



## Physique en route Exposition interactive

Centre•Sciences propose une exposition itinérante et interactive constituée de 18 expériences contemporaines de Physique.

Elle est accompagnée des 15 posters de l'exposition «Aux horizons de la physique».

L'exposition donne au visiteur un panorama de la recherche de ces cinquante dernières années en physique et emprunte des montages à de nombreux laboratoires de recherche montrant la collaboration des physiciens français.

Cette exposition est destinée à un large public et en particulier aux jeunes, lycéens et même collégiens.

**Une exposition réalisée par** Centre•Sciences, CCSTI de la région Centre et l'Université de Nice **avec le soutien** du Ministère délégué à la Recherche et le Conseil régional du Centre **et le concours** de la Société Française de Physique

### Comité scientifique :

Etienne Guyon (Espci-Paris), Elisabeth Lemaire (Université de Nice), Michel Darche (Centre•Sciences), Luc Petit (Université de Nice), Roland Lehoucq (CEA-Saclay)

### Ont contribué à la réalisation :

Université de Nice-Cnrs (Lpmc), Observatoire de la Côte d'Azur (ca), Université d'Orléans & Cnrs (Crmd), Université de Rennes1 (Gmcm), Université de Rouen (Coria), Université de Tours (Lmpt), Université de Bourgogne, ENS et Observatoire de Lyon, CLEA, Polytech'Marseille (Iusti), CEMES-Cnrs-Toulouse, Espci (Pmmh et Loa), CEA-Saclay, Ecole Polytechnique (Ladhyx), Université Paris XI-Cnrs (Fast), IN2P3-Cnrs (Lal), ENS Paris, Institut de Physique du Globe, Université de Santiago du Chili

**Graphisme :** Samuel Roux - Orléans et Supersoniks - Tours

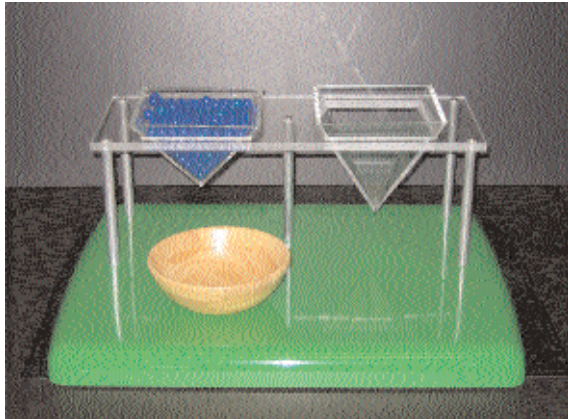
**Expériences et manipulations :** ATP Engineering - Le Perreux-Paris, BCF - Jouy-Le-Potier, Centre•Sciences - Orléans

**Impression :** API, Saint Denis-en-Val

### CONDITIONS TECHNIQUES

- Surface minimum 80 m<sup>2</sup>
- Installation 1/2 journée
- Prévoir tables, grilles et électricité
- Conditionnement : 3 caisses, 190 kg, 1 m<sup>3</sup>
- Valeur d'assurance 18000 €

# Expériences proposées



## 1. Matière ordre ou désordre

Les empilements en 3 dimensions dans la nature et au niveau atomiques peuvent être complètement désordonnés ou au contraire dans les états cristallins être parfaitement réguliers.

La compacité d'un empilement, c'est le pourcentage de volume occupé par les billes ou atomes par rapport au volume total occupé. Pour des billes de tailles identiques, elle est de 74% environ, comme dans un tas d'oranges bien empilées. C'est le maximum que l'on observe dans la nature.



## 2. Tournez, tournez !

Observation d'un phénomène de rotation de billes dans une boîte en fonction de la quantité de billes. Cette expérience met en évidence les forces qui entrent en jeu, force centrifuge, forces de frottement et la dissipation de l'énergie dans le mouvement des billes.



## 3. Tourbillons dans une tasse de thé

Lorsqu'on remue son thé dans une tasse, on s'aperçoit que les débris de feuilles se regroupent au centre de la tasse. Il s'agit d'un exemple d'écoulement secondaire. En effet, sous l'effet de la friction visqueuse, l'eau tourne moins vite au fond de la tasse qu'à sa surface ; pour assurer la conservation du débit, un écoulement de recirculation apparaît, dirigé vers le centre au fond de la tasse et vers l'extérieur à la surface de l'eau.



