mathissime

EXPOSITION

Du 25 novembre 2013
au 9 mars 2014

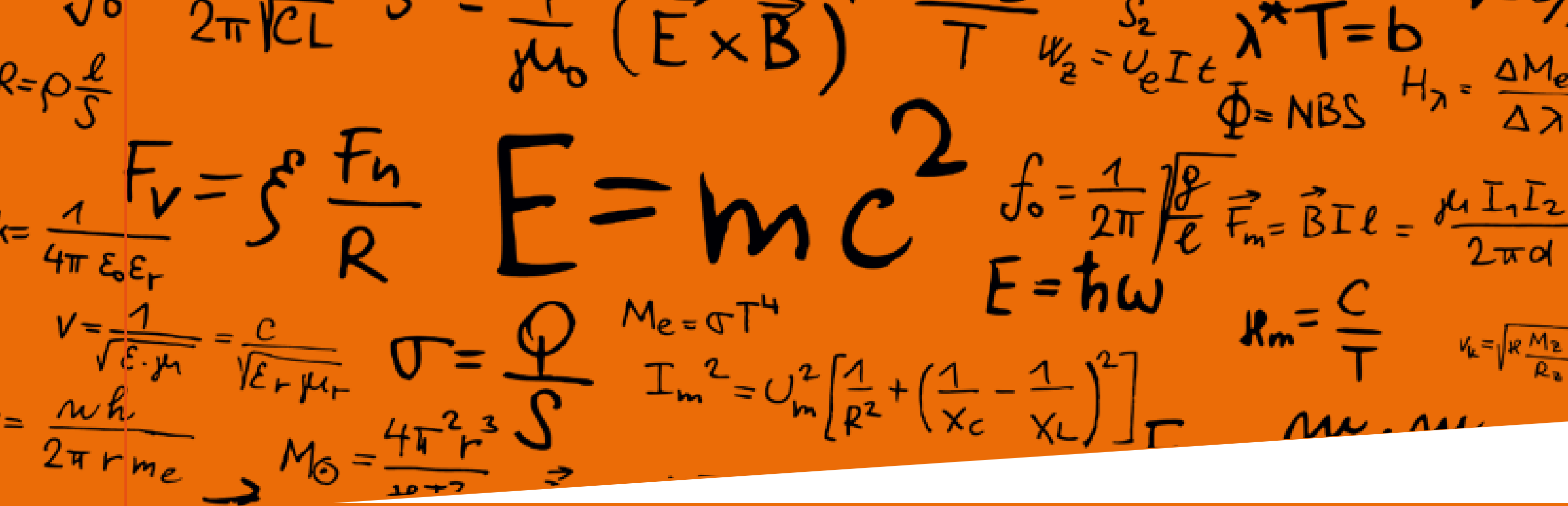
• Conception : Le Pavillon des sciences •

CAP SCIENCES

le pavillon des sciences

Parc scientifique du Près-la-Rose • 25200 Montbéliard
tél. 03 81 91 46 83 • www.pavillon-sciences.com

Le Pavillon des sciences, Centre de Culture Scientifique Montbéliard / Belfort / Franche-Comté, bénéficie des soutiens de la Ville de Montbéliard, de la Ville de Belfort,
du Pays de Montbéliard Agglomération, de la Région de Franche-Comté, du Conseil général du Doubs et du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



Présentation

Cette exposition s'adresse à tous ceux qui aiment les mathématiques, mais aussi et surtout à tous ceux qui s'y sont cassé les dents, à tous ceux qui désespèrent de les comprendre un jour.

Ici, pas de formules austères, pas de théorie mais une approche ludique avec des problèmes, des énigmes… Et des solutions à la portée de tous, sans grandes démonstrations.

L'exposition se déroule dans un décor qui évoque les différentes parties de l'école.
On y croise dans les couloirs les grands mathématiciens qui ont marqué l'histoire, on joue dans la cour de récréation en pratiquant les mathématiques de manière ludique et active et on finit dans la salle de classe où des bureaux d'écoliers nous invitent encore à expérimenter !

Le parcours de l'exposition

La galerie des mathématiciens

Parcourir cette galerie, c'est remonter le temps en croisant les silhouettes de grands mathématiciens qui nous plongent dans leurs époques et dans leurs découvertes.

● Les scribes

Ahmès (vers 1650 av JC), *Les mathématiques de l'expérience*
Les mathématiques en Egypte à cette époque permettent de résoudre des problèmes d'ordre pratique sans besoin d'en apporter la démonstration.

● L'école greco-hellenistique

Pythagore (580-495 av JC), *Tout est nombre*
Accompagné de T**halès de Milet, Euclide d'Alexandrie, Archimède de Syracuse et Hypatie d'Alexandrie.**
Héritiers des mathématiques babyloniennes et égyptiennes, les grecs s'éloignent de l'approche pratique et évoluent vers une discipline plus abstraite, fondée sur une structure logique de définitions et de démonstrations.
De simple outil, cette science devient un idéal de pensée dont les utilisateurs se servent pour apprendre et comprendre non seulement le « comment » des phénomènes de la nature et de l'univers, mais aussi le « pourquoi ».

● L'école indienne

Aryabhata (476-550 environ), *Les mathématiques en vers*
Accompagné de **Brahmagupta**
Sciences expérimentales et intuitives, les mathématiques indiennes sont attachées au quotidien et aux pratiques religieuses. Les indiens s'en servent pour la construction des autels et le calcul des dates des fêtes religieuses.
Mais la tradition mathématique indienne manque de continuité : de longues périodes peu productives alternent avec des périodes de grand ferment intellectuel porté par des personnalités d'exception.

● L'école arabe

Al-Khwārizmī (780-850), *Les secrets d'un nom* et **Fibonacci (1175-1250),** *L'européen d'Orient*
Accompagnés de **Al-Kashi** et **Zhu Shijie**, représentant de la tradition chinoise.
Les mathématiciens de langue arabe oeuvrent dans tous les domaines de la connaissance. Scientifiques à spectre large, ces savants persans, juifs, berbères… traduisent, diffusent et préservent les textes du monde grec et oriental, tout en contribuant d'une façon originale à l'avancée de la pensée mathématique.

● De la renaissance au rationalisme

René Descartes (1596-1650), *Du nombre dans la géométrie*

Accompagné de **François Viète, John Nepier, Pierre Simon de Fermat et Blaise Pascal**

En Occident, le XVIe siècle voit surgir un intérêt général pour les disciplines mathématiques et notamment les mathématiques « pratiques », avec de nombreuses applications dans le commerce, l'astronomie, l'art, l'ingénierie. Puis, au XVIIe siècle, apparaissent les premières académies et sociétés réunissant des hommes de sciences. L'enseignement des mathématiques entre de plein droit dans

les universités, les échanges entre mathématiciens se multiplient et favorisent l'essor de la discipline.

L'essor de l'analyse

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), *De l'algèbre pour l'infini* et **Isaac Newton (1642-1727),** *Un mouvement d'infinis*

Accompagnés de **Leonhard Euler**

Entre la fin du XVIIe et le début du XVIIIe siècle, époque qui coïncide avec la fin de l'Inquisition en Europe, les frontières entre les sciences sont encore peu marquées et la pensée mathématique vit une vraie révolution. La méthode, les objets et même la signification des mathématiques changent. Cette discipline cesse d'être spéculative (comme à l'époque d'Aristote), pour s'attacher à la compréhension de la réalité et à l'action. L'enquête sur la nature se mathématise et de nouvelles réalisations techniques apparaissent.

