

# Dispositifs pédagogiques/ludiques de Fourier pour le lac de Villeneuve

## Collectif de scientifiques Grenoblois

J. Delahaye, J.-L. Hodeau (Institut Néel),  
B. Falque, P. Kern, F. Malbet, E. Moraux (IPAG/OSUG)  
H. Pajot (Institut Fourier), S. Zanier (PhITEM)

Présentation/ discussion avec la ville de Grenoble,  
*Hôtel de Ville, le 14 mai 2024*

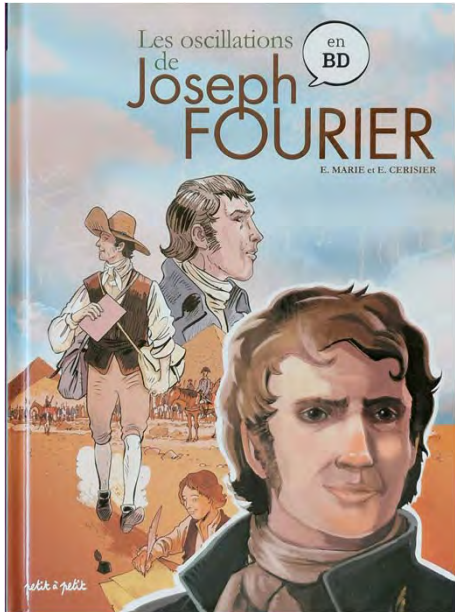


# Objectif

- Rendre visible sur l'espace public l'apport de la compréhension du monde physique par Joseph Fourier
- S'inspirer de la Dragonne du square Saint Bruno pour créer un lieu qui donne envie de se retrouver
- L'eau et la lumière sont de précieux supports pour expliquer la physique et les mathématiques que Fourier a fait avancer
- Le collège Lucie Aubrac est connu pour son intérêt pour les sciences : centre pilote en Isère de La Main à la Pâte, Lab Junior Yannick Sonnefraud, école ouverte, cordée de la réussite,...
- Les habitants des quartiers populaires n'assistent aux conférences scientifiques, il faut que la rencontre se fasse dans la vie quotidienne, notamment en bas d'immeuble.

**Le projet de réhabilitation du Lac de la Villeneuve est une opportunité pour parler de la physique explicitée par Fourier.**

# Biographie succincte de Joseph Fourier (1768-1830)



- Né à Auxerre en 1768, orphelin à dix ans
- Élève brillant, dès l'adolescence, il développe un profond intérêt pour les mathématiques
- N'étant pas issu d'une famille noble, nombre de portes lui sont fermées
- Promu professeur dès l'âge de 16 ans
- A 20 ans, il participe activement à la Révolution Française
- A 26-27 ans, il fait partie des jeunes gens qui suivent les cours de la toute nouvelle École normale, puis enseigne à la nouvelle l'École polytechnique
- En 1798, il est désigné pour faire partie de la campagne d'Égypte
- À son retour en France en 1802, il retrouve son poste de professeur à l'École polytechnique, mais peu après Napoléon le nomme préfet de l'Isère
- Il part vivre 13 ans à Grenoble où, en marge de ses fonctions, il a fait ses découvertes et mis au point ses méthodes.
- Il s'intéresse dans son bureau de l'Hôtel Lesdiguière au problème physique de la conduction de la chaleur et à la manière de le résoudre et il est aussi un des premiers scientifiques à s'intéresser à l'effet de serre.
- En 1810, il crée la Faculté (université) Impériale de Grenoble dont il devient le recteur
- Il est démis de ses fonctions de Préfet en 1815, un an après avoir été nommé à Lyon
- A Paris, il finit par entrer à l'Académie des Sciences en 1817 dont il deviendra le secrétaire perpétuel en 1823.

- Très connu dans le milieu scientifique, Joseph Fourier est quasiment un inconnu pour le grand public
- Son héritage perdure à travers les siècles, et ses idées continuent de jouer un rôle crucial dans des domaines aussi divers que les mathématiques pures, la physique théorique et l'ingénierie appliquée
- La transformée de Fourier et les séries de Fourier sont aujourd'hui un outil indispensable dans le traitement du signal, les télécommunications, les médias et de nombreuses autres disciplines.

