un ordinateur? Quelles recherches?

## LE PARCOURS DE L'EXPOSITION

**Cette exposition propose une soixantaine d'expériences inédites présentées sur trente-six tables, réparties en cinq îlots thématiques. Elles rythment le parcours du visiteur, questionnent ses connaissances sur le magnétisme et l'invitent à en découvrir les propriétés et l'utilité à travers différentes manipulations.**

Le parcours de la visite est ponctué de « moments magnétiques »: des médiations flash sur des thèmes variés, animées par différents médiateurs scientifiques du Palais de la découverte (spécialisés en physique, informatique et sciences du numérique, sciences de la Terre, astronomie et astrophysique, sciences de la vie).

### Îlot 1 Magnétisme, où le trouver?

La première partie de l'exposition familiarise le public avec le magnétisme et ses propriétés élémentaires, identifie les diverses origines possibles (aimants, courants, Terre) et permet de visualiser le champ magnétique produit par chacune d'elles.

Au début de sa visite, le public est invité à observer des phénomènes d'attraction plus ou moins forts entre deux aimants, puis à tester l'intensité des forces de répulsion entre eux. Il découvre certaines propriétés fondamentales des aimants, l'existence systématique d'un pôle Nord et d'un pôle Sud, et le principe de la boussole. Il visualise le champ magnétique produit par un aimant, d'abord en 2D, puis dans l'espace, grâce à de la poudre de fer et des ferrofluides. Il peut ensuite tester la réaction de matériaux divers en présence d'un aimant fort et découvre le champ magnétique produit par un courant électrique, notamment à travers une de ses applications, le tri magnétique des déchets. Il peut s'amuser ici à faire « danser » un ferrofluide au son de sa voix: en chantant dans un micro, le ferrofluide se déforme en rythme! Cet îlot se poursuit par l'exploration du magnétisme terrestre.

# MAGNÉTIQUE



Dès 12 ans

Une exposition originale conçue par l'institut Jean-Lamour, unité mixte de recherche CNRS – université de Lorraine.

Produite par:  
- IJL (institut Jean-Lamour)  
- CNRS (Centre national de la recherche scientifique)  
- UL (université de Lorraine)  
- SFP (Société française de physique)

Avec le soutien de:  
- L'Union européenne  
- Le Programme Investissements d'Avenir  
- Région Grand-Est  
- LUE (Lorraine université d'excellence)

Toutes les expériences sont des prototypes développés au sein de l'IJL.



Depuis 80 ans, nos connaissances  
bâtissent de nouveaux mondes

## îlot 2 Magnétisme, comment l'expliquer ?

Cette section dévoile l'origine des propriétés magnétiques des matériaux.

Elle lui propose un voyage vers l'infiniment petit, où s'observent les phénomènes responsables des comportements des matériaux magnétiques. Tous sont illustrés grâce à des maquettes à l'échelle macroscopique. Une expérience présente l'apparition d'un comportement para-magnétique au-delà d'une certaine température, propre à chaque matériau ferromagnétique. Enfin, la visite de cet espace se termine par une illustration expérimentale d'une propriété aux effets extrêmement faibles, mais commun à tout matériau : le diamagnétisme, qui peut être à l'origine d'un phénomène de lévitation.

## îlot 3 Magnétisme, pour quoi faire ?

Cet îlot invite le public à visiter diverses applications du magnétisme omniprésentes dans notre quotidien et en explique les principes de fonctionnement.

Le visiteur découvre ici l'apparition d'une force, nommée « force de Laplace », qui s'exerce sur un circuit électrique parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique. Il comprend son utilité dans le fonctionnement des haut-parleurs, des moteurs électriques et des ventilateurs, par exemple. Plus loin, il observe le phénomène d'induction et se rend compte qu'il peut servir pour produire de l'électricité, comme dans l'éclairage des vélos, les alternateurs et les éoliennes.

Deux expériences matérialisent ensuite l'existence des courants de Foucault, ces courants électriques engendrés dans les matériaux conducteurs placés dans le champ magnétique d'un aimant en mouvement, et utilisés dans les ralentisseurs des camions ou des vélos d'appartement.

Une expérience surprenante présente aussi le principe de la lévitation magnétique grâce à l'électromagnétisme, à la base du fonctionnement de certains trains ultrarapides. Les tables suivantes mettent enfin en lumière les fondements du chauffage par induction, des transformateurs électriques, du *Witricity* (*Wireless Electricity*, électricité sans fil en français) – utilisé dans les chargeurs sans fil des téléphones portables – en passant par le système RFID (*Radio Frequency Identification*) des antivols ou de la carte Navigo.

