



magnétique

Une expo attirante

Conception : Institut Jean Lamour

Unité mixte de recherche CNRS – Université de Lorraine

Contact : helene.fischer@univ-lorraine.fr

Moteurs, éoliennes, plaques à induction, tickets de métro ou cartes bancaires Alors que le magnétisme est omniprésent dans notre environnement, 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.



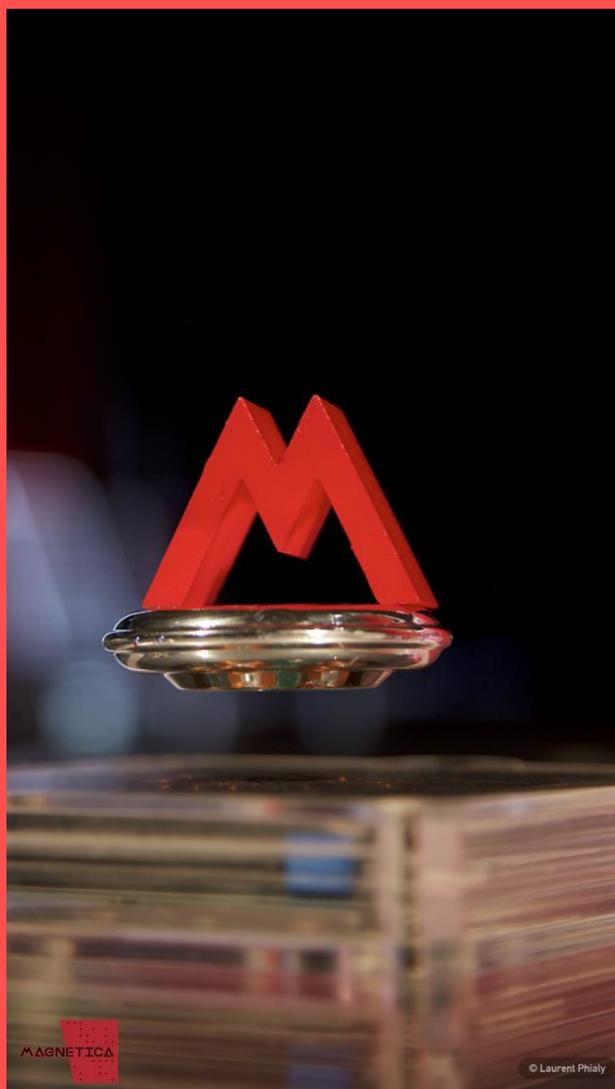
Parcours de l'exposition

L'exposition itinérante **MAGNÉTIQUE** propose au visiteur une déambulation expérimentale qui met en scène la démarche scientifique. Elle présente une soixantaine d'expériences, regroupées en 4 îlots thématiques : Magnétisme, où le trouver ? Comment l'expliquer ? Pour quoi faire ? Quels rôles dans un PC ?

Un atelier jeune public permet aux plus jeunes de se familiariser avec le magnétisme.

Les expériences rythment le parcours du visiteur, questionnent ses connaissances, et l'invitent à découvrir les propriétés et applications du magnétisme, source de fascination depuis des millénaires.

Le parcours se poursuit par une ouverture sur des problématiques d'actualité, au cœur desquelles se trouve le magnétisme : en effet, pas de mobilité électrique ou d'éoliennes sans aimants forts ! Et probablement pas de réponse à la problématique énergétique du stockage d'informations sans nano magnétisme et spintronique ! L'exposition rend compte de certaines innovations dans ces domaines, résultats de recherches actuelles, menées en France en particulier.



Îlot 1 : Magnétisme, où le trouver ?

Le premier îlot de l'exposition a pour objectif de familiariser le public avec le magnétisme et ses propriétés élémentaires, d'identifier ses diverses origines possibles (aimant, courant, Terre) et de visualiser le champ magnétique produit par chacune d'elle.

Le parcours commence par des expériences d'attraction et répulsion entre divers aimants : le visiteur est invité à observer que ces phénomènes ont une intensité qui dépend de la nature des aimants utilisés, et qu'il existe donc des aimants forts et des aimants faibles !

Il découvre ensuite 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 grâce à des réseaux de boussoles, de la poudre de fer et des ferrofluides, et observe que tous les matériaux n'ont pas le même comportement en présence d'un aimant.