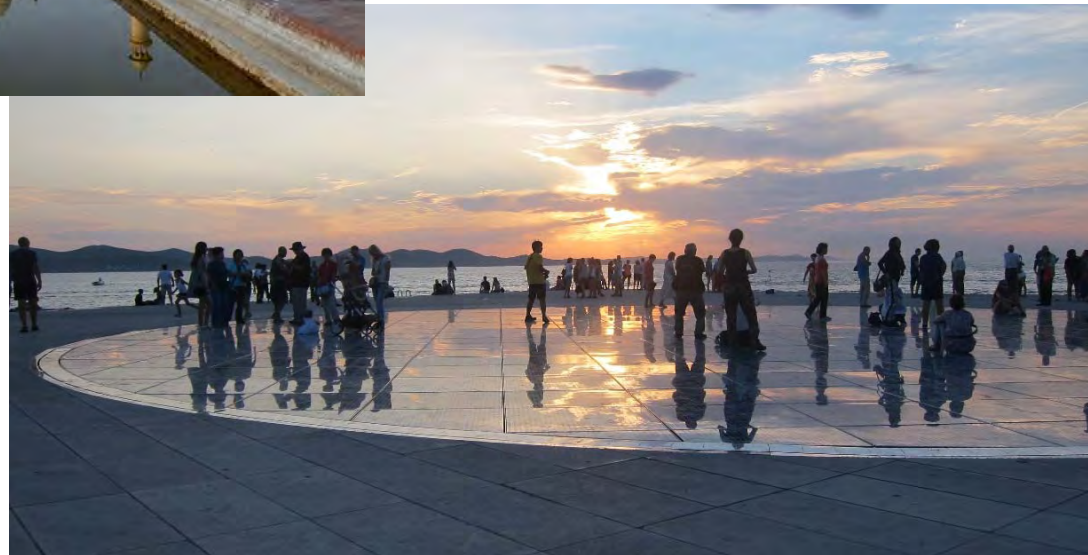


# Proposition d'un **Espace ouvert "Jeux&Science"** à la Villeneuve avec jeux d'eau et de vaguelettes et arc en ciel géant



La lumière se réfléchit sur des surfaces réfléchissantes comme l'eau (comme par un miroir)

Lumière et eau :  
jouer avec la réflexion



## Lumière et eau : jouer avec la réflexion et les brumisateurs



Les brumisateurs rafraichissent et permettent aux enfant de jouer

**Bordeaux : Miroir d'eau de la Place de la Bourse**

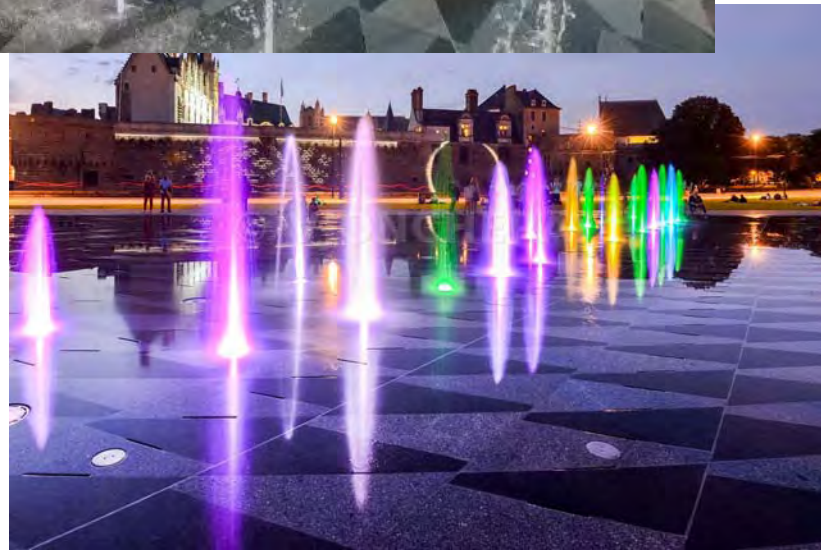


## Lumière et eau : jouer avec les brumisateurs et les jets d'eau



**Les jets rafraichissent et permettent aux enfant de jouer**

**Nantes**



## Lumière et eau : jouer avec des brumisateurs et des jets d'eau



Paris



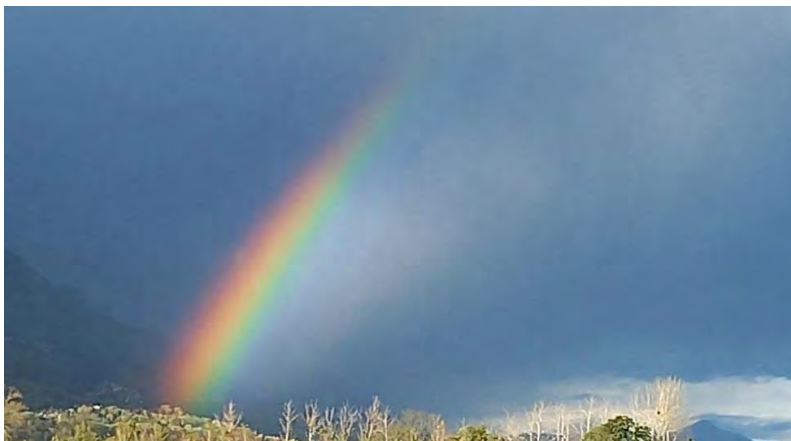
**Avec le soleil, les brumisateurs et les jets d'eau peuvent créer des débuts d'arc en ciel**