## îlot 4 Magnétisme, quels rôles dans un ordinateur ?

Cet îlot est intégralement dévolu à l'ordinateur. L'objectif est de montrer combien le magnétisme est omniprésent dans son fonctionnement que ce soit dans ses composants ou pour l'enregistrement des données.

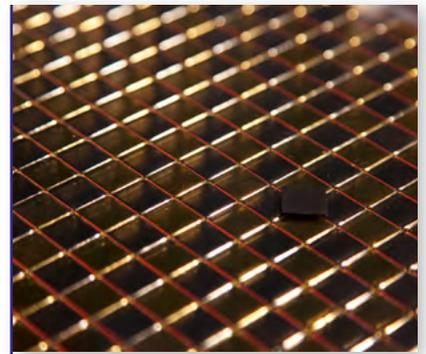
Après s'être familiarisé avec le codage binaire, le visiteur observe le principe de l'écriture et de la lecture d'un octet, l'unité d'information, sur un support magnétique. Sa déambulation l'amène ensuite à découvrir combien les objets résultants d'une manipulation des aimantations à l'échelle de l'infiniment petit sont omniprésents dans son quotidien, que ce soit dans les cartes bancaires, les tickets de métro, ou dans un objet si familier et pourtant de structure si élaborée : le magnet du frigo ! La visite se poursuit avec la découverte et l'explication de la magnétorésistance géante, à l'origine des performances des têtes de lecture actuelles, qui a valu au physicien français Albert Fert, le prix Nobel de physique en 2007. Les recherches les plus récentes, visant au stockage ultrarapide et miniaturisé de l'information, et à la diminution de la consommation d'énergie, sont évoquées à travers deux exemples : l'écriture par impulsions laser ultrabrèves et le codage sur quatre états.

## îlot 5 Magnétisme, quelles recherches ?

À la fin de son parcours, le public découvre certains instruments de travail de l'institut Jean-Lamour et leur utilisation pour fabriquer des matériaux aux propriétés magnétiques nouvelles.

Il est invité à observer une maquette 3D de la plateforme DAUM de dépôt et analyse sous ultravide de nanomatériaux, un équipement de renommée internationale. Le visiteur explore le principe de la croissance cristalline sous ultravide, dont le but est de créer des monocristaux de nouveaux matériaux, puis les expériences permettant de fabriquer par lithographie des objets nanométriques, et de les caractériser magnétiquement. Il termine sa visite par deux exemples de recherches plus appliquées : les performances de nouveaux capteurs magnétiques innovants à magnétorésistance géante, et les recherches en cours visant à renforcer les performances de la magnétographie, technique d'impression sécurisée très utile aux services juridiques ou bancaires.

À la sortie de l'exposition, le public découvre une véritable chambre d'analyses spectroscopiques sous ultravide utilisée dans la recherche pendant plus d'une vingtaine d'années.



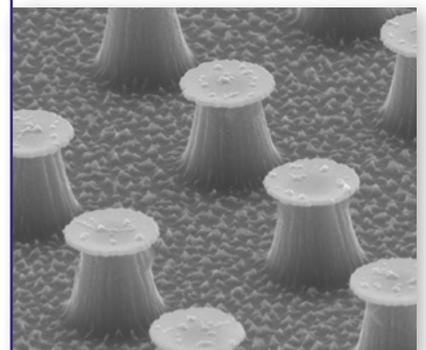
© Laurent Phialy



© Laurent Phialy



© CNRS



© institut Jean-Lamour

## AUTOUR DE L'EXPOSITION

### MÉDIATIONS

Dans les salles de médiation du Palais de la découverte

#### ► Matière et magnétisme

##### Aimants et aimantation

Comment la matière s'aimante-t-elle? Pourquoi l'aimantation est-elle forte pour certaines substances, faible pour d'autres? Qu'est-ce qu'un aimant? Des expériences pour explorer certaines propriétés magnétiques de la matière.

##### Matière, atome et champ magnétique

Ferromagnétisme, paramagnétisme, diamagnétisme, visualisation des domaines magnétiques, point de Curie... Des expériences pour explorer les propriétés magnétiques de la matière en profondeur.