● Les mathématiques à l'école de la révolution

Carl Friedrich Gauss (1777-1855), *Le prince des mathématiciens*

Accompagné de **Pierre-Simon de Laplace**

Jusqu'à la Révolution française, les mathématiques européennes restent une activité d'élite, exercée par un nombre restreint de savants qui se revendiquent des mathématiciens de la Grèce antique.

Puis, les idées de la Révolution française touchent la communauté mathématique et cette discipline devient une activité « démocratique ». Dans la réflexion, les tendances nationales s'accentuent et l'approche autodidacte est abandonnée en faveur de la mise en place d'écoles, d'universités et l'édition de revues qui diffusent largement le savoir.

On trouve également **Evariste Galois (1811-1832),** *Les mathématiques dans les*
tranchées ou *L'histoire d'un génie malheureux.*

● Les mathématiques modernes

Georg Cantor (1845-1918), *La taille de l'infini / La solitude de l'infini citation* : « L'essence des mathématiques est la liberté »

Accompagné de **Bernhard Riemann, Henri Poincaré, Emmy Noether**

Professionnels appointés, les mathématiciens du XIXe siècle jettent les bases de la science mathématique telle que nous la connaissons aujourd'hui : indépendante, cohérente, riche de connexions internes et bien structurée dans toutes ses branches.

La discipline s'élève à un niveau d'abstraction jamais atteint auparavant. Dans un souci de rigueur, on quantifie même le hasard et l'incertain. Des instruments mathématiques très sophistiqués apparaissent et se développent pour expliquer l'univers et ses phénomènes : c'est l'ouverture aux grandes théories physiques du XXe siècle.

On trouve également **Kurt Gödel (1906-1978),** *Aux limites de la logique* ou *Le plus*
grand logicien depuis Aristote.

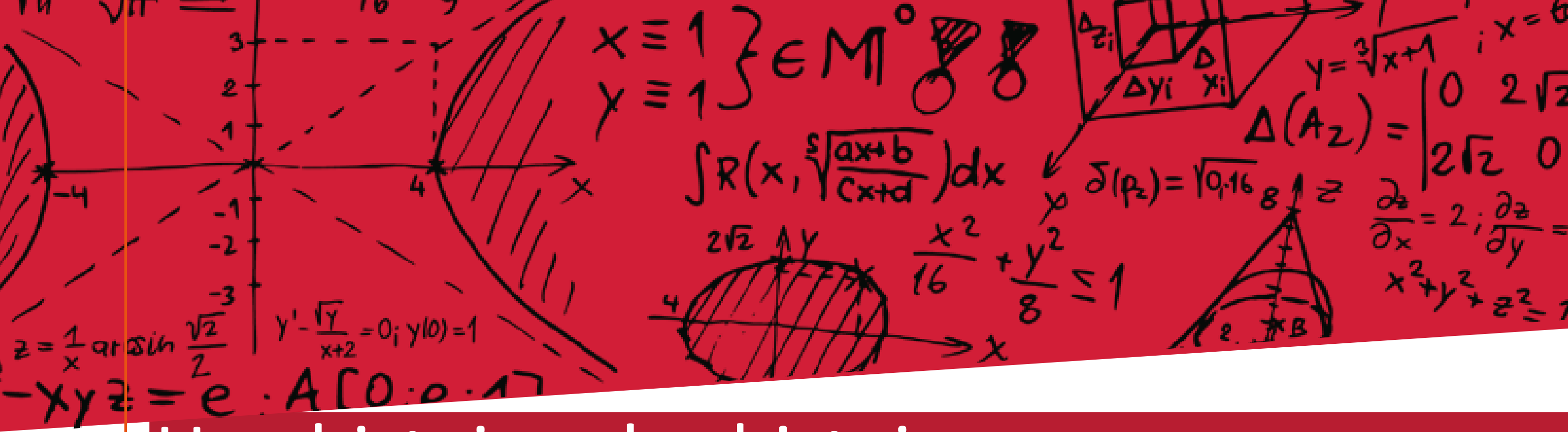
Et après ?

Portées aujourd'hui par un vent de « mondialisation », les mathématiques évoluent rapidement. Des nouvelles branches de la recherche apparaissent et les frontières entre mathématiques pures et appliquées tendent à disparaitre. Nées du besoin et élevées par l'homme au titre de ses plus beaux outils, les mathématiques auront-elles une fin ?

Médaille Fields (1936-), « Franchir tes limites et te rendre maître de l'univers »

C'est la médaille la plus convoitée par les jeunes mathématiciens du monde entier. Elle récompense le travail de recherche de mathématiciens de moins de 40 ans, tous les quatre ans.

11 médailles sur 52 ont été remises à des français.



Une histoire, des histoires

On est ici invité à participer à un voyage dans le temps et l'espace à la découverte des civilisations, des hommes et des inventions qui ont fait l'Histoire des maths. On y découvre également des histoires de maths à se raconter.

Un mètre d'histoire… Française
Un panneau raconte l'histoire de la création du Système métrique. Une fierté nationale que l'on se doit de mettre en valeur.
Inspirée par les principes d'égalité et de justice de la Révolution française, l'Académie des sciences propose en 1791 un système de mesure universel et éternel : le mètre.
Cette nouvelle unité correspond au dix millionième du quart du méridien terrestre passant par Paris.
Deux hommes de sciences, Jean-Baptiste Delambre et Pierre Méchain sont chargés d'effectuer l'arpentage grâce au procédé de triangulation.
Le 7 avril 1795, le système métrique est adopté : l'étalon de référence sera alors une règle de platine.
Aujourd'hui, la mesure du mètre a changé, elle correspond à la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant 1/299.792.458ème de seconde.

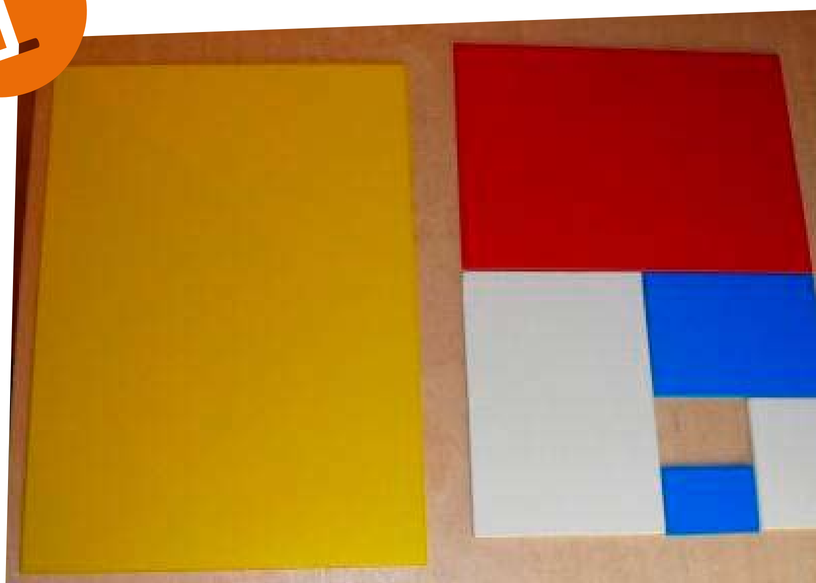
La récréation mathématique

La cour de récréation est le lieu d'expériences où la priorité est donnée à la manipulation.
19 ateliers jalonnent le parcours où se côtoient géométrie, logique, démonstrations de théorèmes, statistiques ou encore probabilités. Le but est de montrer avant tout que les mathématiques peuvent toucher des problèmes concrets et que les formules auxquelles les enfants ont ou auront à faire ont une réalité. 33 représente un cube de 3 par 3 par 3 : à vous de le construire !