**(a).... mais il n'y a pas de vraie création d'arc en ciel**

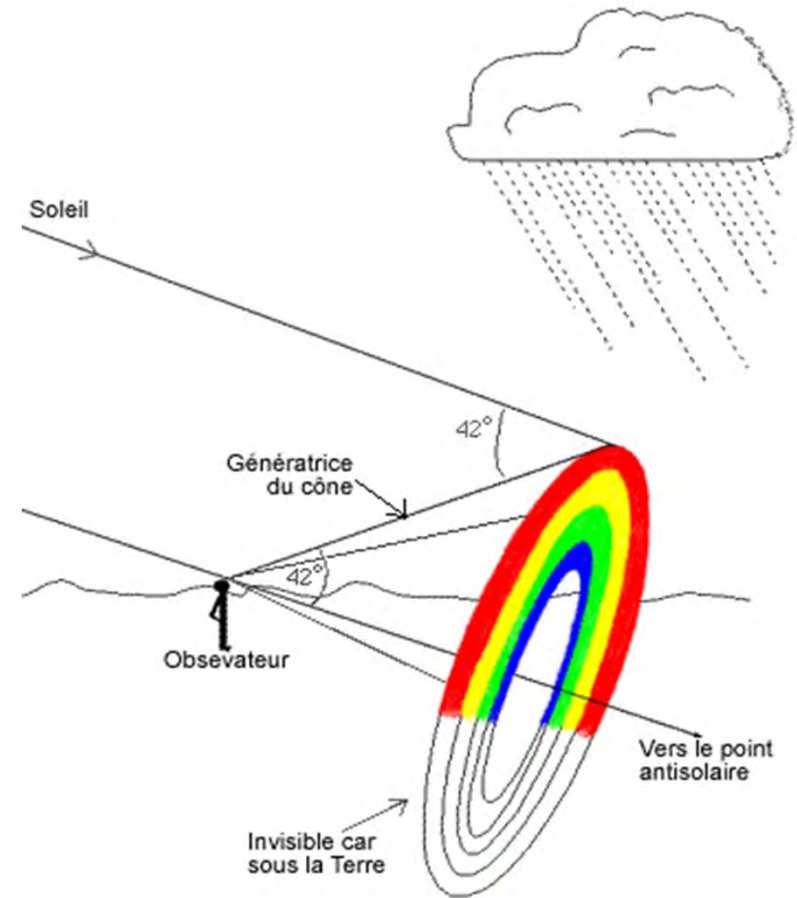
**(b) ... mais n'y a pas de créations de jeux avec des vagues ou leurs croisements**

# Lumière et eau : jouer avec les brumisateurs, les jets d'eau, **et le soleil**

(a) .... Oui, on peut créer un arc en ciel comme ceux que l'on voit dans la vallée du Grésivaudan, avec le soleil, juste après une pluie d'orage



Avec le soleil, les brumisateurs et les jets d'eau peuvent nous aider à créer des arcs en ciel



# Lumière et eau : l'arc en ciel

Placer une zone humide (avec des brumisateurs) à un bord du lac tel que l'arc en ciel puisse être vu par tous les passants et visiteurs (qu'ils viennent du tram ou du marché)



# Lumière et eau : l'arc en ciel

Placer les jets brumisateurs tels que l'angle entre le faisceau du Soleil et ceux des lumières colorées de l'arc en ciel puisse être de  $\sim 40-42^\circ$

