



malle  
découverte



forum départemental  
des Sciences

livret découverte

# Symétrie dans la nature

### **Une création culturelle...**

#### **la valise exploration Symétrie**

Créer un objet de culture scientifique, alliant rigueur et beauté, conçu au sein d'un creuset culturel où se rencontrent scientifiques, artistes, enseignants, personnes provenant de tous horizons, c'est ce que cherche à réaliser l'ALIAS dans chaque valise-exploration.

Valise comme symbole de déplacement et de circulation facile ; comme exigence aussi de rassembler le propos en un tout précis et clair.

L'objet abrite une mini exposition organisée en tiroirs, chaque partie est « mise en scène », évoque un thème, entraîne une découverte, aiguise la curiosité, provoque les questions... Chaque élément veut par le jeu, le plaisir donner l'envie de connaître et de comprendre.

Ce n'est donc pas un objet à contempler ou à regarder fonctionner, il cherche à rendre actif : manipuler, essayer, observer. Les niveaux de lecture peuvent être très différents et s'adapter à toutes sortes de public : suivant les âges, du curieux au chercheur, les pistes à explorer sont variées et peuvent être plus ou moins approfondies.

#### *Ont collaboré à la réalisation de cette Valise-Exploration :*

*Emmanuel AMIOT, Bruno ANGRAND, Rudolph BKOUCHE, Patrick BOUGELET, Anne-Marie MARMIER, Martine BUISSART, Jean CARPENTIER, Maurice CHAMONTIN, Aude CORDONNIER, Martine CORNU, Thierry DAGNIAUX, Vincent DELEPIERE, Dominique DOURET, Pascaline DRON, Sylvie DUQUESNOY, Fatiha ELHABOUCHE, Yvette HORAIN, René HUNET, Jean-Pierre LECLERCQ, Fabrice LOCATELLI, Bernard MAITTE, Jean-Marie MALEZIEUX, Marie-France MANGIN, Michel PARREAU, Bertrand RADIGOIS, Léon ROGEZ, Jean ROUSSEAU, Ets Bois d'aujourd'hui, et l'équipe de l'ALIAS.*

# ***Pour préparer votre exploration***

---

**Symétrie** concept fondamental en mathématiques et physiques modernes; le mot évoque aussi le corps avec sa gauche et sa droite, le miroir, l'espace quotidien dans la décoration, l'architecture, les jardins, la peinture, le langage...

L'objet interroge par son étrangeté : c'est un grand cube rouge et vert fermé sur son mystère.

Le demi cube rouge s'ouvre : une petite architecture de miroirs se met en place, multipliant les réflexions et les images ; les glaces s'escamotent, vingt-cinq tiroirs apparaissent, sorte de malle aux trésors riche en objets divers : napperons, plantes, pavages, animaux, fossiles, cristaux... La beauté fragile des papillons et l'éclat des quartz s'allient avec la rigueur des modèles pour le plaisir des yeux, celui de l'esprit aussi : découvrir les sens de ces mises en perspectives ; apprendre à remarquer et analyser la symétrie ; saisir l'économie de pensée qu'elle permet dans les sciences ; proposer des modélisations ; entrevoir les liens subtils qu'elle entretient avec les systèmes explicatifs du monde.

Le contenu des tiroirs renvoie à une iconographie qui illustre le propos et questionne sur les rapports entre la symbolisation scientifique et l'expression artistique.

Le demi cube vert propose des manipulations mettant en évidence des effets symétriques. Tous les sens sont conviés : des polyédriques, bulles de savon, palindromes, mélodies musicales, petites expériences de physique où les couleurs de la lumière jouent luxueusement avec la forme et attirent avant tout essai de théorisation.

Un livret accompagne le tout indiquant des cheminements possibles. Cet objet est séducteur et exigeant, à quelque niveau que ce soit, l'animer auprès d'un public, lui faire produire du sens demande au meneur de jeu d'y avoir déployé sa propre trace.

## Généralités

Elle est formée de deux parallélépipèdes – l'un rouge, l'autre vert – de dimensions identiques : hauteur 63 cm, largeur 63 cm, profondeur 33 cm.

Juxtaposés, ils composent un cube de 63 cm d'arête qui doit être posé sur un socle carré : il est mobile autour d'un axe de rotation vertical passant par son centre.