1

N° 1
Puzzle sans fin
Descriptif :
Comment construire un rectangle avec des pièces qui représentent chacune une fraction ? La plus grande représente ½, la moitié de la surface totale. Les autres continuent la suite avec des surfaces deux fois moins importantes que les précédentes.

Objectif :
- Se représenter des fractions par des objets matériels

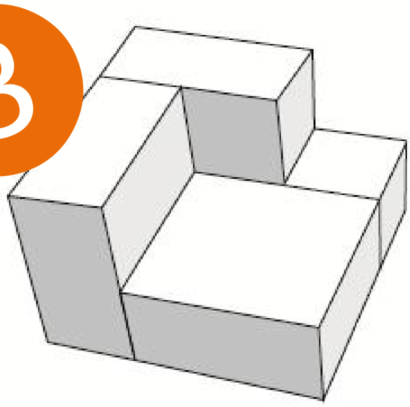


2

N° 2
Puzzles 2D
Descriptif :
Comment transformer un carré en triangle, un triangle en hexagone, ou une croix en carré à l'aide des différents polygones à disposition ? Rotations, translations, sont les clés de ces casse-tête géométriques.

Objectifs :
- Apprendre à manipuler des formes géométriques entre elles pour en créer de nouvelles
- Découvrir la notion de conservation de l'aire
- Découvrir la notion de transformation géométrique

3



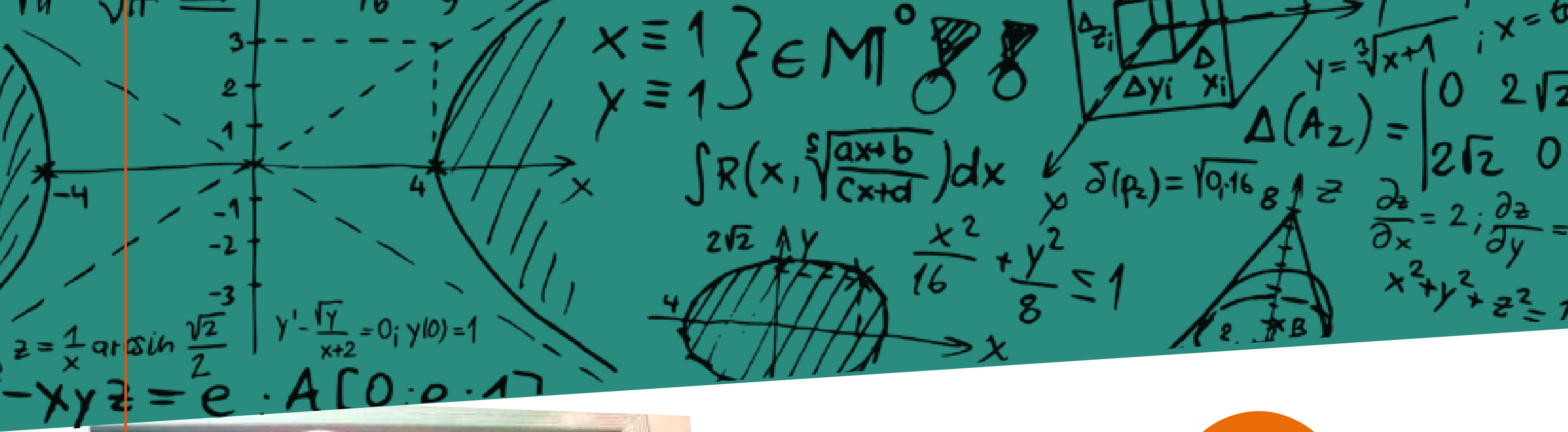
N° 3
Cube de Conway
Descriptif :
Les 9 pièces à disposition permettent de construire un cube de 3 unités de côté.
Comment les arranger entre elles pour y parvenir ?

Objectifs :
- Construire un solide de base en 3 dimensions
- Gérer l'organisation de pièces de tailles et formes différentes dans un espace en 3 dimensions

4

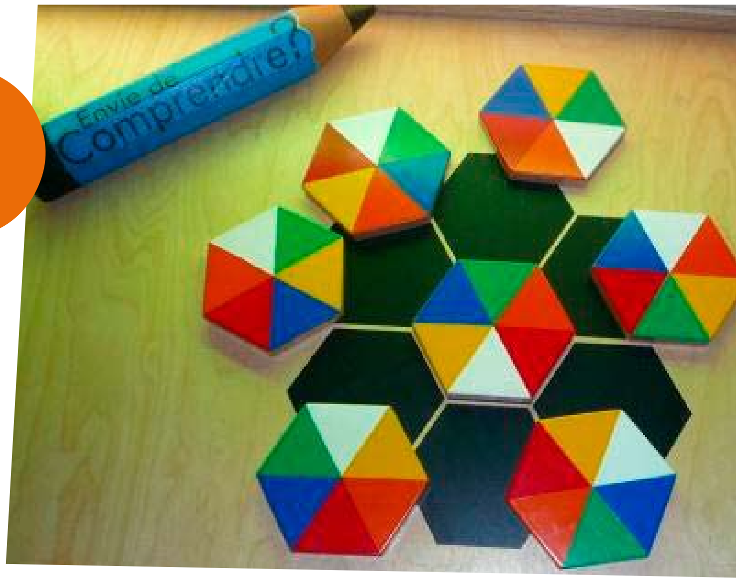
N° 4
Pyramide à 2 pièces
Descriptif : Deux pièces identiques sont à associer afin de reconstituer une pyramide.

Objectif : Décomposer une forme en 3D en 2 pièces élémentaires



N° 5
Construire une pyramide de boules

Objectif :
Organiser des objets dans un espace en 3 dimensions pour créer une forme imposée



N° 6
Les alvéoles de couleur
Descriptif : 7 alvéoles de couleurs doivent être organisées entre elles à la manière de dominos à 6 couleurs. Deux alvéoles peuvent être accolées seulement si elles sont en contact par la même couleur.

