La Cité du Design,
L'Université Paris Sud
La Rotonde de Mines Saint-Etienne

présentent

SUPRA !

PHYSIQUE • DESIGN • LÉVITATION

DOSSIER PEDAGOGIQUE

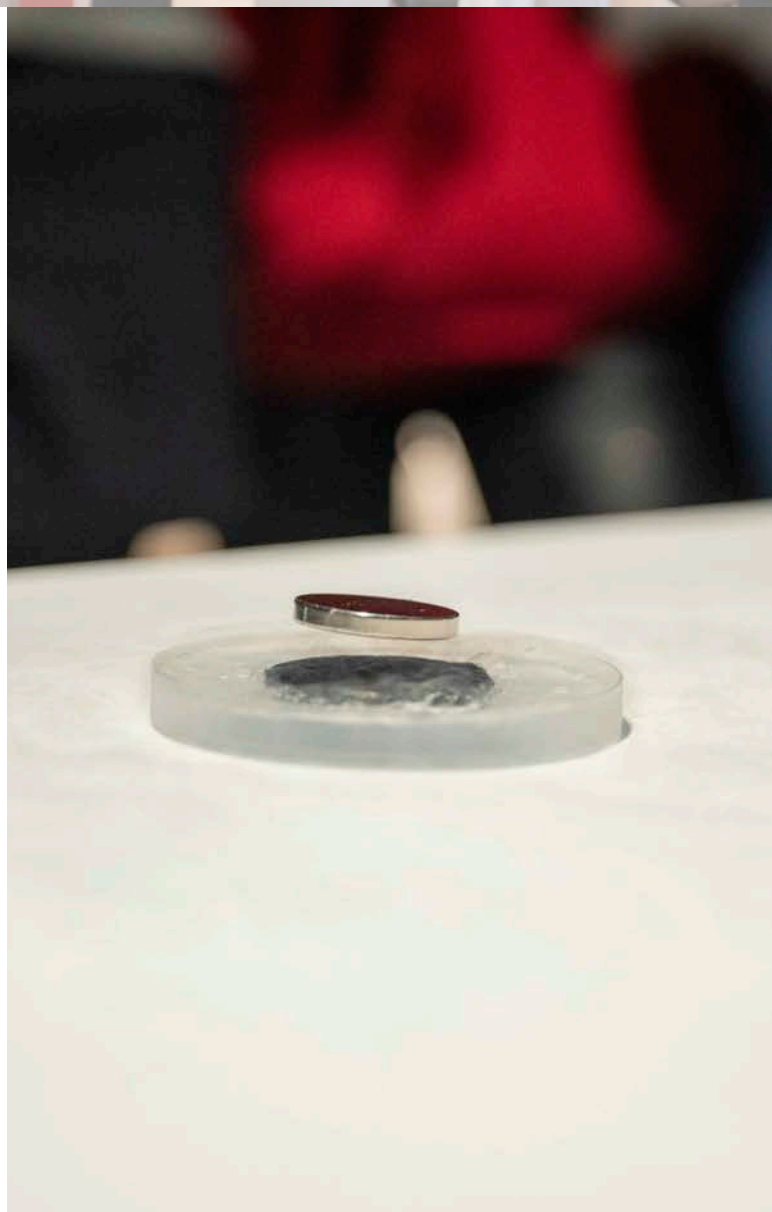
PHYSIQUE
SUPRA!
PHYSIQUE • DESIGN • LÉVITATION
Lorsque des physcien·nes proposent à des écoles de design et d'art appliqué de travailler ensemble sur des sujets aussi délicats que la supraconductivité ou la physique quantique, un dialogue riche s'ouvre alors et deux mondes se découvrent. D'un côté celui de la physique fondamentale avec ses concepts, sa langue, ses laboratoires. De l'autre le monde des designers avec leur créativité, leurs ateliers, leurs savoir-faire.
Si cette collaboration n'a pas bouleversé la façon dont les physicien·nes font de la science ni permis de grandes découvertes scientifiques, elle a cependant favorisé l'exploration de nouvelles façons de donner à voir la physique et ses notions les plus étranges.