L'ensemble pèse approximativement 75 kg (35 kg et 40 kg); il est livré dans des housses facilitant la manipulation par deux personnes.

Le transport en est possible par tout véhicule automobile (type R5 sièges arrières rabattus).

## Le demi cube rouge

La face avant du cube s'ouvre et se rabat sur le plan horizontal ; elle forme une tablette pour les manipulations ultérieures. Elle porte l'inscription – calligraphiée à l'envers – « Symétrie » (sur fond noir). Ce mot se lit par réflexion dans un miroir vertical, découvert par l'ouverture de la porte.

Un miroir, sorti d'une réserve située dans la partie verte, se place sur le plan horizontal de façon à être perpendiculaire et adjacent au précédent.

Deux autres miroirs, sortis aussi de la réserve de la partie verte, se fixent sur des axes de rotation coïncidant avec les arêtes verticales de la face avant du cube. Les quatre miroirs forment un système dans lequel peuvent se refléter divers objets, s'observer les images juxtaposées des deux parties droites ou gauches de la figure d'un utilisateur. La combinaison de réflexions dans les miroirs verticaux fait apparaître la notion d'axes de rotation, et les réflexions dans

les miroirs parallèles font découvrir la translation. Diverses classes de symétrie peuvent ainsi être illustrées.

Les miroirs s'escamotent ; apparaissent les tiroirs dont les faces avant constituent un réseau bidimensionnel de vingt cinq (5 x 5) carrés gris sur fond blanc.

Le centre de chaque carré est constitué par un bouton losangique noir, dont les diagonales ne sont pas parallèles aux arêtes du cube : la figure illustre un groupe et un sous groupe d'un espace plan.

Vingt et un tiroirs peuvent maintenant être découverts (le tiroir n° 1 est triple, les n° 2 et 6 sont doubles). **Leur lecture peut se faire à différents niveaux : de l'école primaire à l'Université, découverte ludique et manipulation et/ou étude approfondie.**

*Nous allons décrire schématiquement leurs contenus et leurs significations.*

### Tiroir n°1

#### **Jeux de miroirs**

*Cylindre réfléchissant – téléidoscope – miroir articulé pouvant constituer un prisme.*

On peut résoudre une anamorphose cylindrique, composer des réflexions successives, découvrir les principes du téléidoscope et du kaléidoscope.

### Tiroir n°2

#### **Architecture**

*Maquette évoquant l'évolution architecturale.*

Elle illustre la symétrie ou l'harmonie que l'homme a souvent donnée à sa demeure.

### Tiroir n°3

#### **Découverte**

*Napperons – tapis – cartes à jouer.*

On apprend à observer des symétries sur des objets courants, à réduire un motif à la répétition d'un motif de base.

### Tiroir n°4

#### **Translations**

*Chaussons – gants – chaussettes – boîte contenant des galons brodés, des boutons, un collier de perles,...*

Il s'agit toujours d'observer des symétries et ici de faire apparaître des identités de structure liées aux translations dans une direction.

### Tiroir n°5

#### **Réseau plan**

*Jeu de légo – carreaux de salles de bain de formes diverses – triangles à juxtaposer permettant de réaliser un réseau plan et des polyèdres réguliers.*

On passe à l'espace plan qu'il s'agit de paver, puis aux volumes, d'où la notion de dimension et de réseau de dimension 1, 2 ou 3.

### Tiroir n°6

#### **La spirale d'or**

*Argonaute scié longitudinalement – fossile de nautilus scié de même – triangles rectangles (semblables, bâtis sur le nombre d'or).*

La nature offre la réalisation d'une spirale logarithmique où la régularité du développement de l'argonaute concrétise une similitude.

### Tiroir n°7

#### **Pavage de l'espace**

*Rhombododécaèdres – pentagonododécaèdres.*

Avec lesquels de ces polyèdres peut-on paver l'espace ?

### Tiroir n°8

#### **Les fleurs**

*Fleurs artificielles.*

### Tiroir n°9

#### **Les papillons**

*Papillons épinglés sur un coussin de mousse.*

*Gynandromorphose.*

Ce tiroir et le précédent font remarquer la symétrie dans la nature et montrent qu'elle est réduction du réel.

### Tiroir n°10

#### **Représentation**

*Alvéoles naturelles d'abeilles – coquillages – échinodermes. Planches de zoologie et de botanique – modèles d'alvéoles.*

La réduction des propriétés du réel dans les représentations scientifiques trouve son aboutissement dans la modélisation.