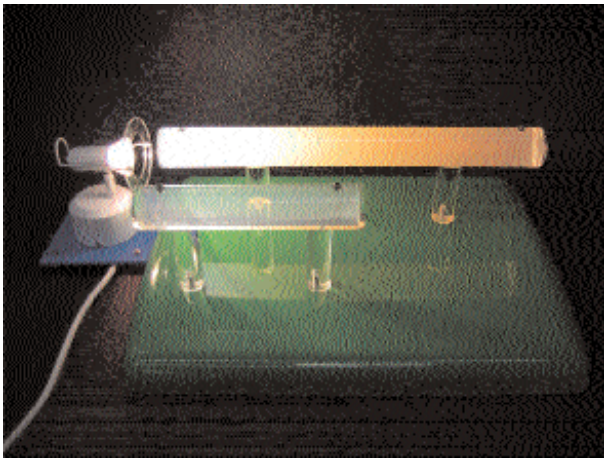


#### 4. Trombes, tornade ou cyclone ?

La vorticité est produite par la mise en rotation de l'air dans une cavité cylindrique sous l'effet d'une injection tangentielle le long de la paroi latérale.

L'étirement des lignes tourbillonnaires en un tourbillon intense est réalisé en aspirant l'air verticalement grâce à un ventilateur placé en haut de la lampe.

La tornade ainsi obtenue est visualisée par émission d'un brouillard.



#### 5. Pourquoi le ciel est bleu ?

Observation du phénomène de diffusion de la lumière.

La lumière qui nous parvient du Soleil est un mélange d'ondes. L'oeil voit rouge les ondes les plus longues et bleu les plus courtes.

Lorsque la lumière traverse l'atmosphère, ce sont les ondes les plus courtes, donc bleues, qui ont le plus de chance d'être absorbées par les molécules de l'air. Ces dernières se désexcitent et r emettent la lumière bleue qui diffuse alors dans toutes les directions. Le ciel, nous apparaît bleu et la couleur du Soleil est alors affaiblie en bleu, c'est pourquoi il nous apparaît jaune et non blanc.

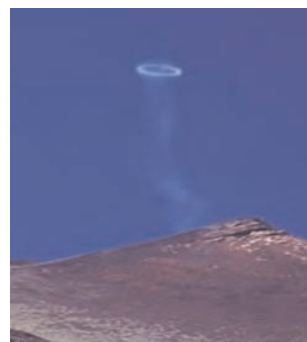


#### 6. Il fait des ronds

Une caisse en carton percée d'un trou circulaire sur un de ses côtés contient de la fumée (produite par une machine à fumée).

Lorsqu'on frappe une autre face de la boîte, la fumée sort et permet de visualiser le tourbillon qui s'est formé.

La structure de ce tourbillon peut alors être observée, on peut aussi, en frappant de façon répétée sur la boîte, étudier l'interaction de deux tourbillons.

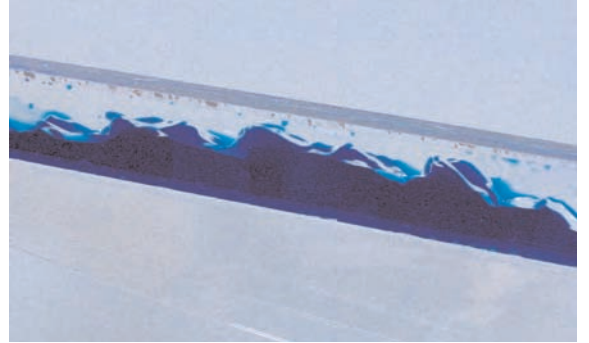




## 7. Bernoulli fait des vagues

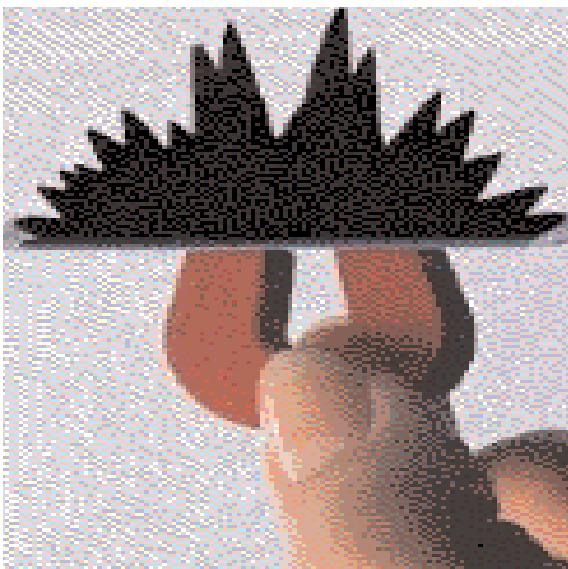
Cette instabilité décrit la déformation de l'interface entre deux fluides se déplaçant tangentiellement l'un par rapport à l'autre.