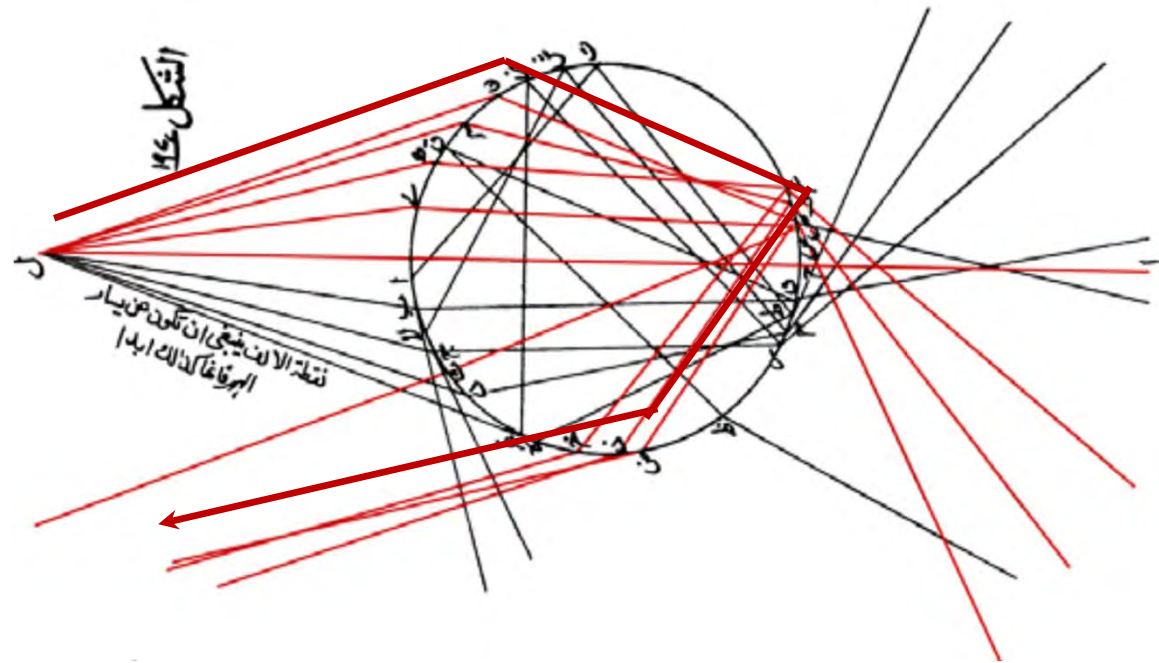


## Eau & Lumière et Science : Expliquer la formation de l'arc en ciel

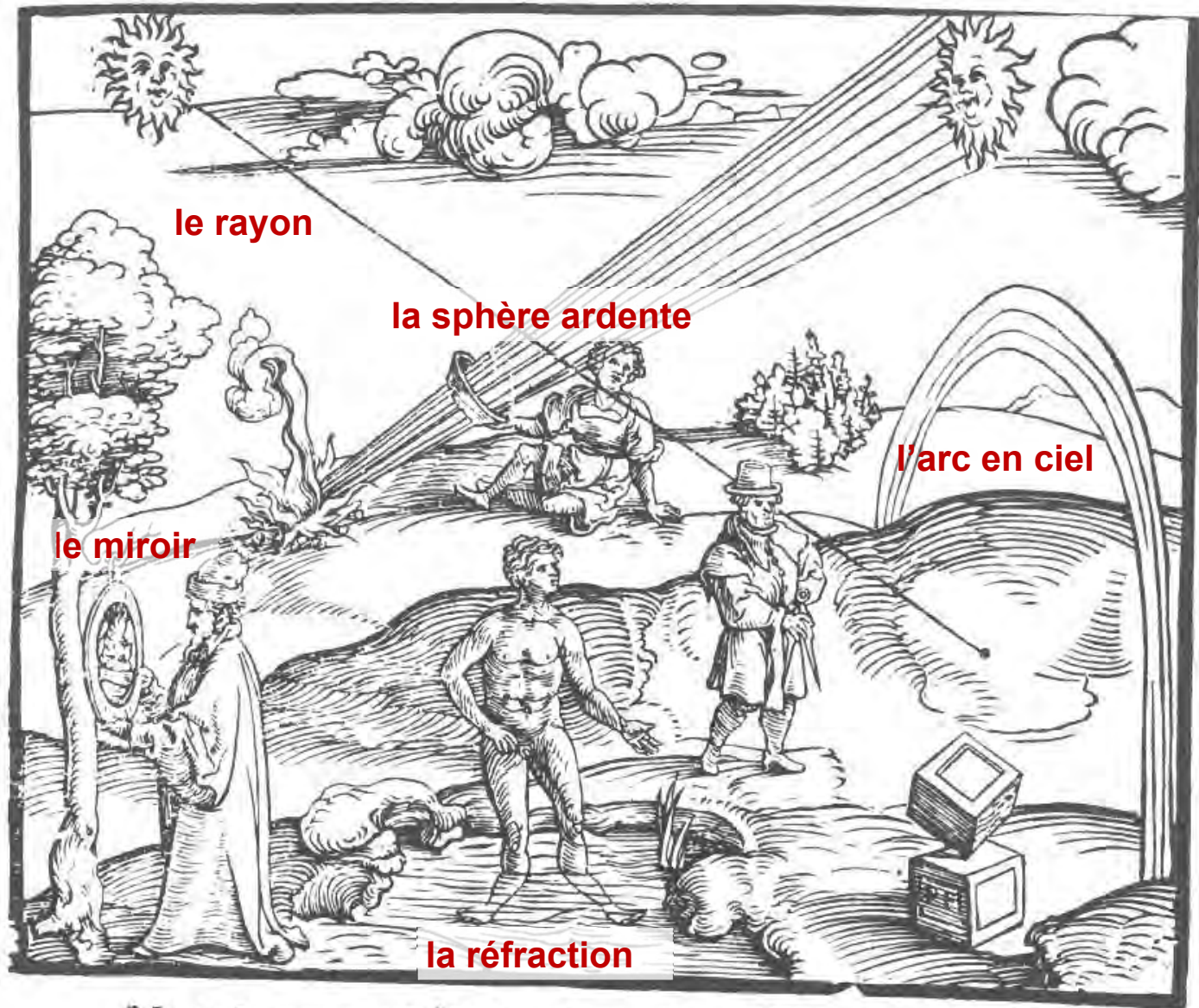
La lumière du soleil est déviée dans les gouttes d'eau de la pluie ou de la brume  
Cette découverte a été faite il y a 1000 ans par un savant arabe