##### Supraconduction

Comment la résistance électrique varie-t-elle avec la température? Induction, conduction parfaite, diamagnétisme, effet Meissner dans les supraconducteurs, lévitation... Quelques expériences surprenantes pour aborder la supraconduction et les supraconducteurs.

#### ► Électromagnétisme

##### Expériences d'électromagnétisme

Exploration des phénomènes électromagnétiques à l'aide de courants et de champs magnétiques intenses.

#### ► Informatique et sciences du numérique

##### Textes, images et sons : au cœur du numérique

Comment stocker l'information? Les solutions sont nombreuses, mais d'un point de vue physique, on en revient souvent au magnétisme: des 0 et des 1 enregistrés sur des bandes magnétiques, des disquettes ou des disques durs. Cet exposé lève le voile sur la façon dont les données sont représentées dans nos ordinateurs.

#### ► Géosciences

##### La Terre perd-elle le Nord?

La Terre engendre un champ magnétique, qui la baigne et l'enveloppe. Il est observé depuis des siècles mais certaines de ses grandes caractéristiques demeurent inexpliquées. Partons à la découverte de celui qu'on surnomme parfois le « bouclier magnétique » de la Terre.

### CYCLE DE CONFÉRENCES

Samedi 29 février 2020

#### Champ magnétique, champ de Higgs... Qu'est-ce qu'un champ?

avec Gilles Cohen-Tannoudji, physicien théoricien en physique des particules, chercheur émérite au Larsim.

Samedi 7 mars 2020

#### • Champs magnétiques : architectes de l'Univers?

avec Patrick Hennebelle, chercheur au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), Paris-Saclay.

Samedi 14 mars 2020

#### • Des bactéries qui ne perdent pas le nord!

avec David Pignol, directeur de recherche en biosciences et biotechnologies à l'institut d'Aix-Marseille.

Samedi 21 mars 2020

#### • Stockage des données : l'ère de la spintronique

avec Hélène Fischer, enseignante chercheuse, institut Jean-Lamour, CNRS – université de Lorraine.

Samedi 28 mars 2020

#### • Stocker plus, plus vite et plus sobre

avec Stéphane Mangin, enseignant chercheur, institut Jean-Lamour, CNRS – université de Lorraine.

#### Sur le stand d'1 chercheur, 1 manip : La fabrique du nanomagnétisme

Le visiteur est invité à rencontrer des spécialistes du magnétisme à l'échelle de l'infiniment petit. Des chercheurs de l'institut Jean-Lamour de Nancy présenteront comment fabriquer et caractériser les matériaux magnétiques de demain, grâce à la plateforme DAUM.

En janvier et février 2020

### Informations pratiques

#### Palais de la découverte

avenue Franklin-Roosevelt - 75008 Paris  
📍 Franklin Roosevelt ou Champs-Élysées Clemenceau

#### Information du public

01 56 43 20 20

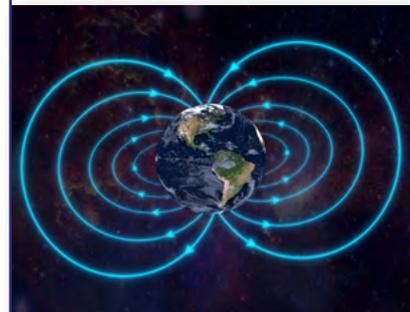
#### Horaires

Ouvert tous les jours, sauf le lundi,  
de 9h30h à 18h, et le dimanche de 10h à 19h.

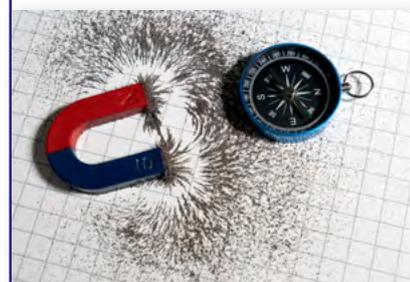
#### Tarifs

9€, TR : 7€ (+ de 65 ans, enseignants, – 25 ans, familles nombreuses et étudiants).  
Supplément 3€ pour le planétarium.  
→ Gratuit pour les – de 6 ans, les demandeurs d'emploi et les bénéficiaires des minimas sociaux, les handicapés et leur accompagnateur.

[www.palais-decouverte.fr](http://www.palais-decouverte.fr)



© GettyImages



© GettyImages



© GettyImages



#### contacts presse

#### Laure-Anne Le Coat

01 40 05 75 04 / 06 17 44 56 24  
[laure-anne.lecoat@universcience.fr](mailto:laure-anne.lecoat@universcience.fr)