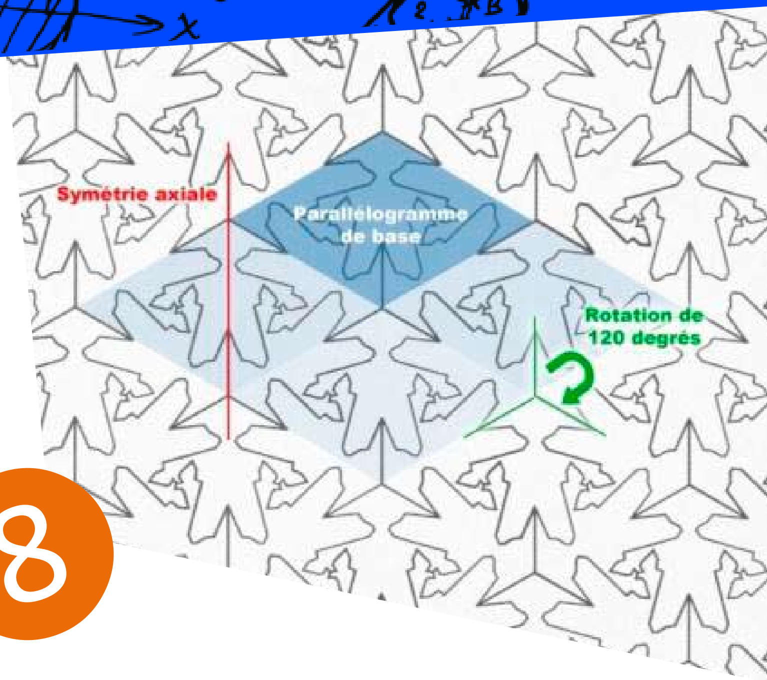
Objectif : Mettre en place un raisonnement logique pour respecter une règle du jeu

N° 7
Les contorsions du savon
Descriptif : Plonger différentes formes géométriques dans une solution d'eau savonneuse pour observer de quelle façon le savon recouvre les faces.

Objectifs :
- Apprendre à reconnaître ce qu'est une surface minimale
- Découvrir les propriétés élastiques de la matière
- Aborder la notion de contrainte mécanique

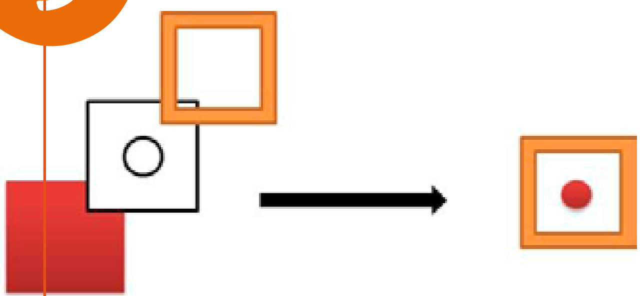
N° 8
Pavage Escher
Descriptif :
Une même forme est utilisée et déplacée à plusieurs reprises selon des transformations géométriques particulières. On retrouve dans les oeuvres d'Escher des translations, des symétries ou encore des rotations.

Objectifs :
- Découvrir des transformations géométriques grâce à des pavages artistiques
- Retrouver des particularités géométriques dans des oeuvres d'art



8

9



N° 9
Le jeu des pochoirs
Descriptif : A partir de pochoirs de couleurs et de tailles différentes, des modèles plus ou moins complexes devront être reproduits. La superposition des éléments demandera un travail de représentation dans l'espace et le temps.

Objectifs :
- Maîtriser une organisation spatiale et temporelle de formes géométriques
- Reproduire une forme imposée en produisant un raisonnement logique

10

N° 10
L'escalier de la mort
Descriptif : 5 plaquettes de taille identique doivent être empilées afin que la plus haute dépasse au maximum de la première. Un subtil équilibre entre dépassement et centre de gravité devra être trouvé !

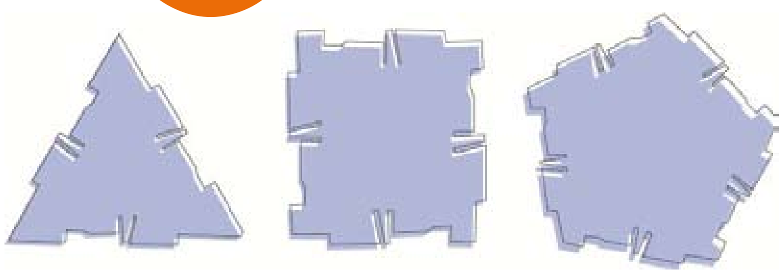
Objectifs :
- Savoir retrouver un centre de gravité par expérimentation

N° 11
Le rectangle parfait
Descriptif : Un rectangle doit être reconstitué grâce à 9 carrés de tailles différentes.
Une seule solution existe pour cette taille de rectangle donnée

Objectif : Découvrir une particularité géométrique dans un rectangle aux dimensions particulières.

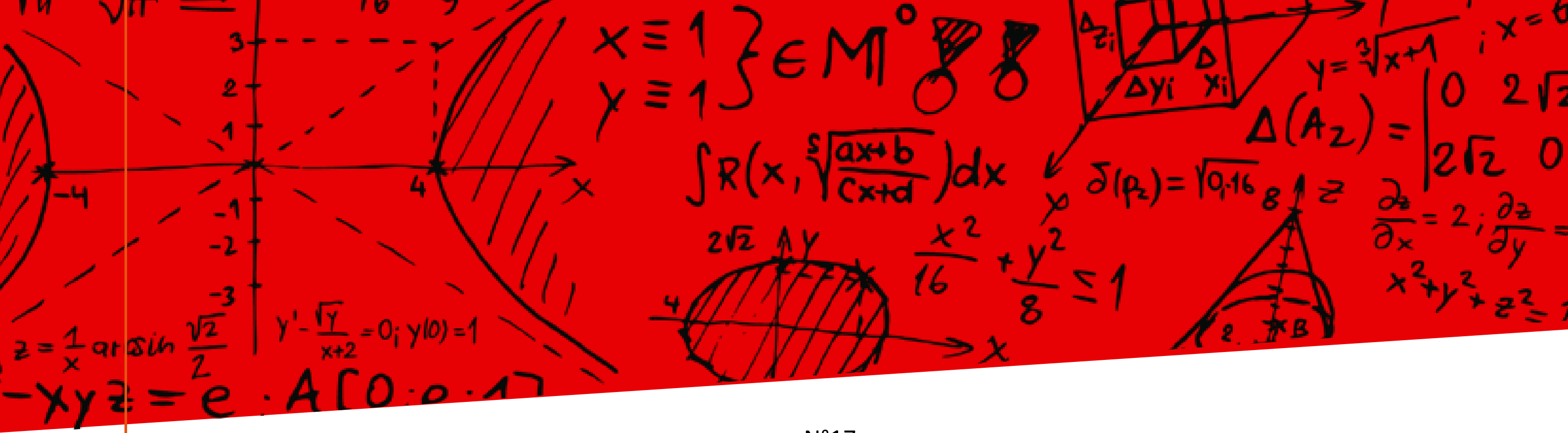
N° 12
Polydrons
Descriptif : Triangles, carrés, hexagones de couleurs et de tailles différentes permettront de construire des solides en 3 dimensions. Une multitude de formes pourra être reconstituée !

Objectifs :
- Se familiariser avec des polygones en 3 dimensions
- Construire des formes en 3D à partir de formes en 2D



N° 13
Tangram
Descriptif : Les 7 pièces du Tangram s'arrangent entre elles afin de créer une multitude de formes plus complexes. Des modèles imposés peuvent être reproduits, ou des objets libres peuvent être créés en laissant libre cours à l'imagination.

Objectifs :
- Manipuler des formes géométriques dans un espace en 2 dimensions
- Organiser plusieurs formes entre elles pour en créer de nouvelles plus complexes.



N° 14

Les cylindres colorés et jeu des gratte-ciel

Descriptif : Chaque cylindre à sa place ! Les différentes pièces sont à organiser sur une grille de jeu selon leurs deux caractéristiques : leur couleur et leur taille. Sur une même ligne ou colonne, il ne peut y avoir deux pièces à caractéristique identique.

Objectifs :
- Classer et sérier des éléments de couleur et de tailles différentes
- Suivre un raisonnement logique afin de respecter les contraintes fixées par les règles du jeu.