Ibn al-Haytham (955-1039 ) explique « la sphère ardente » en proposant que :

- la lumière se propage **en ligne droite** selon des **rayons**
- la lumière peut être déviée par la **réfraction**



Lumière  
des surprises  
et de questions



« La lumière, de  
Platon aux photons »  
SeuilEd. by Bernard  
Maitte (2015)

Norimbergæ apud Iō Petreium, Anno M D X X V.

# Lumière et eau : jouer avec la réflexion

**Situer une aire du lac où l'on puisse jouer**

**- avec la réflexion d'une mince couche d'eau comme à Bordeaux**

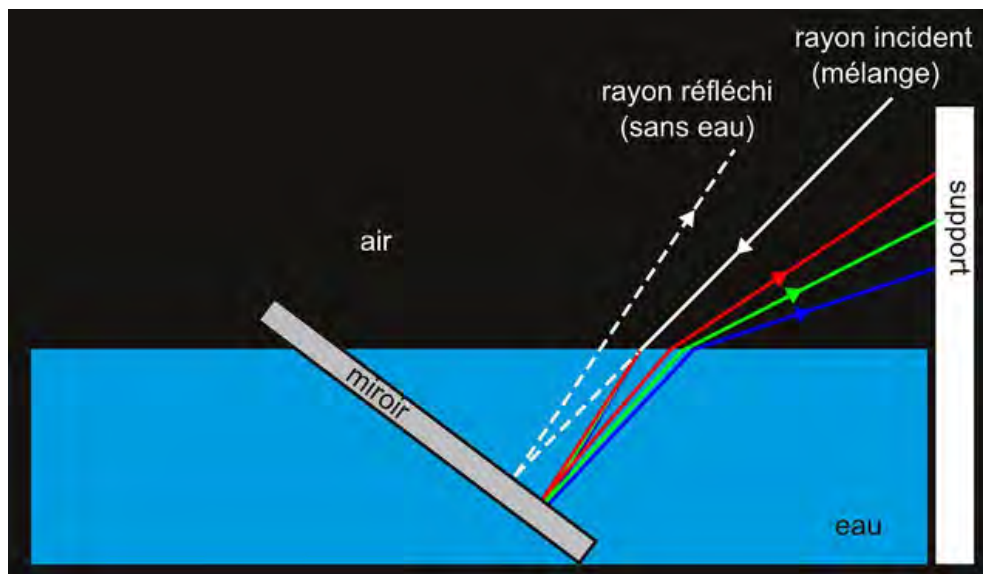
**- ou avec les petits jets d'eau comme à Reims**