### Tiroir n°11

#### **Quartz**

*Cristaux de quartz – mires – modèles.*

Après avoir distingué la constance des angles (symétrie naturelle), on sélectionne cette propriété pour concevoir un modèle.

### Tiroir n°12

#### **Calcite**

*Cristal de calcite (spath, rhomboédrique, transparent) – mires – rhomboèdres – bloc de calcite.*

On vérifie la constance des angles et des directions de clivage, la biréfringence. On met en relation formes, clivages, propriétés optiques. L'hypothèse de structure tridimensionnelle des cristaux (R.J. Haüy) et les hypothèses sur la nature physique de la lumière peuvent être formulées dans leur contexte historique.

**Tiroir n°13**

**Axes de rotation**

3 profils de bois (rectangulaire, triangulaire, pentagonal) – baguettes de plastique portant un dessin asymétrique et pouvant s'adapter sur les profils de manière à modéliser les axes de symétrie d'ordre 2, 3, 5 – jeu de construction, réplique de l'œuvre du sculpteur Honegger.

C'est une modélisation d'axes de symétrie et de symétrie hélicoïdale.

**Tiroir n°14**

**La balance**

Balance type Roberval.

Elle figure l'équilibre de la façon la plus simple, la symétrie de la forme traduisant l'égalité de grandeurs physiques – la statique, d'Archimède à Stevin peut être évoquée.

**Tiroir n°15**

**Équilibre**

Mobile de Calder : réplique à reconstituer.

L'art d'un sculpteur incite à l'extension des relations d'équivalence abordées avec le tiroir 14.

**Tiroir n°16**

**Platon**

Les cinq solides réguliers de Platon (polyèdres) – Passage du Timée.

On y peut aussi bien construire les polyèdres, étudier leurs symétries, que retrouver leur signification dans la pensée de Platon.

**Tiroir n°17**

**La Divine proportion**

Cahier de maçon du Moyen Âge détaillant des constructions utiles, dont celle du pentagone régulier (nombre d'or) – carnet, règle, compas, crayon, gomme.

Un travail sur le nombre d'or incite à des constructions géométriques, dans leur relation avec l'Art à la fin du Moyen Âge.

**Tiroir n°18**

**Hélices**

Bouteille et deux tire-bouchons (le pas à droite ou à gauche) – modèles de cristaux.

Ce tiroir permet d'aborder l'isométrie optique.

**Tiroir n°19**

**Coniques**

Cône de révolution en bois de poirier – cônes de révolution coupés selon des sections différentes.

L'objet est de matérialiser les sections planes d'un cône de révolution (cercle, ellipse, parabole, hyperbole).

**Tiroir n°20**

**Illusions**

Boîte optique à illusion.

Cette illusion d'optique est un problème de perspective.

**Tiroir n°21**

**Rupture de symétrie**

Mousse en bombe aérosol.

La description symétrique ne peut épuiser le réel, et il y a place à l'incommensurabilité.

# Le demi cube vert

La valise pivote autour de l'axe de rotation vertical. Le demi cube vert peut être découvert. Il est constitué d'une réserve latérale et d'un ensemble de cases auxquelles on a accès après ouverture de la face avant (qui s'escamote).  
Quinze cases, de grandeurs inégales, apparaissent.

## Case 1

### **Réseaux**

*Rideaux nylon à mailles carrées de grandeurs différentes – papiers peints, pochoirs.*

On découvre les différents types de mailles des réseaux bidimensionnels (simples, élémentaires, multiples) et une expérience de diffraction de la lumière fait apparaître les relations entre image diffractée et écran diffractant.

## Case 2

### **Champ magnétique**

*Aimant – limaille de fer – passette – support.*

On visualise la symétrie d'un champ magnétique.

## Case 3

### **Polyptyque de Gand**

*Reproductions des panneaux du polyptyque dit de « l'Agneau mystique » (Van Eyck – 1432) sur supports munis de « velcro ». Le modèle cadre du polyptyque peut être sorti de la réserve latérale.*

La construction du polyptyque fait apparaître les symétries géométrique et symbolique de sa conception – une atmosphère de paix et quiétude s'en dégage.