SOMMAIRE

P 4 : Édito
P 5 : Présentation de l’exposition
P 9 : Plan de l’exposition
P 10 : Déroulé de la visite
P 11 : Les thèmes abordés
- Physique
- Design

P 17 : Liens avec les programmes scolaires
- Cycle 4
- Seconde
- Première et Terminale

P 21 : Activités à faire en classe
P 24 : Informations pratiques



ÉDITO

Depuis 1999, La Rotonde, Centre de culture scientifique technique et industrielle de l'École des Mines de Saint-Étienne, multiplie les projets et actions de diffusion de toutes les sciences et de leurs applications industrielles ou sociales.

Laboratoire d'idées et d'expérimentations, La Rotonde est un espace pour découvrir, créer, s'informer, donner du sens, interagir, partager… Un lieu ouvert à toutes et tous pour permettre à chacun.e d'exercer un regard critique et de participer ainsi à l'évolution de nos sociétés.

La Rotonde est un lieu d'expositions, de découvertes, d'interactions, d'échanges avec une attention forte portée à une médiation de qualité.

Les missions et objectifs de la Rotonde sont :

- Animer, expérimenter, échanger…ensemble
- Produire, créer, innover
- Mailler un territoire
- Renforcer l'axe Culture et Enseignement supérieur
- S'engager

La Rotonde participe activement à l'égalité entre les sexes et à la promotion des diversités par ses pratiques et communications dénuées de stéréotypes et sa charte d'engagement.

SUPRA!
Une exposition-ateliers présentée à la Rotonde du 12 mars au 1er juin 2019

L'exposition a été conçue en co-production entre trois structures : La Physique Autrement (Equipe de recherche du Laboratoire de Physique des Solides de l'université Paris Saclay), La Rotonde (CCSTI de l'Ecole des Mines de Saint-Etienne) et la Cité du Design de Saint-Etienne.

Présentée pour la première fois au public du Quai des Savoirs à Toulouse en octobre 2018, l'exposition a été enrichie pour être accueillie à la Rotonde. Elle s'inscrit dans le cadre de la programmation « Biennale dans la ville » de l'édition 2019 de la Biennale Internationale Design Saint-Étienne.

PRÉSENTATION DE L'EXPOSITION SUPRA!

«Lorsque des physcien·nes proposent à des écoles de design et d'art appliqué de travailler ensemble sur des sujets aussi délicats que la supraconductivité ou la physique quantique, un dialogue riche s'ouvre et deux mondes se découvrent.
D'un côté celui de la physique fondamentale avec ses concepts, sa langue, ses laboratoires. De l'autre le monde des designers avec leur créativité, leurs ateliers, leurs savoir-faire.
Cette collaboration n'a pas bouleversé la façon dont les physicien·nes font de la science ni permis de grandes découvertes scientifiques mais elle a permis d'explorer de nouvelles façons de présenter la physique et ses notions les plus étranges.
Et les résultats sont inattendus !
C'est cette vision décalée du monde scientifique par les designers qui est proposée dans cette exposition.»