# Lumière et eau : jouer avec la réflexion

**Situer une aire du lac où l'on puisse jouer**

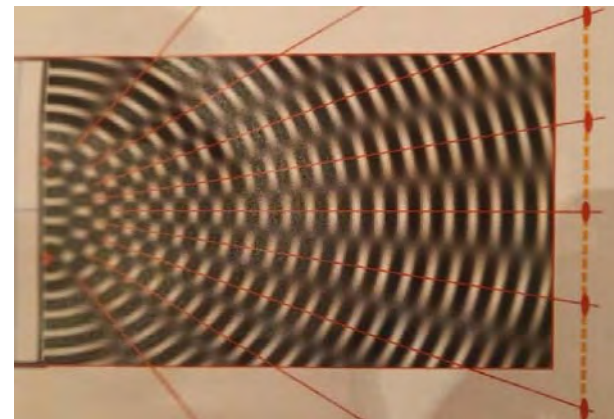
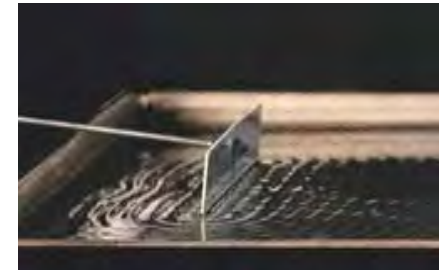
- avec la réflexion d'une mince couche d'eau comme à Bordeaux
- avec les petits jets d'eau comme à Reims
- et aussi avec la réfraction (pieds, fil de pêche)  
(ou avec le prisme formé au bord du lac par un coin d'eau et un miroir)



# Lumière et eau : jouer avec la réflexion

**Situer une aire du lac où l'on puisse jouer**

- avec la réflexion d'une mince couche d'eau comme à Bordeaux
- avec les petits jets d'eau comme à Reims
- et aussi avec la réfraction (pieds, fil de pêche, coin d'eau/miroir...)