N° 15

La boule manquante

Descriptif : Comment faire entrer plusieurs éléments identiques dans un volume donné ? Les différents arrangements possibles des sphères dévoilent la notion de « densité d'empilement ».

Objectifs :
- Organiser des éléments dans un espace en 3 dimensions
- Découvrir différentes manières d'arranger des sphères entre elles, pour optimiser l'encombrement de l'espace

N° 16

Tout entre dans le cube

Descriptif : Différentes formes devront être introduites dans un cube. Certaines d'entre elles présentent des relations géométriques qui permettent de comprendre comment y placer l'une ou l'autre

Objectif : Savoir appréhender l'occupation d'une forme en 3D dans l'espace

N°17

Serpent de dés

Descriptif : Un lancer aléatoire d'un grand nombre de dés donne une suite aux propriétés étonnantes.

Objectif : Observer les conséquences de règles de probabilités sur une suite de dés

N°18

Pythagore

Descriptif : Les pièces articulées permettent de visualiser le principe du théorème de Pythagore. Après découpage et recomposition, les aires des deux petits carrés constituent celle du grand.

Les côtés des carrés sont de même longueurs que les côtés du triangle rectangle témoin.

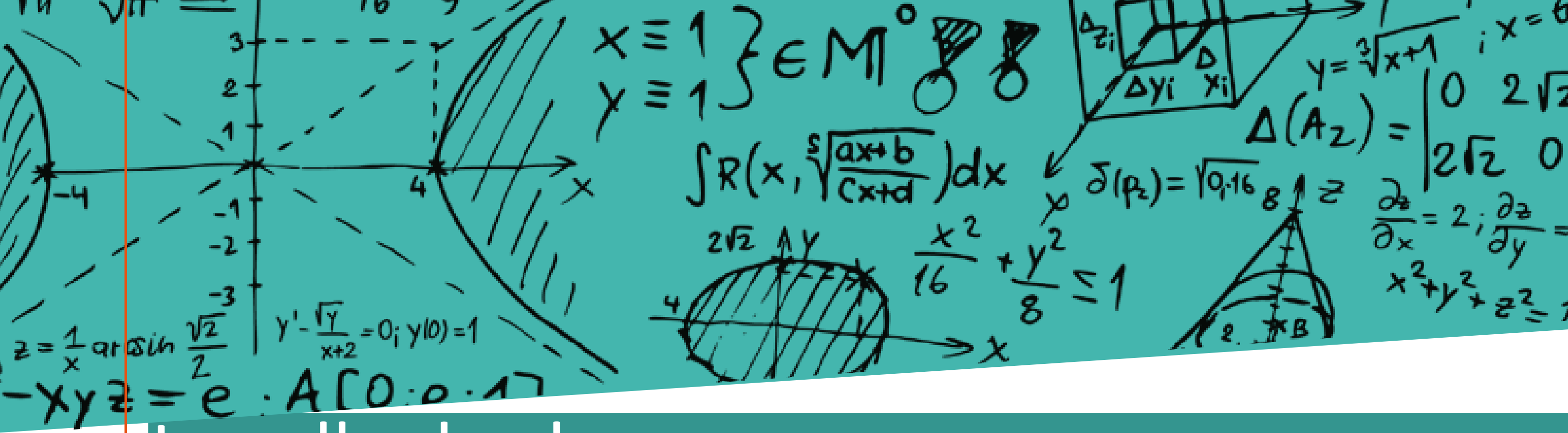
Objectifs :
- Découvrir ou redécouvrir le théorème de Pythagore par une démonstration interactive
- Comprendre les rapports entre longueurs et aires

N° 19

Les dés rouges

Descriptif : Les dés ont 2 faces rouges et 4 bleues… en les lançant, la probabilité de tomber sur une face rouge pour chacun d'entre eux est de 1/3. Cette règle sera-t-elle respectée ?

Objectifs :
- Découvrir une règle statistique
- Prendre conscience de l'influence du hasard dans une loi de probabilité

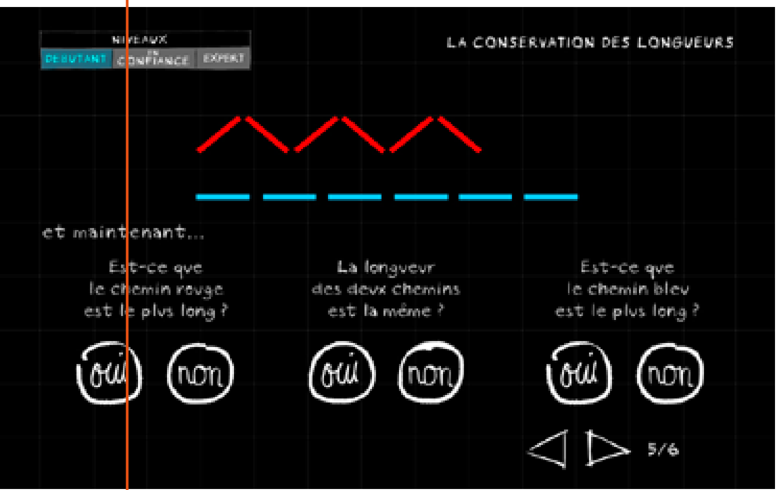


La salle de classe

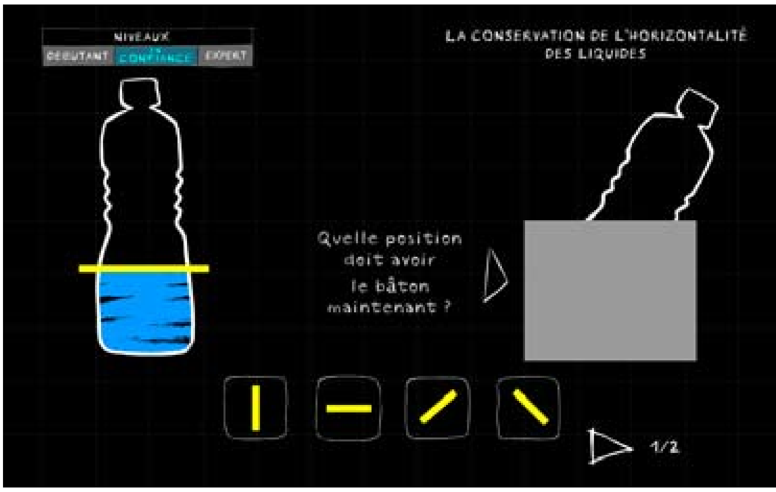
Chaque bureau d'écolier propose une expérience. Cette expérience peut se vivre au travers d'un multimédia en visite libre. Pour chaque activité, trois niveaux de difficultés progressives sont proposés (débutant, en confiance, expert).