Julien Bobroff

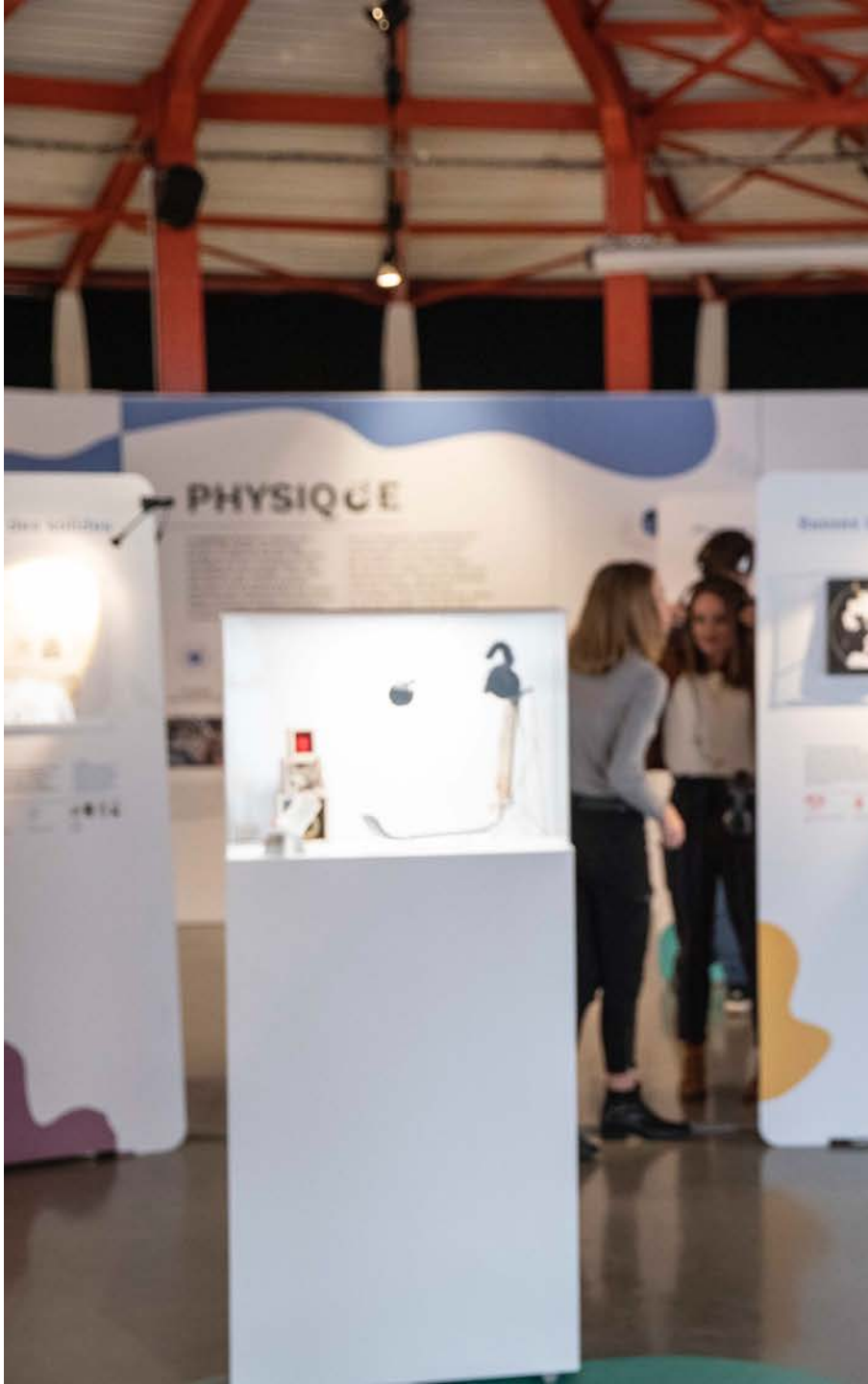
L’exposition-atelier, Supra ! invite à explorer des productions issues de la rencontre entre scientifiques et designers à travers une visite étonnante et sensible où le design vulgarise, s’amuse, imagine le futur et met en scène le monde de la physique et de la supraconductivité.

Le public s’approprie des notions de physique par la manipulation, assiste à une démonstration de lévitation, découvre de très nombreuses créations photo, vidéos…

Les enjeux de l’exposition sont :

- Initier le public à deux disciplines scientifiques : la physique quantique et le design
- Présenter la rencontre entre Science et Design
- Proposer une découverte poétique, étonnante et sensible.

Composée de 4 espaces, l’exposition plonge le public dans le monde de la supraconductivité, de la physique quantique et du design et lui permet d’assimiler simplement des notions jugées complexes en s’appuyant sur une grande diversité de supports de médiation : objets, photos, vidéos, démonstration, atelier ...



La Rencontre

Dans cet espace, le médiateur introduit la visite et raconte au public l'histoire de la rencontre entre les designers et les physiciens. De nombreuses productions issues de leur collaboration ainsi que des notions de design - produit, graphique, espace, service ... - et de physique - des solides, optique, mécanique, astrophysique... - sont présentées et expliquées au public.