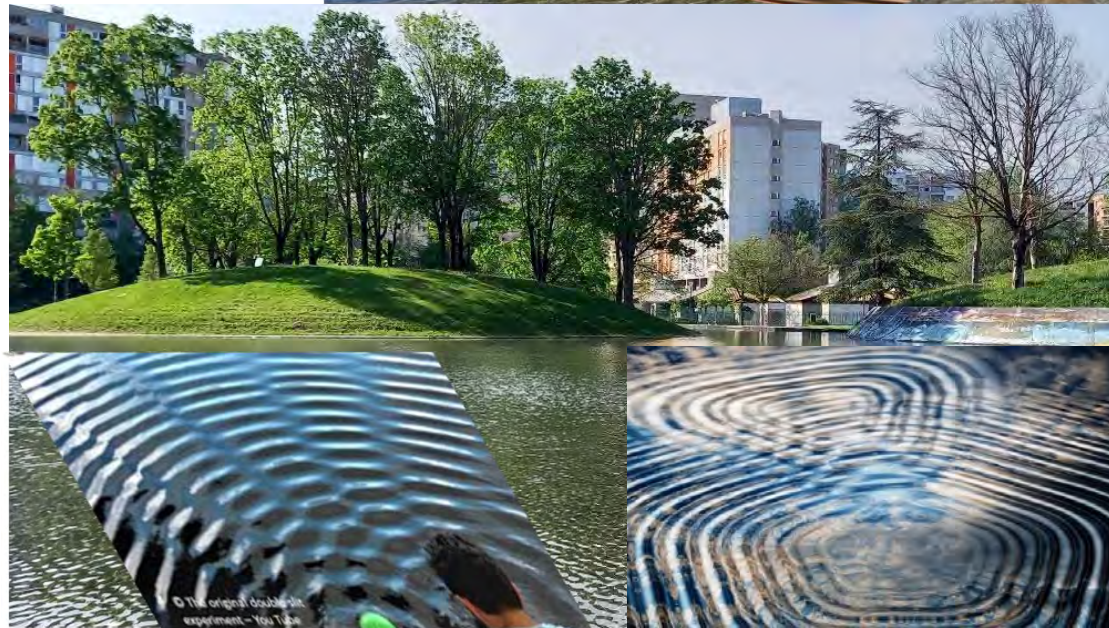
**et où l'on puisse également jouer**

- avec différentes superpositions de plusieurs jeux de vaguelettes

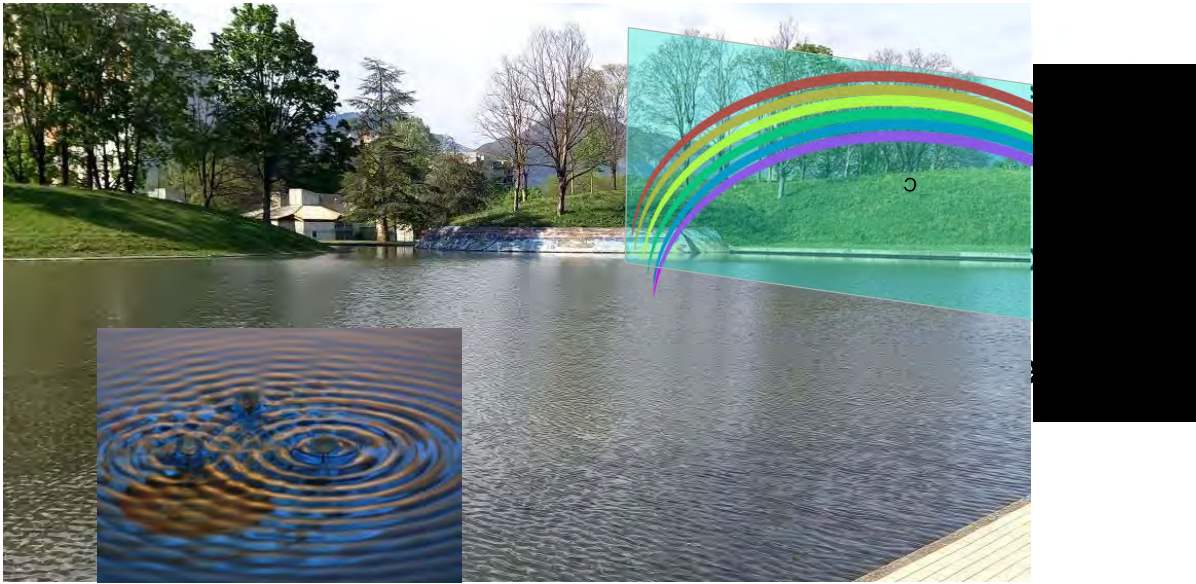
# Lumière et eau : l'arc en ciel et jouer avec la réflexion et les vaguelettes

Placer une zone fine d'eau (avec un sol assez réfléchissant), tel que

- les jeux de miroirs puisse être vu par les visiteurs de différents points d'observation et
- où l'on puisse également jouer avec différentes superpositions de plusieurs jeux de vaguelettes



# Lumière et eau : l'arc en ciel et jouer avec la réflexion et les vaguelettes



**Placer une zone fine d'eau (avec un sol assez réfléchissant), tel que**

- où l'on puisse également aller et jouer avec les miroirs
- Et créer des panneaux de type « jeux & science » qui expliquent ces différents jeux



# Lumière et eau : l'arc en ciel et jouer avec la réflexion et les vaguelettes

Créer ce projet en impliquant aussi des enseignants et des élèves du Collège Aubrac pour qu'ils proposent plusieurs maquettes (les comparer et voir si c'est possible ... ou impossible)

Bref, utiliser la même méthode que celle utilisée lors des "yeux vers le ciel" et "du mur de savon"

## Le Collège Aubrac joue avec les couleurs et les formes de bulles ou de films de savon

Le premier projet, le « mur de savon géant » a permis aux collégiens de fabriquer leur propre savon, de savoir pourquoi le savon nettoie et fait des bulles, pourquoi on peut passer sa main au travers sans les faire éclater. Du 19 au 28 Mai, ils ont montré aux adultes et aux élèves du primaire comment on peut faire un film de savon d'un millième de millimètre d'épaisseur sur 2 mètres (par soi-



même) ou 15 mètres de haut (par les scientifiques du laboratoire de spectrométrie physique).

**Le Palais de la Découverte s'intéresse au mur de savon réalisé dans le Collège**  
Un muséographe est venu de Paris pour discuter avec le scientifique François Graner et des collégiens afin d'envisager de réaliser une telle animation au Palais de la Découverte. La pré-



indique que les sciences peuvent permettre la réussite. Il s'intègre dans les animations « les yeux vers le ciel » avec le planétarium installé au collège, les contes à la bibliothèque et sur les buttes et l'exposition au Patio.

### La Science en 2005-2007 au collège ...

Suite aux travaux réalisés par les enseignants du collège lors de l'exposition « Archives des sables » en 2003 et lors de cette Année Mondiale de la Physique 2005, le collège Villeneuve et ses enseignants, le Rectorat, la Ville de Grenoble et le Conseil Général mettent sur pied dès l'année scolaire prochaine un projet Science, ouvert aux volontaires. Ce projet sera de longue

