

2005

# Année mondiale de la physique

Sous l'égide  
de l'ONU et l'UNESCO

LES PHYSI-CURIEUX!

La physique à votre rencontre



BRETAGNE EN BRETAGNE



à l'occasion du centenaire  
des découvertes d'Albert Einstein

Le comité de pilotage de l'année mondiale de la physique

<http://www.physique2005.org>

Contact: [leduo@kbens.fr](mailto:leduo@kbens.fr)



# 1 – Les Physi'CURIEUX!

**P**our observer des phénomènes physiques, pas besoin d'aller chercher très loin !

**Dès le petit déjeuner, les céréales nous réservent des surprises : pourquoi restent-elles bloquées dans la boîte ? Comment les débloquent-elles ?**

**Quand on se prend au jeu, toute la maison devient un terrain de recherche : comment fonctionne l'ordinateur ? A quoi sert le savon ? Comment se créent les empreintes digitales ?**

Six thématiques de sciences physiques ont été extraites de la vie courante : les mousses, l'optique, l'électricité, les milieux granulaires, le magnétisme et la mécanique.

Intrigantes et pédagogiques, les animations proposées mettent en scène, au travers d'expériences surprenantes, des principes fondamentaux de physique et donnent un aperçu des thématiques de recherche dans les laboratoires bretons.

Une fois la surprise passée et le phénomène expliqué, cette approche expérimentale est l'occasion de s'intéresser aux applications techniques des principes physiques observés.

A cette animation, l'ABRET associe un programme de mise en relation des élèves et des chercheurs par un concours, des conférences, un site internet spécifique constamment enrichi par les demandes des élèves, et des rencontres dans les laboratoires.

# 2 – Description des expériences

## **OPTIQUE**

---

Interférences lumineuses  
Polarisation de la lumière  
Modulation de la lumière

## **ELECTRICITE ELECTRONIQUE**

---

Électrostatique  
Fabrication d'une pile au citron  
Effets magnétiques du courant électrique  
Aimant plongeant dans une bobine  
Électro-aimant  
Lampe à incandescence  
Transformateur  
Effet photoélectrique

## **MECANIQUE**

---

La goutte qui se reforme  
Trompe à eau  
De l'équilibre au glissement  
Le ressort  
Tremblement de Terre  
Empreintes digitales

## **MILIEUX GRANULAIRES**

---

Tambour tournant à 2 dimensions  
Noix du Brésil  
Bâton Tire sable  
La balance envoûtée

## **MOUSSES**

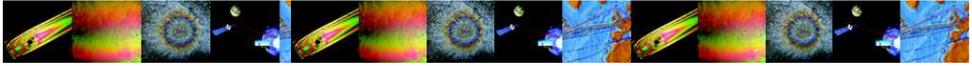
---

Couche mince à l'interface  
Tension uniforme  
Mousse solide/liquide  
D'une bulle à l'autre

## **MAGNETISME**

---

Observation de domaines magnétiques



## **OPTIQUE : Plein feu sur la lumière**

***L'équipe LPL (Laboratoire de Physique des Lasers) fait partie de l'unité mixte de recherche PALMS (Physique des Atomes, Lasers, Molécules et Surfaces). Les recherches du groupe de physique des lasers portent sur l'étude théorique et expérimentale des propriétés des oscillateurs lasers et notamment celles liées à la polarisation. Le LPL vous propose les expériences suivantes :***

### ***Interférences lumineuses***

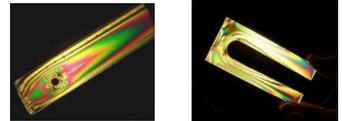
On plonge une barre horizontalement dans de l'eau savonneuse, puis on la sort de l'eau. Il se forme alors un film de savon vertical (20 cm x 30 cm).

Outre son aspect esthétique spectaculaire, cette expérience permet d'aborder les nombreuses applications du phénomène d'interférence en physique (mesure de petits déplacements, couche anti-reflet...) et également de parler des couleurs interférentielles chez les animaux.



### ***Polarisation de la lumière***

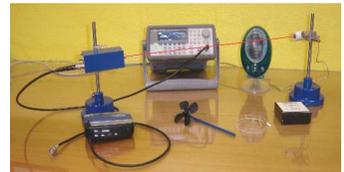
La direction de vibration de la lumière, encore appelée polarisation, peut être mise en évidence simplement avec un polariseur. On peut alors observer expérimentalement, que la lumière diffusée par le ciel est fortement polarisée si on observe dans une direction perpendiculaire au soleil, que la lumière émise par un écran plat est également polarisée...