Le design met en scène

Place au spectacle !
Dans cet espace, conçu comme un mini théâtre, l'animateur raconte la supraconductivité, le froid et le magnétisme par la démonstration.
L'azote liquide coule à flots et les objets lévitent autour d'un dispositif de médiation classique, proche de l'univers d'un laboratoire, puis d'un dispositif de médiation designé qui met en évidence l'apport du design dans un discours de vulgarisation scientifique.

Le design se décale

Le troisième espace invite le public à plonger dans un monde poétique, étonnant, drôle, sensible et artistique.
Dans une mini salle de cinéma, intimiste et coupée du reste de l'exposition, une série de vidéos sont projetées.
Ces vidéos produites par des designers traduisent l'infinie créativité que la science évoque.

Le design prospectif - Atelier

Imaginez un monde où la supraconductivité serait partout...
Que feriez-vous léviter ?

SUPRA ! c'est aussi un atelier type fablab qui propose au public de se mettre dans la peau de designers et d'imaginer un quotidien en lévitation.
Le design, comme lien entre les objets et leurs usages, est au cœur de l'atelier et sert de support à une médiation par le faire.
Dans un studio photo, le public immortalise l'instant puis partage ses créations dans un espace d'affichage collaboratif.

PLAN DE L'EXPOSITION

DEROULÉ DE LA VISITE

La visite de l'exposition SUPRA! s'effectue en présence d'un médiateur. La Rotonde est réservée pour une classe sur un créneau horaire défini lors de la réservation. Le médiateur adapte son discours de médiation au niveau de la classe et accompagne les élèves dans leur découverte.

Durée du créneau : 1h30

Introduction (10min) – En classe entière

- Quelques notions de base sur les domaines de la physique et du design
- Pourquoi faire rencontrer ces deux disciplines, quelles productions peuvent émerger suite à ce dialogue et pourquoi?
- Clés de lecture de l'exposition

Show Supra (30min) – En classe entière

- Histoire des sciences : La découverte de la supraconductivité
- Le phénomène physique et démonstration d'une expérience de lévitation
- Les applications de la supraconductivité dans notre quotidien
- Comment un designer peut s'emparer de ce phénomène physique

Exposition-atelier(45min) – En groupe

- Boîte de cinéma
- Atelier
- Visite des totems La Rencontre

Conclusion (5min)

LES THÈMES ABORDES

La Supraconductivité

À voir dans le show Supra

- **Le phénomène physique**

À très basses températures, les propriétés électriques et magnétiques de certains matériaux tels le plomb, le mercure ou certains oxydes changent radicalement. Ces matériaux deviennent supraconducteurs : ils n'opposent plus aucune résistance au passage du courant électrique et expulsent les champs magnétiques.

Ce phénomène, découvert il y a cent ans, est une manifestation particulièrement marquante de la physique quantique à l'échelle humaine : les nombreux électrons du matériau se regroupent dans une même onde quantique qui s'étend sur de très grandes distances.

Aujourd'hui la supraconductivité est un domaine de recherche extrêmement actif , qu'il s'agisse d'élucider les mécanismes qui en sont à l'origine, de concevoir de nouveaux matériaux supraconducteurs ou d'étendre le champ des applications déjà nombreuses. Elle permet aussi de réaliser des lévitations spectaculaires.

- **Ressources**

La Méthode Scientifique – 12/12/2018
Supraconductivité : chaud devant ?
Qu'est ce que la supraconductivité et comment l'a-t-on découverte?
Pourquoi a-t-on besoin de la physique quantique pour expliquer la supra…
Durée : 58min
Lien : https://www.franceculture.fr/emissions/la-methode-scientifique/supraconductivite-chaud-devant

Science Publique – 13/05/2011
100 ans après sa découverte, à quand la supraconductivité à température ambiante ?
Durée : 57min
Lien : https://www.franceculture.fr/emissions/science-publique/100-ans-apres-sa-decouverte-quand-la-supraconductivite-temperature

Conférence Espace des Sciences – 14/10/2014
Les supraconducteurs et leurs fascinantes propriétés
Durée : 1h54
Lien : https://www.youtube.com/watch?v=Sj5eue4jm9c

Site internet sur la Supraconducitivité
Année internationale de la supraconductivité
Lien: http://www.supraconductivite.fr/fr/index.php

Le Froid

À voir dans le show Supra et les Totems

- **Le phénomène physique**

Pour les physicien·nes, la température traduit l'agitation des atomes dans la matière. Plus il fait froid, moins ils bougent … jusqu'au zéro absolu (-273,15°C) où les atomes sont quasiment immobiles. Mais comment produire ce froid et aller vers de plus basses températures que celles autorisées par la nature ? Voilà le défi qu'ont relevé les scientifiques au cours des siècles passés.