## Case 4

### **Polarisant**

*Dispositif polarisant et pression d'une barre de plastique (lisotrope).*

On observe des interférences en lumière polarisée dues à la contrainte symétrique.

## Case 5

### **Bulles de savon**

*Cuve, eau savonneuse – carcasses de cube, octaèdre, tétraèdre.*

Les couleurs d'interférences se voient sur les membranes des bulles qui réalisent une minimisation des surfaces.

## Case 6

### **Pliages**

*Bouteille d'encre – papier.*

Par pliage, naissent des tâches symétriques.

**Case 7**

**Mouvements**

Cassette vidéo avec trois enregistrements : l'un représentant des mouvements symétriques, l'autre des décompositions en séries de Fourier des sons de flûte et de violon (Composition d'ondes sinusoïdales), le suivant rythmant sur une valse à trois temps, le mouvement de triangles équilatéraux dessinant des formes géométriques construites selon la symétrie d'ordre 3.

**Case 8**

**Réseaux**

*Boules et tiges symbolisant atomes et liaisons.*  
 La structure tripériodique des cristaux (cf. tiroirs 12 et 1) est établie et on peut construire une maille correspondant à une structure cristalline indiquée.

**Case 9**

**Diffraction**

*Diagrammes de diffraction de rayons X.*

**Case 10**

**Casse tête**

*Éléments symétriques d'un puzzle de casse tête (celui-ci est contenu dans la réserve latérale).*  
 Les éléments fournis (noirs, à placer sur fond blanc) permettent de reconstituer par symétries une figure (blanche sur fond noir).

**Case 11**

**Musiques**

Électrophone et bande audio : enregistrement de comptines d'enfants, de mélodies de la Renaissance, de compositions de Bach, Bartok, Berg.  
 Livret sur lequel sont écrits les partitions et leur traitement à l'ordinateur, et explicitées les symétries des compositions musicales.

**Case 12**

**Le toucher**

*Petit sac à double compartiment – polyèdres – dés de 3 faces à 12 faces.*  
 Reconnaissance tactile, par chacune des deux mains, des polyèdres placés dans le sac.

**Case 13**

**Palindromes**

*Lettres en nylon – carnet contenant des palindromes.*  
 Des palindromes sont à reconstituer (sur un tableau placé dans la réserve latérale).

**Case 14**

**Interférences**

*Microscope polarisant – lames minces de roches – sulfate de cuivre.*  
 On peut observer des cristallisations, des teintes de biréfringence (voir aussi tiroirs 11, 12 et case 4).

**Case 15**

**Balance balles**

*Billes de fer suspendues, au contact.*  
 Les thèmes suivants : onde, vibration, équivalence des mouvements, fonctions sinusoïdales (voir aussi case 7 et tiroir 12) peuvent être évoqués.

# Iconographie

*Rangée avec son support (type chevalet) dans la réserve du demi cube vert, elle se présente sous forme de planches plastifiées (format 40 x 50 cm). Les douze reproductions tendent à illustrer le contenu des tiroirs mais aussi à en élargir la signification.*

*Une série de diapositives complète cet ensemble, elles sont énumérées ci-après. Les commentaires sont développés dans les articles du livret guide.*

## **Miroirs**

Le Caravage – Narcisse

Le basilic figure en diapositive

## **Symétrie dans les objets fabriqués, les motifs de décoration, la sculpture**

W. Gropius : avant d'une automobile Adler

Arabesques, entrelacs, illustrations du Carnet de Villard de Honnecourt, décors d'assiettes (VIII<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle)

C. Brancusi : colonne sans fin

## **Perspective et Anamorphoses**

A. Dürer : Portillon

Piero della Francesca : la flagellation du Christ

Les diapositives correspondantes reproduisent : Le tableau de Holbein : les Ambassadeurs, des dessins d'anamorphoses planes, cylindriques, coniques et la signalisation sur la chaussée d'une piste cyclable.

## **Les courants néoplatoniciens**

A. Dürer : Melencolia

J. Kepler : le système du monde

Les systèmes du monde construits par Ptolémée, Copernic, Tycho Brahé sont représentés en diapositives.

## **Symétrie dans la réalité et re-création**

Villard de Honnecourt : le lion tel qu'on le voit, et A. Dürer : Lion

A. Herbin : composition sur le mot cheval

## **Architectures**

Château de Blois et Château de Cheverny

Architecte C.N. Ledoux : Colonnade d'Arc et Senans

De nombreuses diapositives font parcourir l'histoire de l'architecture de l'Antiquité à nos jours.