En mettant des objets transparents entre 2 polariseurs, on observe de superbes couleurs qui révèlent en fait une structure interne insoupçonnée. La lumière polarisée sonde la matière, et permet de voir directement les contraintes et les faiblesses mécaniques d'objets ou de structures.

### ***Modulation de la lumière***

Cette expérience permet de montrer qu'en changeant l'intensité lumineuse d'une diode laser, on peut transporter de l'information, par exemple par voie aérienne. Ce principe est utilisé dans les télécommunications optiques, comme Internet par exemple, la lumière se propageant dans des fibres optiques de l'épaisseur d'un cheveu. La lumière est alors le messager de l'information.





## ELECTRICITE - ELECTRONIQUE

**L'ETTR (Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes) est spécialisé en conception de systèmes et sous-systèmes de communication. Les animations proposées retracent l'évolution de l'électrostatique à la microélectronique.**

### **Électrostatique ou la découverte de l'électricité**

Tout part de Thalès de Millet vers 640 avant Jésus Christ qui observe que l'ambre, quand il est frotté avec un tissu, attire les poussières.

→ Expérience sur **l'attraction de petits objets**.

Charles François de Cisternay Du Fay met en évidence l'existence de 2 types d'électricité et les progrès continuent ...

→ Expérience mettant en évidence **2 types d'électricité**.

### **La pile électrique, la révolution dans la production de l'électricité**

Alexandro Volta empile des disques de cuivre et de Zinc en séparant les métaux par du tissu imbibé d'eau salée. C'est le premier moyen connu pour avoir de l'électricité de façon continue.

→ Expérience : la **fabrication d'une pile au citron**. L'utilisation de la pile permet d'alimenter une horloge et un empilement permet le fonctionnement d'une diode électroluminescente.

### **Électromagnétisme ou la découverte des phénomènes électriques**

→ Expérience d'Oersted en 1820 : il observe qu'un courant électrique fait dévier une aiguille aimantée. Cela met en évidence les **effets magnétiques du courant électrique** dont André-Marie Ampère formalisera le phénomène.

Michael Faraday met en évidence en 1831 que la variation d'un champ magnétique crée un courant électrique.

→ Expérience avec un **aimant plongeant dans une bobine**.

→ Expérience de l'**électroaimant**.



### **L'ère de l'électricité industrielle**

Thomas Edison en 1879 montre que l'échauffement d'un conducteur lorsqu'il est parcouru par un courant électrique provoque par effet Joule une lumière plus ou moins intense.

→ Expérience avec la **lampe à incandescence**

L'expérience de Nicolas Tesla va permettre d'alimenter à longue distance des appareils électriques avec les lignes à haute tension.

→ Expérience sur le **courant alternatif et le transformateur**





## LES MILIEUX GRANULAIRES

*L'équipe de recherche sur les milieux granulaires et mousses du laboratoire GCM (Groupe Matière Condensée et Matériaux) de l'IPR (Institut de Physique de Rennes) étudie des phénomènes communs aux milieux divisés, par des approches théorique, numérique et expérimentale. L'équipe a sélectionné des expériences pour leur aspect spectaculaire :*

Les milieux granulaires sont très présents dans la nature : céréales, sable, gravier, médicaments, etc.

Les propriétés des milieux divisés sont souvent fascinantes et surprenantes.

- Ils sont légers : le sable est facilement transporté par le vent pour former des dunes, par l'eau pour modeler les plages et les rives...

- Ils coulent facilement.

➔ L'expérience «**le tambour tournant**» illustre la ségrégation granulaire dans un tambour en rotation.

➔ L'expérience «**les noix du Brésil**» met en évidence qu'un mélange de grains soumis à des vibrations fait «remonter» les gros grains à la surface du mélange.



Ils apparaissent ainsi comme des «liquides» dans lesquels les grains ont du mal à se mélanger. La nature vous offre de nombreux exemples de cette ségrégation.

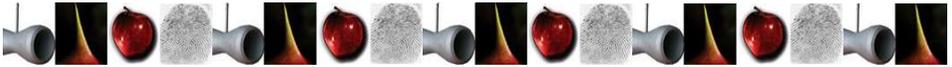
Cependant les milieux granulaires peuvent aussi se comporter comme des solides (milieux élastiques). Ces «solides» ont la propriété d'être poreux : ils présentent des cavités susceptibles d'accueillir une deuxième phase. (Les sables poreux peuvent contenir de l'eau ou du pétrole).