- **Ressources**

La Tête au carré – 09/01/2018
Le froid
À l'occasion de l'exposition « Froid » à la Cité des Sciences et de l'Industrie, état des lieux de ce phénomène, le froid, qu'il soit naturel ou artificiel.
Durée : 55 min
Lien : https://www.franceinter.fr/emissions/la-tete-au-carre/la-tete-au-carre-09-janvier-2018?xtmc=bobroff&xtnp=1&xtcr=7

La Mécanique Classique : La chute des corps

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

Deux corps lâchés de la même hauteur mettent exactement le même temps pour chuter, quelle que soit leur masse, à condition que l'air ne s'oppose pas trop à leur chute ! Derrière cette observation se cache en fait une loi d'attraction universelle découverte par Newton et qui posera les bases de la mécanique classique.

- **Ressources**

Chaine Science4All – 02/05/2016
La loi de la chute des corps
Lien : https://www.youtube.com/watch?v=ereqx8KiPX4

Conférence Paris Sciences Lettres – 23/04/2015
Galilée : la loi de la chute des corps
Lien : https://www.franceculture.fr/conferences/paris-sciences-et-lettres/galilee-la-loi-de-la-chute-des-corps

La Physique Quantique

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

La physique quantique gouverne les propriétés de la matière à toute petite échelle, elle s'applique aux atomes, aux électrons, aux molécules… En particulier, elle prédit que ces objets réagissent à la fois comme des ondes et des corpuscules. Mais également, que leurs comportements sont très discontinus : un peu comme une voiture … qui n'aurait droit qu'à certaines vitesses et sauterait brutalement de l'une à l'autre !

- **Ressources**

La Conversation Scientifique – 23/02/2019
Peut-on « voir » la physique quantique (à l'œuvre) ?
Durée : 1h
Lien : https://www.franceculture.fr/emissions/la-conversation-scientifique/peut-voir-la-physique-quantique-a-loeuvre

Physique des solides : La cristallographie

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

Pour déterminer comment les atomes sont organisés dans la matière, il suffit d'illuminer un solide avec des rayons X. Ces rayons interagissent avec les atomes qui les diffractent dans certaines directions. Mesurez ces directions et vous pourrez en déduire comment les atomes sont empilés dans le solide et la distance qui les sépare.

- **Ressources**

Futura Sciences
A quoi sert la cristallographie à rayon X ?
Lien : https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/physique-sert-cristallographie-rayons-x-10432/

CNRS Journal - 06/02/2014
Dossier : Les mille atouts de la cristallographie
Lien : https://lejournal.cnrs.fr/videos/cristallographie-la-matiere-revelee

Optique : Optique géométrique et Microscopie

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

La lumière est composée de rayons qui se déplacent en ligne droite. Lorsque celle-ci passe d'un milieu transparent à un autre, par exemple de l'air au verre, ses rayons sont déviés par la loi de la réfraction, une des deux lois de Snell-Descartes. La connaissance de cette loi nous permet de concevoir des lentilles qui servent à fabriquer des lunettes de vue, mais aussi des microscopes et télescopes.

La Thermodynamique

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

L'entropie est une grandeur qui mesure le degré de désordre dans un système. Plus les molécules d'un système sont désordonnées, moins on sait où elles se trouvent, et plus ce système a une entropie élevée : un gaz où les molécules s'agitent dans tous les sens de façon désordonnée aura une entropie plus forte qu'un cristal avec des molécules bien rangées.

La Physique de la Matière Molle

À voir dans les Totems

- **Le phénomène physique**

Parmi les matières molles, certaines réagissent étrangement quand on les sollicite. La maïzena mélangée à l'eau, par exemple, est solide quand on tape dessus fortement, mais liquide si on y plonge la main délicatement. L'étude de ces fluides dits « non newtoniens », car ayant un comportement sous écoulement complexe, fait partie du champ très fécond de la matière molle.