## Grenoble Villeneuve 2005-2007 : Les Yeux vers le ciel Le mur de savon géant

Tempêtes dans une bulle de savon



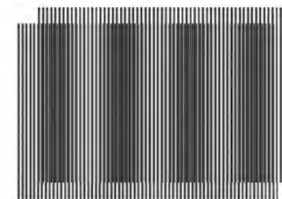
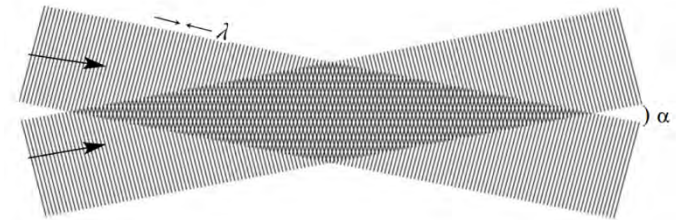
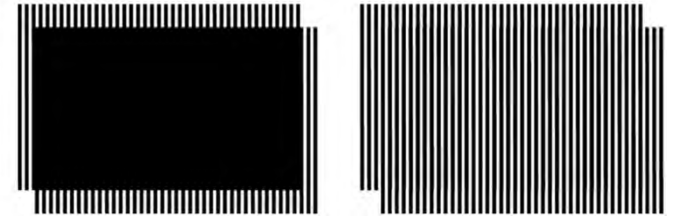
"Est-ce qu'on peut souffler dessus ?" demandent les enfants du collège Villeneuve, à Grenoble, en se pressant autour de Patrice Ballet et de François Graner, deux physiciens du laboratoire de spectrométrie physique de l'université de Grenoble. L'objet de leur étonnement: un immense film de savon suspendu au plafond; 15 mètres de haut, c'est le record mondial dans le domaine ! "Il fait qu'elle épaisseur ?" demandent-ils encore. Là, c'est tout le contraire: le film est d'une finesse extrême, de l'ordre de dix millièmes de mètre.

Dix enfants n'arrivent pas à le briser en soufflant dessus, mais créent une grosse bulle de 1 à 2 mètres de diamètre. On peut même y passer le bras - préalablement trempé dans l'eau savonneuse - sans qu'il n'éclate. "Enfin ... cela vaut pour les dames précise François Graner, parce qu'elles ont très peu de poils. Moi, je n'ai pu y entrer que les doigts ..." En effet, les poils percent la pellicule d'eau savonneuse, et les creux s'agrandissent avant de gagner l'ensemble du film.

# Jeux de moirés

Montrer que des effets étonnants peuvent apparaître quand on superpose des structures périodiques (réseaux de traits) :

- apparition de nouvelles fréquences (toujours + basses que celle qui les ont créées)
- apparition de formes géométriques parfois surprenantes (ex. cercles → lignes)
- grande sensibilité (à la déformation d'un réseau ou au mouvement de l'observateur)



# De la science à l'art ...

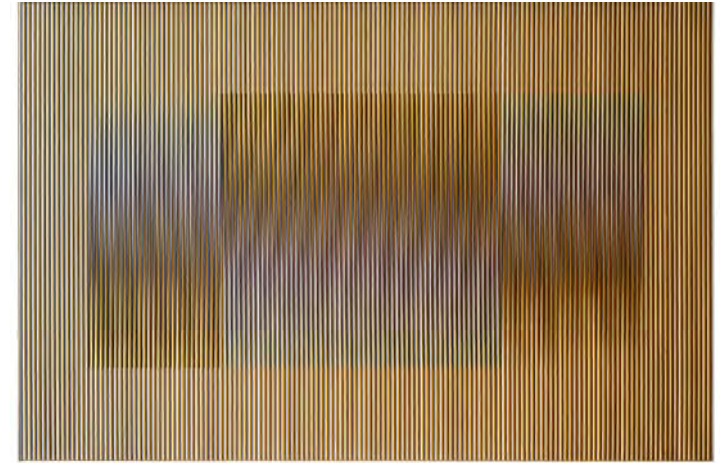


Naum Gabo, construction linéaire dans l'espace n°2, musée de Grenoble, 1972

## L'art optique et cinétique



Takahiro Kurashima,  
livres Poemotion  
<https://www.youtube.com/watch?v=xAaHJ2kCz1Y>



Physichromie No. 965 [Carlos Cruz-Diez](#)1977/1977  
(autres oeuvres au musée de Grenoble)

# Proposition d'un **Espace ouvert "Jeux&Science"** à la Villeneuve avec jeux d'eau et de vaguelettes et arc en ciel géant

Créer ce projet avec les collègues de l'Université de Grenoble et du site "123-couleur"

Travailler aussi avec le Collège Aubrac pour créer aussi des panneaux simples qui expliquent

- les interférences des différentes vaguelettes
- les couleurs de l'arc en ciel
- Introduire l'histoire de Fourier

Travailler aussi avec ces collègues de l'Université de Grenoble et du site "123-couleur" pour  
créer une **exposition sur Fourier** connectée avec les jeux "lumière et eau" du parc

- son histoire (révolution, égypte, préfet,...) ,
- ses découvertes (transmission de la chaleur ... et aussi sur l'effet de serre!)
- sur son apport dans l'analyse mathématique des données de scientifiques

et pour compléter les explications des enfants sur

- les interférences des différentes vaguelettes
- les couleurs de l'arc en ciel