L'élasticité curieuse des milieux granulaires (ils se dilatent quand on les comprime) ainsi que la présence de pores peuvent expliquer le phénomène de dilatance.

Les matériaux granulaires résistent bien à une pression grâce à l'organisation des grains en voûtes.

➔ L'expérience «**le bâton tire sable**» est simple et spectaculaire : lorsque l'on place un bâton dans un récipient rempli de sable et que l'on fait vibrer le sable en tapotant le récipient, on constate que l'ensemble pot/sable/bâton est solidaire. Vérification est faite en soulevant le bâton.

➔ L'expérience «**la balance envoûtée**» est complémentaire à l'expérience précédente : les grains forment des voûtes qui supportent le poids des autres grains.



## LA MECANIQUE

**Le laboratoire GMCM (Groupe Matière Condensée et Matériaux) de l'IPR (Institut de Physique de Rennes) propose les expériences suivantes de mécanique du solide et des fluides.**

Les expériences présentées illustrent quelques principes de la mécanique des fluides :

- la *réversibilité*.

→ L'expérience « **la goutte qui se reforme** » : dans certaines conditions, une goutte d'encre déposée dans un liquide puis étalée par le mouvement du dispositif se reconstitue si l'on opère le mouvement inverse.

- la *relation entre pression et vitesse*

→ L'expérience « **trompe à eau** » met en évidence une baisse de pression dans un fluide quand sa vitesse augmente. Une application de cette expérience est la trompe à eau, véritable « aspirateur » créé à partir d'un flux d'eau.

La notion de mécanique des solides illustrée est celle d'*équilibre non stable sur les grandes durées*.

→ L'expérience de la « **puce sauteuse** » est un exemple d'état métastable.

→ L'expérience « **de l'équilibre au glissement** » montre aussi un état métastable. Un solide posé sur un plan incliné à l'angle critique est immobile grâce aux forces de frottements. La plus petite perturbation provoque le glissement.

Pour étudier les tremblements de terre, les chercheurs ont mis au point un modèle simplifié :

→ L'expérience « **tremblement de terre** » est un modèle simplifié qui sert à étudier les équilibres non stables sur les grandes durées. Ce modèle constitué de masses menaçant de glisser attachées par des ressorts à une poutre, est utilisé dans les laboratoires pour donner des informations qualitatives sur les tremblements de terre.

A partir de ces quelques notions, un exemple plus élaboré est présenté, illustrant comment des phénomènes complexes peuvent être étudiés en laboratoire : en quoi la mécanique contrôle-t-elle la forme des fruits, des épines, des empreintes digitales ?



→ L'expérience « **formation des empreintes digitales** » est un modèle de forme de la nature générée par des contraintes mécaniques : la compression de silicone génère des stries comparables aux empreintes digitales.



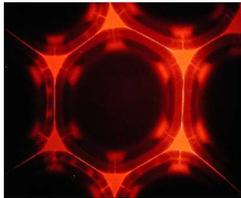
## LES MOUSSES

**L'équipe de recherche sur les milieux granulaires et mousses du laboratoire GMCM (Groupe Matière Condensée et Matériaux) de l'IPR (Institut de Physique de Rennes) propose également des expériences sur les mousses :**

L'idée conductrice de cette série d'expériences est de montrer qu'une unique propriété d'un milieu, la tension superficielle, permet de générer des objets comme les bulles ou la mousse. Leurs propriétés sont très différentes de celles de leurs constituants pris à l'état massif (à savoir l'eau, l'air et le savon) car les phénomènes de surface deviennent prépondérants.

Une première série d'expériences illustre le phénomène de tension superficielle :

.



→ Une surface de liquide a un comportement analogue à une membrane élastique sous tension.

→ L'expérience « **couche mince à l'interface** » illustre comment des molécules de produit moussant s'étalent en formant une couche mince à l'interface. A la surface de l'eau, la propagation de la couche mince pousse un petit objet flottant. Ceci montre comment des molécules de produit moussant modifient la force de tension superficielle.

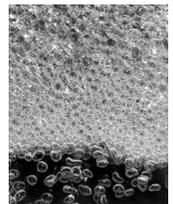
→ L'expérience « **tension uniforme** » permet de montrer que la tension superficielle s'exerce uniformément sur le fil situé à l'interface air/liquide.

Une deuxième série d'expériences illustre le comportement des bulles et des mousses :

→ L'expérience « **mousse solide/liquide** » : La mousse a un comportement parfois solide, parfois liquide.