Il découvre enfin que le courant électrique crée lui-aussi un champ magnétique, et que cet effet est très utilisé, pour le tri magnétique des déchets métalliques par exemple.

Cet îlot se poursuit par l'exploration du magnétisme terrestre, ses origines, ses manifestations, ses évolutions au cours du temps, ses interactions avec le





Ilot 2 : Magnétisme, comment l'expliquer ?

Cet îlot s'intéresse aux origines des propriétés magnétiques des matériaux. Il propose un voyage vers l'infiniment petit, échelle à laquelle s'observent les phénomènes responsables des comportements des matériaux magnétiques.

Ainsi, le visiteur peut comprendre pourquoi certains matériaux sont en permanence magnétiques comme les aimants, pourquoi d'autres, comme le fer, sont toujours attirés par un aimant, quel qu'en soit le sens, sans jamais conserver d'aimantation résiduelle, et pourquoi d'autres enfin semblent insensibles au champ magnétique. Mais en fait, le sont-ils vraiment ? Et quel est l'effet de la température sur ces divers comportements ?

Des maquettes illustrent à l'échelle macroscopique ces divers comportements magnétiques dus à des organisations différentes des aimantations à l'échelle de l'infiniment petit.



Ilot 3 : Magnétisme, pour quoi faire ?

Le troisième îlot invite à découvrir par l'expérience les lois générales de l'électromagnétisme, ainsi que certaines de leurs applications omniprésentes au quotidien.

Le visiteur commence par découvrir qu'une force, nommée « force de Laplace », apparaît dès qu'un champ magnétique est présent là où existe un courant électrique. Sans cette force, pas de moteur électrique ou de mobilité verte !

Plus loin, il découvre le phénomène d'induction qui permet de produire de l'électricité, dès qu'un champ magnétique règne là où un conducteur est en mouvement. Sans induction, pas d'alternateur ou d'éolienne !

Deux expériences matérialisent ensuite l'effet des courants d'induction, encore appelés « courants de Foucault », dans les conducteurs massifs. Sans eux, pas de ralentisseur dans les camions ou de simulateur de pente dans les vélos d'appartement !

D'autres expériences illustrent enfin le principe de la lévitation électromagnétique utilisé dans certains trains ultrarapides, du chauffage par induction, des transformateurs électriques, de la WiTricity (wireless electricity) utilisée dans les chargeurs sans fil des téléphones portables, en passant par le système RFID des antivol ou autres cartes d'accès.