1 Les conservations

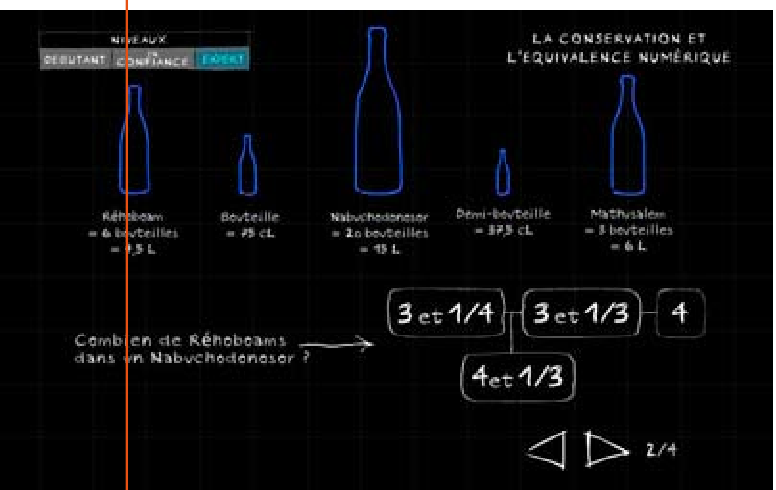
Objectif : Comprendre qu'une quantité ou une grandeur se conserve même si elle subit des transformations.
Exemple : Une corde tendue conserve sa longueur si on l'enroule sur un bâton.



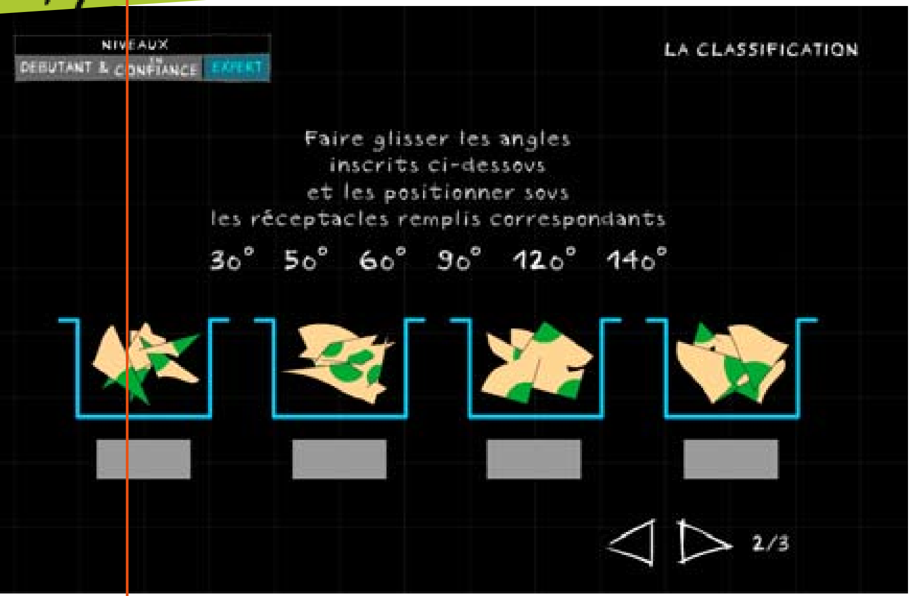
Niveau débutant
La conservation des longueurs.
Un chemin rouge est représenté avec un nombre d'allumettes rouges, un chemin bleu avec le même nombre d'allumettes bleues.
On compare les longueurs de ces chemins.
Sans changer le nombre d'allumettes, la forme des chemins est modifiée, puis une partie est cachée.
Parfois on modifie le nombre d'allumettes par des ajouts ou des retraits pour faire sentir que les actions ne sont pas les mêmes et qu'il n'est alors plus question de conservation.



Niveau en confiance
La conservation de l'horizontalité des liquides.
Une bouteille d'eau est placée à la verticale. On observe la position du niveau de l'eau.
L'orientation de la bouteille est modifiée. Pour chaque nouvelle situation, on indique la position du niveau de l'eau.

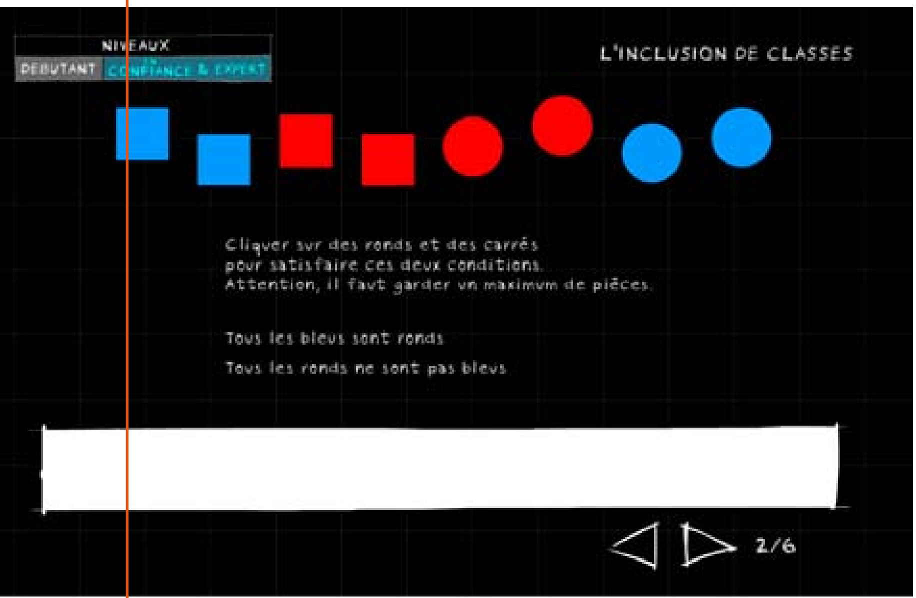


Niveau expert
En groupe le multimédia sert de support.
Une gamme de 5 bouteilles de volumes différents est représentée dans le désordre (Nabuchodonosor 15L, Mathusalem 6L, Réhoboam 4.5L, Bouteille 75cL, Demi-bouteille 37.5cL).
On s'interroge sur la conservation des quantités de liquide à travers les équivalences numériques qui existent entre les différents contenants.



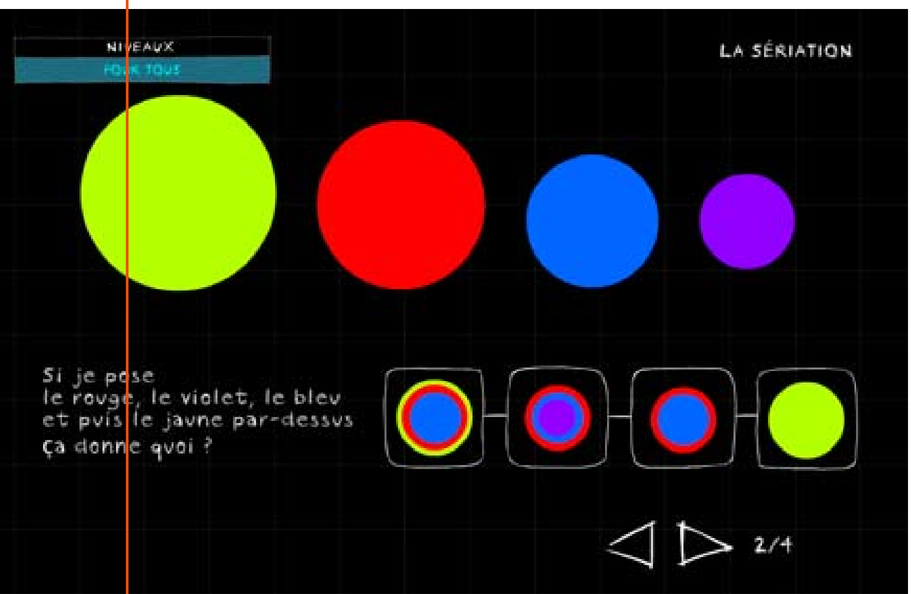
2 Les classifications

Objectif : Etre capable de regrouper des objets qui ont un critère commun.
Exemples : Le classement des nombres en nombres pairs et nombres impairs, les personnes, les animaux, les choses.