Le Design : Qu’est-ce que le design ?

À voir dans le panneau rencontre

Le design est une activité de création qui consiste à imaginer des objets du quotidien, des espaces de vie ou des services que nous utilisons tous les jours pour les adapter à notre mode de vie. Concevoir un éclairage pour un bureau, une combinaison de sport ou une affiche pour une publicité demande de faire des choix : Quelles formes ? Quelles couleurs ? Quelle matières ? Pour qui et pour quel usage ?
Faire du design, c’est donc concevoir pour servir un usage.

- **Le design produit**
- **Le design graphique**
- **Le design culinaire**
- **Le design numérique et d’interface**
- **Le design d’espace**
- **Le design de service**

Le Design : Quels supports de création ?

À voir dans les Totems

Au cours de la visite, les élèves sont invités à découvrir différents supports de créations artistiques que les designers investissent : livres, photos, vidéos, objets, gravures, typographie …

Le Design : Quel processus créatif ?

À faire dans l'atelier

Afin de comprendre le processus créatif des designers, les élèves sont invités à se mettre dans la peau d'un.e designer.
Par petits groupes, ils doivent imaginer un quotidien en lévitation et présenter l'objet de leur création à leurs camarades.
Quel objet mettre en lévitation ?
Pour qui ? (adulte, enfant, personne âgée, personne handicapée, famille, sportif, écoliers…)
Pourquoi ? Quel usage ? (se déplacer, cuisiner, travailler …)
Où ? (à la maison, dans l'espace urbain, dans les transports, au travail, à l'école …)
À quel prix ?
Avec quel matériau ? (bois, métal, verre …)
Quel cycle de vie ? (recyclable, matière première, transport …)

Après avoir répondu à une série de questions qui éveille les élèves sur le travail de designer, les élèves simulent la mise en lévitation de leur création, la prenne en photo et la présente à leurs camarades.

LIENS AVEC LES PROGRAMMES SCOLAIRES

- Cycle 4

Volet 1	• Développer des compétences par des activités disciplinaires et interdisciplinaires • Passer d'un langage à un autre • Prendre la dimension historique des savoirs
Volet 2	• Développer de la culture scientifique et technique • Favoriser des projets interdisciplinaires
Physique-Chimie	• Accéder à des savoirs enracinés dans l'histoire • Expliquer, par l'histoire des sciences et des techniques, comment les sciences évoluent et influencent la société.
Arts plastiques	• Donner à voir des projets artistiques, individuels et collectifs.

- Seconde

Physique - Chimie	• Initier à la démarche scientifique. • Faire connaître l'histoire de la construction de la connaissance scientifique. • Évoquer la contribution à l'histoire des arts. Mettre en relation l'art, la science et la technique. • Favoriser la collaboration interdisciplinaire.
Arts plastiques	• Mettre en place des création et activités artistiques. • Connaitre les arts visuels, objets artistiques, arts plastiques – illustrations, gravures, objets, films, photographies - • Développer des compétences relatives à la culture personnelle, à la pratique artistique, aux métiers de l'image, aux compétences transversales : arts, sciences et design

- Première

Physique - Chimie	• Expérimenter la matière à différentes échelles : du noyau à la galaxie. • Comprendre les interactions fondamentales : interactions forte et faible, électromagnétisme. • Connaitre la production de l'énergie électrique. Effet Joule
Arts plastiques	• Développer des connaissances théoriques : recul sur les œuvres présentées, pratique et réflexion de création (les coulisses de chaque création sont présentées dans l'exposition) • Développer des compétences culturelles : compréhension des œuvres, esprit critique, processus de création, compétences transversales : arts, sciences et design