## **Nombre d'or**

S. Dali : demi tasse volante

Les diapositives présentent deux versions du Modulor de Le Corbusier.

# Diapositives Légendes

## ***Miroirs (M)***

1. Basilic

## ***Anamorphose (AN)***

H. Holbein

Les Ambassadeurs – Londres 1533

J.F. Nicéron – 638

Anamorphose plane d'une tête

Anamorphose conique de Louis XIII

Anamorphose cylindrique de St François de Paul

A. Kircher

Miroir cylindrique faisant paraître une image –  
1646

**Sécurité routière**

Vélo vu sur la chaussée

Dessin anamorphosé du vélo précédent

## ***Systèmes du monde (S)***

Ptolémée

Copernic (manuscrit)

Copernic

Tycho Brahé

## ***Architecture (AR)***

**Antiquité**

Colisée – Relevé de L. Duc – 1831

Colonne Trajane – Relevé de A. Paccard – 1788

Parthénon – Relevé de C. Percier – 1788

Parthénon – plan

Pompei, peinture du Panthéon – Reproduction  
de A.D. Denuel

**« L'Europe au Moyen Âge – Art Roman – Art  
Gothique » de G. Duby**

Donjon de Houdan – XII<sup>e</sup> siècle

Castel del Monte (Province du Bari) – Château de  
Frédéric II vers 1240

Château de Coca (Ségovie) – vers 1400

Pise, façade de la cathédrale – XI<sup>e</sup> siècle

Florence, San Miniato – XI<sup>e</sup> siècle

Civray, façade ouest du Prieuré St Nicolas –  
XII<sup>e</sup> siècle

Paray le Monial, basilique Notre Dame –  
XII<sup>e</sup> siècle

Notre Dame de Chartres, Portail occidental –  
1145-1150

Cathédrale de Wells, Somerset, Angleterre –  
1186-1239

Notre Dame de Paris, façade – XII<sup>e</sup> siècle

Cathédrale Notre Dame de Laon, Rose du transept  
nord – XII<sup>e</sup> siècle

Cathédrale de Chartres, rosace du transept nord  
– XIII<sup>e</sup> siècle

« Le livre des Tournois » de René d'Anjou –  
1460-1465

Bibliothèque Nationale

**Les Gabriel**

Premier projet pour la place royale de Bordeaux  
– Jacques V – 1667-1742

Le pavillon français à Trianon – Jacques Ange –  
1698-1782

# Documentation

## **C.N. Ledoux**

Plan du cimetière de Chaux

Coupe et élévation du cimetière de Chaux

Projet de guinguette à Chaillot

Saline : Maison du Directeur

Cosmogonie – dessin

Un livret d'utilisation est fourni avec la valise. Un guide explorant les pistes de développements possibles a été réalisé ; il comprend aussi une bibliographie.

## **Art nouveau**

L. Sullivan – Chicago Stock Exchange – 1893-1894

A. Gaudi – 1852-1926

- 1 Parc Güell à Barcelone
- 2 La Sagrada Familia à Barcelone
- 3 La Sagrada Familia (intérieur)
- 4 La Sagrada Familia (plan)

H. Guimard – 1867-1942

- 1 Castel Béranger – Paris
- 2 Métropolitain – Paris
- 3 Maison Coillot – Lille

Michelazzi

- 1 Villino Giulio Lampelli – Florence – 1910
- 2 Villino Broggi Carraceni – Florence – 1911

Es Prior – The Barn – Exmouth – 1897

- 6 Maison à Rotterdam
- 7 Façade à Lisbonne
- 8 22, rue de la Commanderie à Nancy – 1901-1902  
Détail entrée  
Biet et Vallin architectes
- 9 Villa Magorelle à Nancy – 1898-1900  
Sauvage architecte

Des stages de formation peuvent être organisés par l'ALIAS pour toutes les structures éducatives intéressées.

## **Le Corbusier – 1887-1965**

Cité Radieuse

« Le Modulor »

« Le Modulor » (autre version)

## **Des contemporains**

R. Mallet Stevens – Maison Cavrois à Croix

M. Bottat – Maison familiale à Origlio – Suisse – 1982