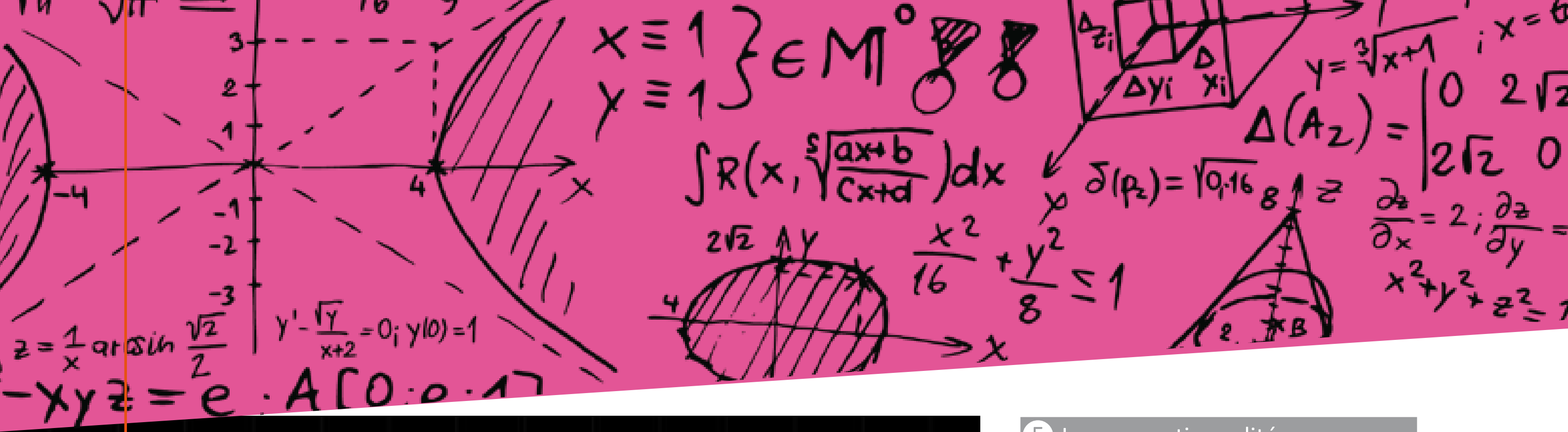
3 L'inclusion de classes

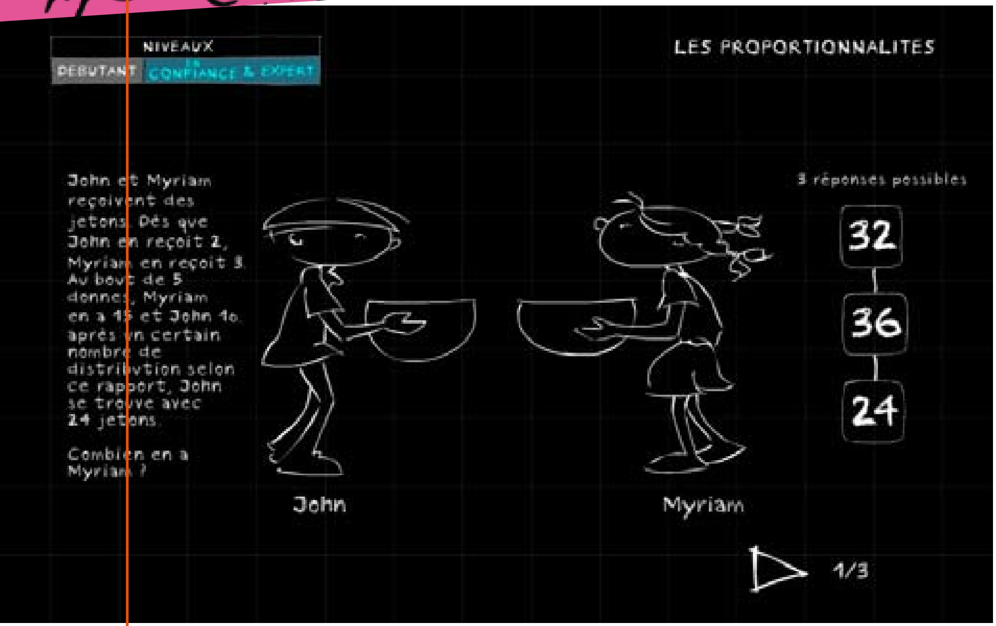
Objectif : Etre capable de penser des ensembles inclus les uns dans les autres.
Exemple : Les chats, les félins, les animaux.
Objectif : Etre capable de penser simultanément le tout et les parties.
Exemple : Il y a 17 garçons dans une classe de 26 élèves. Combien y a-t-il de filles ?



4 La sériation

Objectif : Etre capable d'ordonner des objets suivant leurs différences.
Exemple : 125 < 745 < 1293





5 Les proportionnalités

Objectif : Etre capable de réaliser deux raisonnements opératoires consécutifs (division puis multiplication)

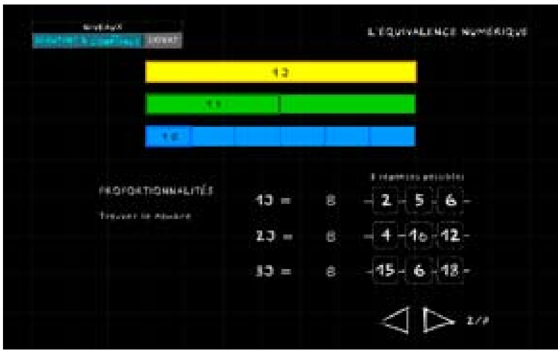
Exemple : Si 5 cahiers coûtent 35 euros, alors combien coûte 8 cahiers ?

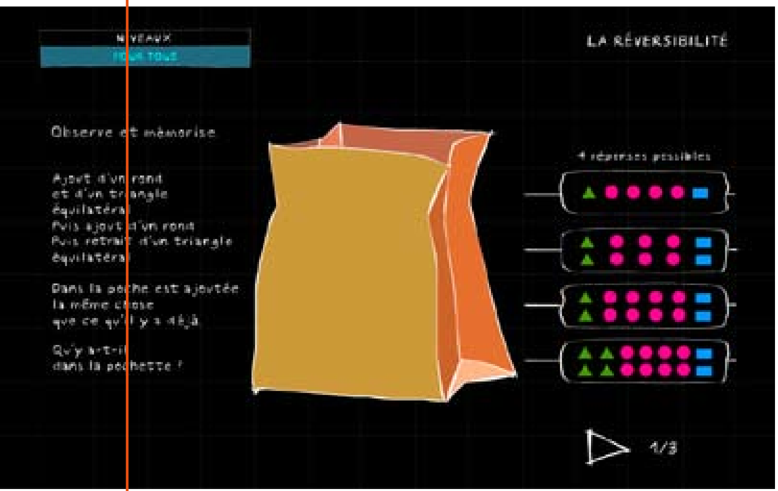
6 L'équivalence numérique

Objectif : Etre capable de parler d'une quantité ou d'une grandeur de plusieurs façons différentes en changeant d'unité.