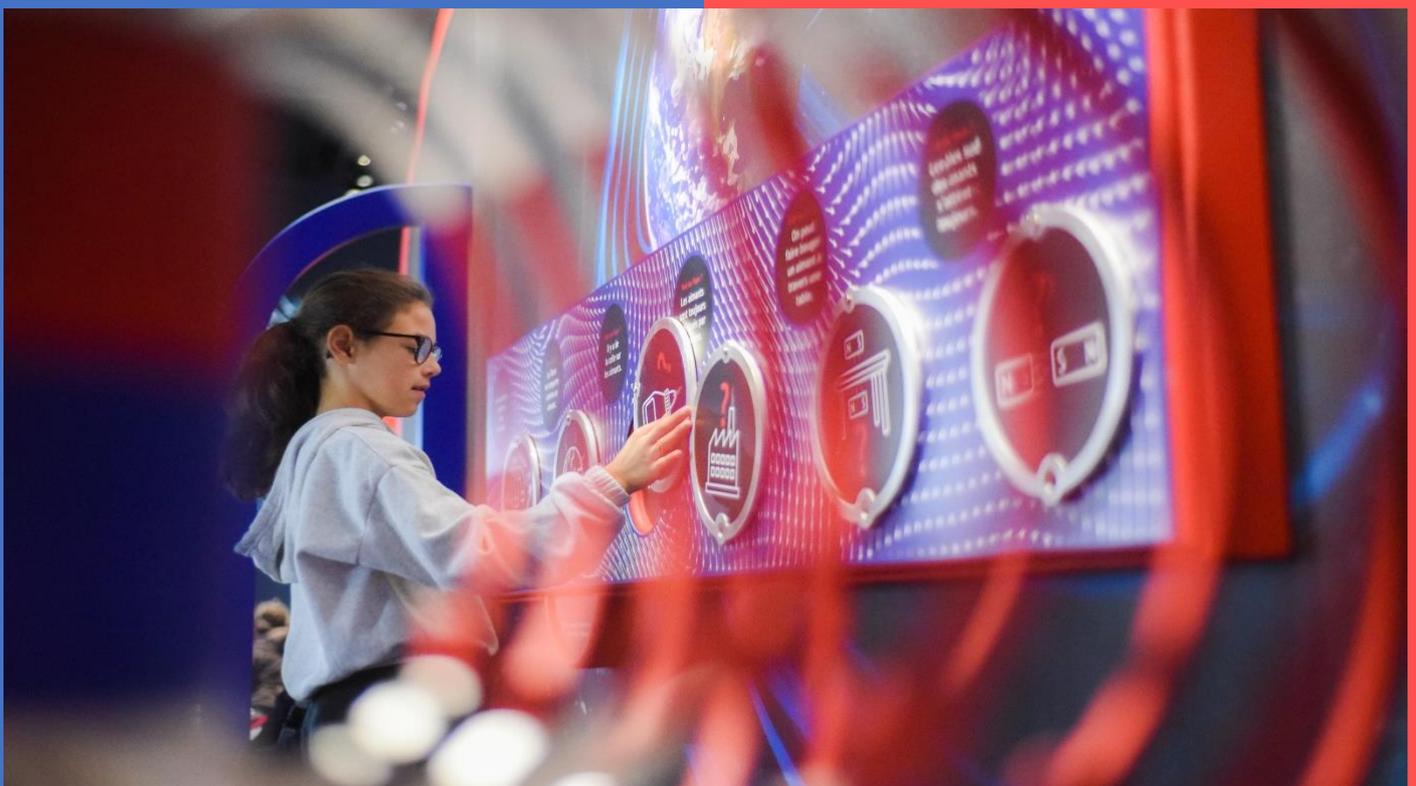
Ilot 4 : Magnétisme, quels rôles dans un ordinateur ?

Le quatrième îlot est intégralement consacré à l'ordinateur. Son objectif est de montrer combien le magnétisme est indispensable à son fonctionnement, en particulier pour l'enregistrement des données.

Après s'être familiarisé avec le codage binaire, le visiteur découvre le principe de l'écriture et de la lecture d'un octet d'information sur un support magnétique en manipulant une maquette géante illustrant le principe de fonctionnement d'un disque dur.

Sa déambulation l'amène ensuite à découvrir combien les objets résultant d'une manipulation des aimantations à l'échelle du tout petit sont omniprésents au quotidien, que ce soit dans les cartes bancaires, les tickets de métro, ou dans un aimant du frigo !

La visite se poursuit par la découverte et l'explication de la magnétorésistance géante, à l'origine des performances des têtes de lecture des disques durs actuels, et qui a valu au physicien français, Albert Fert, le prix Nobel de physique en 2007. Des recherches plus récentes, visant au stockage ultrarapide et miniaturisé de l'information, et à la diminution de la consommation d'énergie, sont évoquées au travers de deux exemples : l'écriture par impulsions laser ultrabrèves et le codage sur quatre états.



Panneaux, audios et vidéos sur des recherches d'actualité au cœur desquelles se trouve le magnétisme et la spintronique

A la fin du parcours, le visiteur est sensibilisé à la problématique des ressources nécessaires à la fabrication des aimants de haute performance, acteurs indispensables des transitions énergétique et numérique en cours. Que l'on s'intéresse aux éoliennes, aux supports de stockage de données ou aux voitures électriques, peu importe ! Tous utilisent des aimants performants, contenant du néodyme, une terre rare à l'extraction controversée. L'explosion de la demande en aimants rend cette ressource stratégique, au cœur d'enjeux géopolitiques et environnementaux majeurs. L'exposition rend compte de recherches en cours visant, soit à créer des aimants forts sans néodyme, soit à créer une filière de recyclage des aimants forts pour en extraire le néodyme.

Le visiteur est également sensibilisé à la problématique de la dépense énergétique énorme, induite par l'explosion de la demande de stockage de données. Il découvre ainsi le formidable potentiel porté par la spintronique, ou électronique de spin, nouvelle discipline née du mariage de l'électronique et du magnétisme. Il découvre que des recherches très actives sont menées dans ce domaine, tout particulièrement en France, pour relever cet incroyable défi que constitue la nécessité de stocker toujours plus d'information en étant plus sobre en énergie.