- Terminale

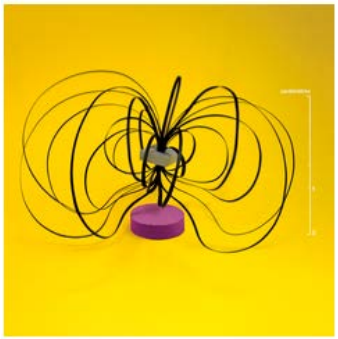
Physique - Chimie	• Assimiler les notions d'ondes • Connaitre et comprendre les Lois de Newton • Développer la culture scientifique et technique et les relations science-société • Comprendre la dualité onde-particule
Art	• Développer les connaissances théoriques : recul sur les œuvres présentées, pratique et réflexion de création (les coulisses de chaque création sont présentées dans l'exposition) • Développer des compétences culturelles : compréhension des œuvres, esprit critique, processus de création, compétences transversales : arts, sciences et design

ACTIVITÉS À FAIRE EN CLASSE

Vous trouverez ici quelques suggestions d'activités à faire en classe en amont ou après avoir visité l'exposition. La sélection est à l'image de l'exposition et les activités proposées permettent de confronter deux disciplines : la physique et le design.
L'ensemble des ressources est issue du site de *La Physique Autrement* (Université Paris Saclay), co-producteur de l'exposition SUPRA!

- **Pop-up – Les labos où la supraconductivité est découverte**
  Enseignement artistique / Physique / Histoire des sciences / Objets techniques
  - Fabriquez en pop-up le laboratoire où les nouveaux supraconducteurs ont été découverts en 1986 .
    Téléchargez, imprimez, découpez, scotchez, lisez!
  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/projet/dacouvertes_quantiques_les_nouveaux_supraconducteurs/
  - Créez votre propre pop-up du laboratoire où a été découverte la supraconductivité en 1911

- **Pliages – La supraconductivité, une histoire d'électrons**
  Enseignement artistique / Physique / Chimie
  - Construisez avec des ciseaux et un peu de scotch les particules quantiques. D'abord un électron, puis un deuxième, et enfin, l'objet le plus étrange du monde quantique : un supraconducteur
  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/projet/pliages_quantiques/



- **Exposition - Autour du tableau périodique**
  Chimie
  - Imprimez une exposition pour expliquer les atomes, la classification périodique et les liaisons chimiques – A mettre en classe, au CDI ou dans l'établissement.
  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/orbitales/posters.html

- **Open TP – Evolution de la résistance en fonction de la température**
  Physique
  - Retrouvez la variation de la résistance et/ou de la résistivité en fonction de la température selon le type de matériau

  https://opentp.fr/tuto/evolution-de-la-resistance-en-fonction-de-la-temperature/

- **Exposition – Le monde de la recherche**
  Parcours Sup / Physique
  - Découvrez et imprimez une exposition pour explorer la vie d'un laboratoire de physique et des personnes qui y travaillent (étudiants, doctorants, chercheurs, etc.) – A mettre en classe, au CDI ou dans l'établissement.

  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/projet/infiltrae_chez_les_physiciens/

- **Expériences à l'azote liquide**
  Physique / Enseignement artistique
  - Douze recettes drôles et surprenantes pour comprendre les effets de l'azote liquide sur la matière

  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/azote/index.html

- **Quiz – Le magnétisme**

  Physique

  - Des cocottes pour les élèves pour s'interroger sur la magnétisme et la taille des objets http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/v/wp-content/uploads/2018/07/cocotte-aimants.pdf

- **Exposition – Art et Science autour de la cristallographie**

  Enseignement artistique / Chimie / Physique

  - Petite histoire de la cristallographie dans des formats originaux : les réseaux en gravure, la croissance des cristaux en lithographie, les couleurs des minéraux en sérigraphie, etc. A mettre en classe, au CDI ou dans l'établissement.

  http://hebergement.u-psud.fr/supraconductivite/minisite/cristallo-graphique/#home

INFOS PRATIQUES

Visite Scolaire

-

Durée : 1h30

Tarif :

- 3,5€ par élève
- Pass Région : 1 place achetée à 3,5€ = 1 entrée offerte valable 1 an
- Gratuité pour les accompagnateurs

Créneaux des visites:

- Mardi, jeudi et vendredi matin ou après-midi.
- Mercredi matin

Public cible :

- Collégien·nes (cycle 4)
- Lycéen·nes
- Etudiant·es

Réservation obligatoire :

Tel : 04 77 42 02 78
Mail : larotonde@emse.fr