L'effet Bernoulli joue un rôle important dans le développement de l'instabilité. C'est pourquoi cette expérience sera accompagnée d'un petit atelier autour de l'effet Bernoulli (effondrement d'un tunnel en papier, atomiseur...)



## 8. En route vers le chaos

Cette expérience permet d'observer le passage d'un écoulement laminaire à un écoulement chaotique ou turbulent. Un liquide est placé entre deux cylindres coaxiaux. Le cylindre extérieur est fixe tandis que le cylindre interne est mis en rotation à vitesse constante. Pour les faibles vitesses, l'écoulement est laminaire. Au delà d'une valeur seuil de la vitesse, on observe une structuration de l'écoulement en tourbillons toroïdaux. Pour des vitesses encore plus grandes, on observe d'autres structures plus complexes et enfin on atteint un état turbulent.

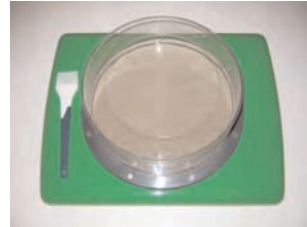


## 9. Des sculptures magnétiques

L'expérience présente deux types d'instabilités. La première est une instabilité de surface d'un ferrofluide et la seconde, une instabilité labyrinthe. Ces instabilités sont le fruit de la compétition entre les forces de pesanteur et de tension superficielle d'une part et les forces magnétiques d'autre part.

## 10. Une fabrique à dunes

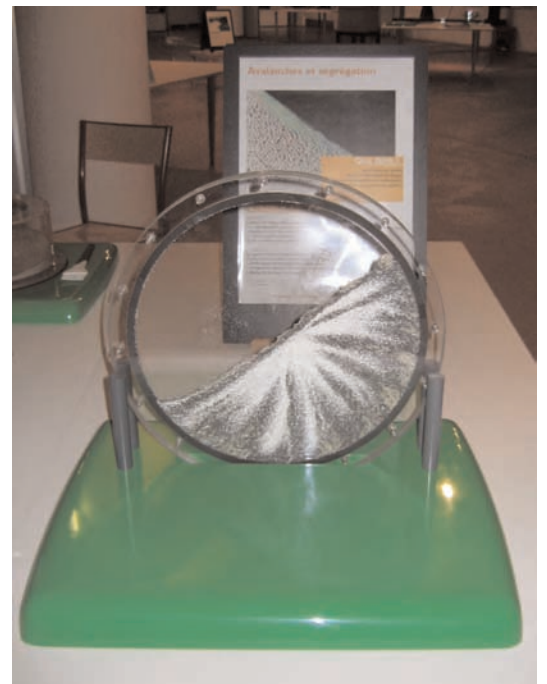
Un récipient circulaire contient de l'eau recouvrant un lit de sable. Lorsque le récipient est mis en rotation oscillante, des rides radiales apparaissent à la surface du sable. Cette expérience est analogue à ce qui se passe sur les plages ou le ressac fait apparaître des rides dans le sable.



## 11. Avalanche et ségrégation

Les matériaux granulaires de taille différente ont beaucoup de mal à se mélanger. Les grains se rassemblent en fonction de leur taille. C'est un phénomène de ségrégation.

Les industries chimiques ou agro-alimentaires doivent ainsi mélanger ou fusionner des granulés de tailles diverses. Il ont pour cela mis au point des mélangeurs plus ou moins complexes suivant la valeur des matériaux à mélanger. Ces problèmes concernent aussi bien les industries des aliments pour animaux que les mélanges de poudres dans les propulseurs de lanceurs de satellites.



## 12. Magique, le poids des grains

Dans un matériau granulaire au repos, ce sont les forces exercées sur le matériau qui créent les lignes de blocage.

Dans un matériau granulaire en mouvement, comme dans ce tube, les lignes de force apparaissent et disparaissent.

Elles agissent pour soutenir et répartir la masse de la colonne de grains.

L'apparition permanente d'arcs freine la chute du matériau. L'écoulement des grains dans le tube dépend largement du poids de grains dans la colonne.

C'est le secret des sabliers.



### 13. Tsunamis et mascarets - Des vagues qui déferlent

Un soliton est une onde solitaire qui se déplace à vitesse constante et sans se déformer sur de longues distances.