→ L'expérience « **d'une bulle à l'autre** » : Elle met en évidence le mécanisme responsable de cet échange de gaz.

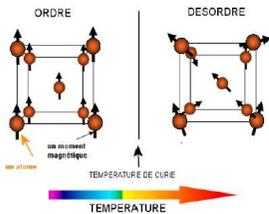
Les notions abordées au cours de cette présentation permettent d'évoquer de nombreuses applications de la vie quotidienne : pourquoi les mousses ne sont-elles pas stables dans le temps? Comment réaliser des structures légères et solides? Pourquoi une lessive enlève-t-elle les graisses?





# MAGNETISME

**Les thèmes de recherche du Laboratoire de Magnétisme de Bretagne sont les procédés d'élaboration et les propriétés physiques des couches minces, multicouches et nanostructures magnétiques. Ils ont un fort potentiel d'application dans les Technologies de l' Information, des Télécommunications et de l'Electronique. Dans ces domaines touchant à des matériaux nouveaux, l'équipe suit une démarche de modélisation, simulation, expérimentation et de comparaison expériences-modèles.**



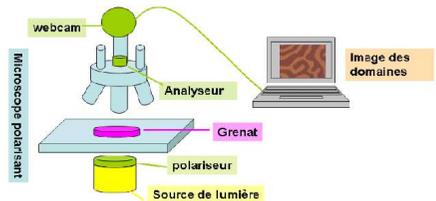
La matière magnétique (Fer, Cobalt, Nickel...) est constituée à l'échelle atomique de boussoles microscopiques liées aux atomes : les *moments magnétiques*.

Ces moments magnétiques s'alignent entre eux spontanément (on dit que le corps est ferromagnétique) pour des températures inférieures à une certaine température, au-dessus de cette température c'est le désordre qui prime.

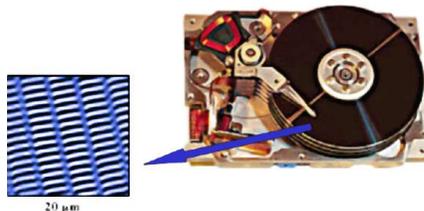
Pour certains matériaux, les moments magnétiques ont tendance à s'aligner avec un champ magnétique, donc si on approche un aimant les domaines alignés dans un sens ou dans l'autre (suivant la direction du champ appliqué) grossissent au détriment des autres.

C'est le cas pour l'expérience proposée par le LMB :

→ L'expérience permet de **visualiser les mouvements des parois magnétiques**.



On utilise l'existence de ces domaines magnétiques pour le stockage de l'information. Une zone dont les moments sont alignés dans un sens est un « 0 » et une zone où ils sont alignés dans l'autre sens c'est « 1 ». En effet, si on regarde un disque dur d'ordinateur de plus près il est en fait constitué de domaines magnétiques !



# 3

## — En pratique...

### QUE FAIRE POUR ACCUEILLIR L'ANIMATION ?

Contactez l'ABRET à <http://physi.curieux.free.fr> ou au 06.88.44.71.94

### AVANT L'ANIMATION

Réunion d'information avant la venue des « Physi'Curieux ».

### L'ANIMATION, COMMENT ÇA SE PASSE ?

- **Mise en place du mobilier contenant les manips.**

***besoin technique dans la salle d'animation***

surface conseillée : 40 m<sup>2</sup>

une prise électrique

une chaise pour l'animateur

***besoin humain***

aide de 2 personnes à la mise en place des modules le lundi matin

- **L'intervention se déroule pendant une semaine selon les modalités suivantes :**

Animation d'un groupe constitué de 15 élèves maximum pendant une heure.

Pour les élèves et les enseignants qui le souhaitent : présence de l'animateur pendant les récréations pour faire découvrir d'autres expériences et répondre aux interrogations des élèves sur la physique, les métiers scientifiques, etc.

- **Démontage**

***besoin humain***

aide de 2 personnes au transport des modules jusqu'au camion.

## **Les Physi'CURIEUX !**

**Chef de Projet,  
Suivi de réalisation,  
Animation**

ABRET

**Conception et réalisation des expériences**

IETR, IPR, UBO

**Conception et réalisation du mobilier**

Yslav

**Partenaires**

Comité AMP, IPR, UBO, Université de Rennes1,  
Région Bretagne, Académie de rennes

**Crédits photos**

GMCM, IETR, Musée du sable, PALMS,UBO

<http://physi.curieux.free.fr>

02 96 46 60 50 / 06 88 44 71 94