Un atelier jeune public accueille les plus jeunes pour les éveiller à la démarche scientifique par l'expérience et l'observation.



MAGNÉTIQUE, une expo attirante

L'exposition est accessible à tous les publics, à partir de 8 ans.

L'exposition propose plusieurs niveaux de lecture :

- des petits textes de front de table intitulés « Que faire ? Que voir ? » s'adressent à tous les visiteurs.
- des cartels de fond de table présentent des explications plus approfondies.
- un livret jeune public et familles propose un parcours allégé et un jeu de questions-réponses.
- un document à destination des professionnels (enseignants, médiateurs ...) est disponible à la demande.

Des vidéos sur bornes tactiles complètent le parcours expérimental.

Un espace d'animations peut être installé au cœur de l'exposition.

Surface nécessaire 200 à 400 m² en fonction des éléments installés.

Pour toute information concernant la location de l'exposition, contact :

helene.fischer@univ-lorraine.fr



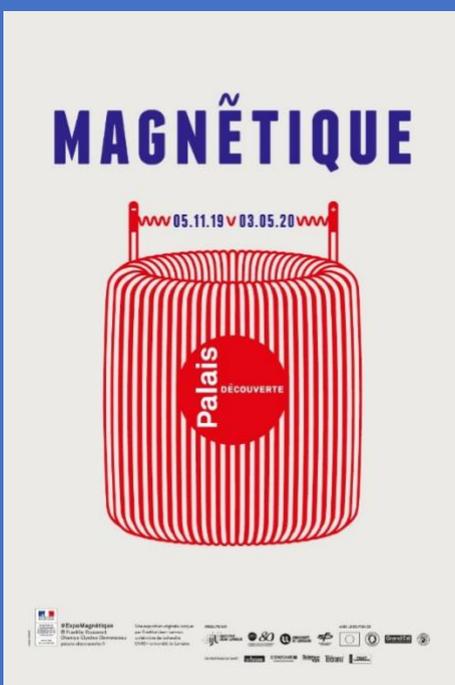
MAGNÉTIQUE est issue d'une première exposition, intitulée **MAGNÉTICA**, réalisée dans le cadre du programme Escales des Sciences de l'Université de Lorraine. Conçue pour sillonner la région Grand Est, elle a été créée en 2017 au sein de l'institut Jean Lamour, avec la participation d'élèves de l'ENSAD (Ecole Nationale Supérieure d'Art et de Design de Nancy) en particulier.

Avec le soutien d'Universcience, **MAGNÉTICA** s'est ensuite mue en **MAGNÉTIQUE** pour une installation au Palais de la découverte en 2019 - 2020. A retrouver sur :

<https://www.youtube.com/watch?v=9fIVvWXdjKo>

Lors de son séjour à l'Espace des Sciences de Rennes en 2022 - 2023, **MAGNÉTIQUE** s'est embellie d'une riche scénographie. A retrouver sur : <https://www.espace-sciences.org/expositions-passees/magnetique>

En 2024, l'histoire de **MAGNÉTIQUE** se poursuit avec une installation de l'exposition à La Rotonde de Saint-Etienne.



MAGNÉTIQUE a reçu le soutien du CNRS :

« **MAGNÉTIQUE** propose un parcours attractif qui nous amène d'îlots en îlots dans l'univers du magnétisme. Une incitation à comprendre et à expérimenter des phénomènes qui jalonnent notre quotidien et s'immiscent dans les objets que nous utilisons tous.

C'est une formidable occasion de montrer la place de la recherche et des innovations et de partager le savoir scientifique avec tous les publics : familles, passionnés de technologie, scolaires et étudiants. »

Pour toutes ces raisons,

MAGNÉTIQUE a été labellisée « 80 ans du CNRS » et « année de la physique 2023-24 ».

MAGNÉTIQUE a reçu le soutien

de la Société Française de Physique (SFP)

qui reconnaît en cette exposition

une très belle illustration de la démarche scientifique par l'expérience :

« Les actions de popularisation des sciences

qui s'appuient sur des expériences sont rares,

et **MAGNÉTIQUE** est une extraordinaire exception

que la SFP ne pouvait qu'encourager. »