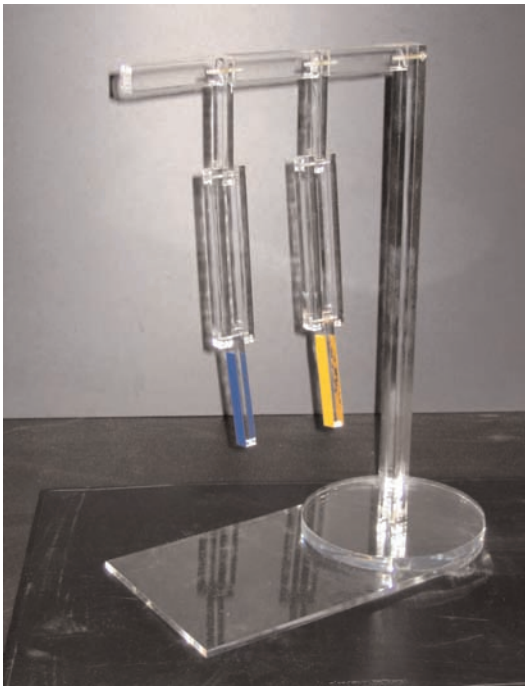
Il n'est pas altéré par la rencontre d'autres ondes solitaires du même type.

La découverte des solitons et de leurs remarquables propriétés remonte à près de 160 ans lorsque John Scott Russell décrivit la Grande Vague de Translation née de l'arrêt soudain d'un bateau halé dans un canal et qu'il put suivre à dos de cheval sur plus de trois kilomètres, la vague conservant sa forme et sa vitesse avant de s'évanouir dans les méandres du canal.

On trouve des solitons dans de nombreux phénomènes physiques hydrodynamiques (tsunamis et raz-de-marée), optiques et même sonores.

Les solitons, solutions de nombreuses équations différentielles non-linéaires qui leur sont associées, nous font découvrir toute la richesse de la physique des ondes non-linéaires.





## 14. Des pendules si différents 15. Peut-on prévoir l'imprévisible ?

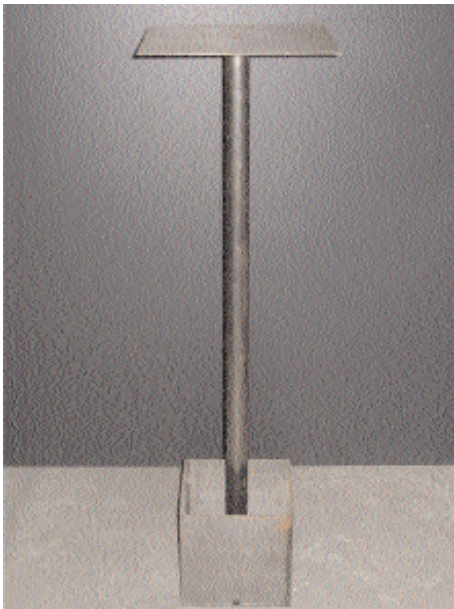
Il s'agit de montrer qu'un système même très simple peut devenir imprédictible. Nous avons choisi de présenter deux types de pendules : l'un est pendule simple oscillant dans le champ magnétique créé par 3 aimants disposés sur un plan horizontal, l'autre est un pendule double. Le visiteur peut se rendre compte que même s'il croit lancer chaque fois les pendules de façon identiques, leur mouvement est complètement différent d'une fois sur l'autre.



## 16. Collé, collé

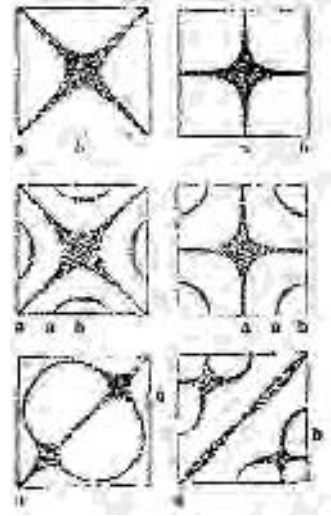
On place à la surface de l'eau un certain nombre de billes de quelques millimètres de diamètre. On s'aperçoit que, sous l'effet de forces capillaires, les particules s'agrègent. Les visiteurs pourront regarder comment la forme des agrégats varie avec la densité surfacique de particules.





## 17. De toutes les couleurs

A l'aide d'un archet, faites vibrer une plaque métallique recouverte de sable et observez les figures d'interférence qui se répartissent à la surface.



## 18. Des franges d'interférence

Il s'agit d'observer des franges d'interférence au foyer d'un instrument d'observation muni d'un masque à petites ouvertures dont la séparation est déterminée. Ces franges sont formées à partir d'une source de lumière placée à distance de quelques mètres. La physionomie des franges varie en fonction de la dimension de la source (étoile) et de l'écartement des ouvertures.

L'interférométrie est mise en application dans les grands observatoires afin de déterminer la taille des étoiles et espérer observer des planètes autour d'autres étoiles.