Comprendre que, pour parler d'une mesure avec des étalons différents, plus l'étalon est petit, plus le nombre est grand ; inversement plus l'étalon est grand, plus le nombre est petit.

Exemple : 100 unités = 1 centaine = 10 dizaines

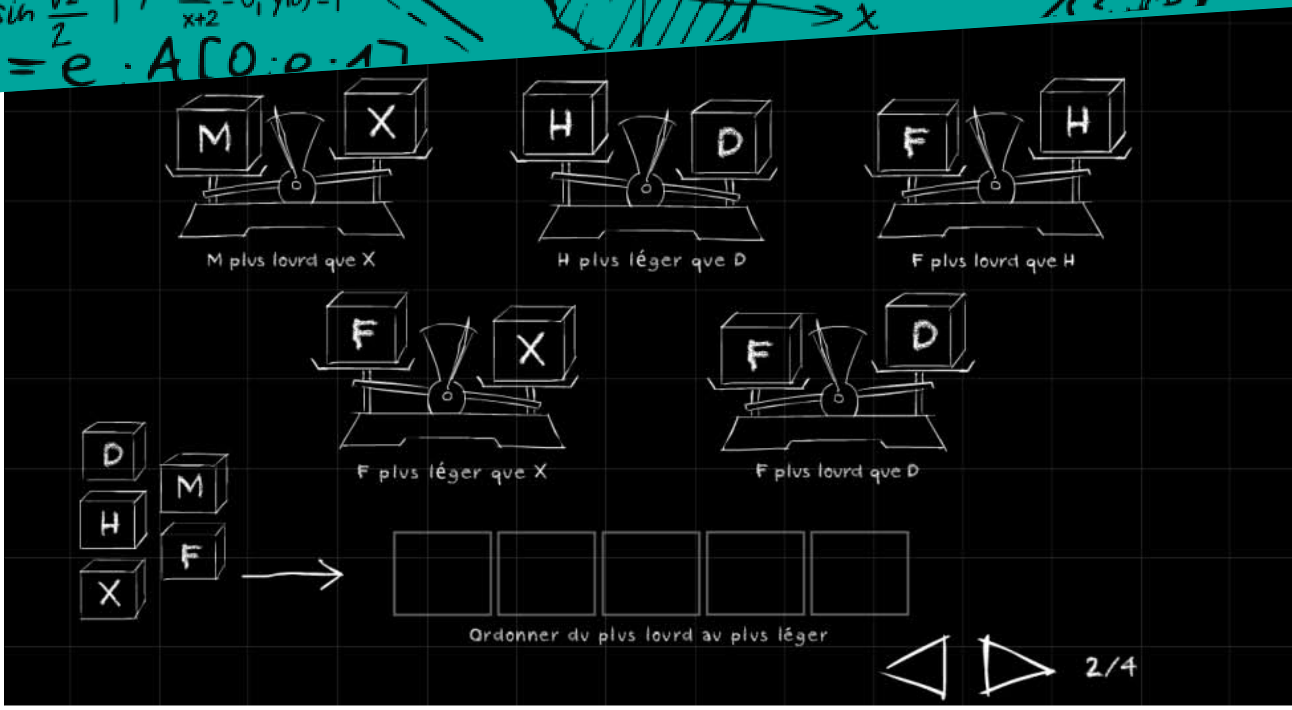




7 La réversibilité

Objectifs : Etre capable de raisonner le déroulement d'une action dans un sens et dans l'autre comme étant une seule et même opération. Etre capable de trouver les opérations inverses en commençant par la fin.

Exemple : Si j'écris cette opération 3+2=5
alors je sais que 2+3=5 , 5-2=3 , 5-3=2
mais aussi 5 = 3+2 , 5 = 2+3 , 2=5-3 , 3=5-2.



8 Propriété des relations : la symétrie

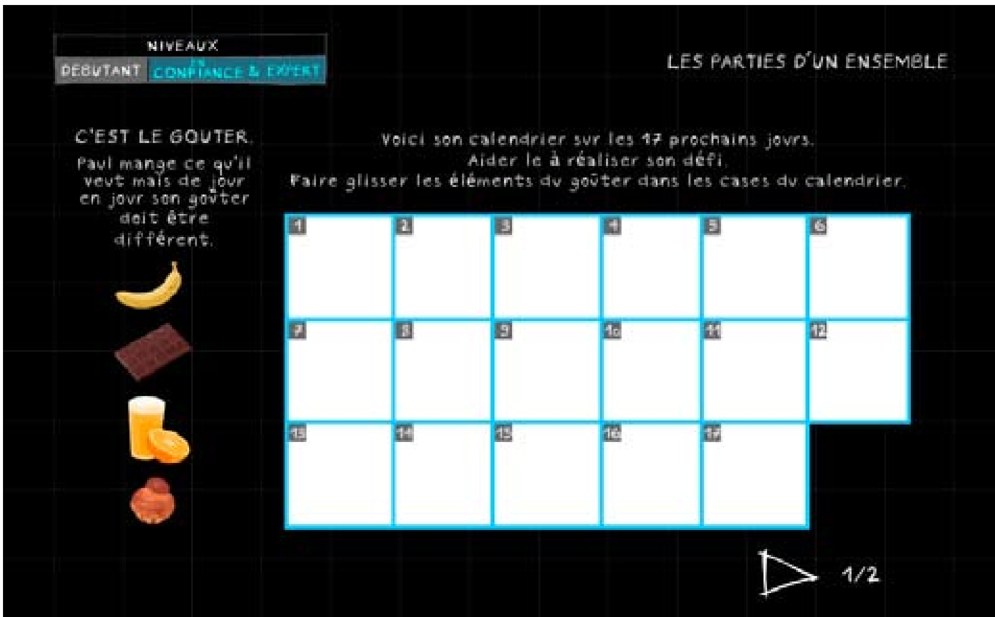
Objectif : D'après une phrase vraie (assertion) comprenant : sujet, groupe verbal et complément. Il s'agit d'énoncer une deuxième phrase en gardant le même groupe verbal mais en inversant sujet-complément.
Etre capable de juger si cette seconde phrase est vraie ou non.
Exemple : Si « la droite rouge est perpendiculaire à la droite bleue » alors « la droite bleue est perpendiculaire à la droite rouge ».
Dans ce cas cette seconde phrase est vraie. On dit que la relation est symétrique.
La construction de ce raisonnement est sur le mode : « Si… alors… »

9 Propriété des relations : la transitivité

Objectif : Une première phrase vraie (assertion) comprend : sujet, groupe verbal et complément. Avec le même groupe verbal, une deuxième assertion vraie comprend : sujet, groupe verbal complément. Le complément de la première devient sujet de la deuxième. Il s'agit d'énoncer une troisième phrase toujours avec la même relation, mais en prenant le premier sujet et le deuxième complément.
Etre capable de juger si cette troisième phrase est vraie ou non.
Le raisonnement est construit sur le mode : « Si … et … alors … »
Exemple : Si Arthur est plus âgé que Jules et si Jules est plus âgé que Rachel alors Arthur est plus âgé que Rachel.

10 Les parties d'un ensemble

Objectif : Etre capable d'envisager tous les choix à un ou plusieurs éléments dans une situation de 4 objets proposés.



La calculatrice chinoise

Ce dernier espace clôture l'exposition, alors, à vous de jouer et de vous familiariser avec cette méthode de calcul ancestral !!

Aujourd'hui encore le voyageur est souvent étonné par la dextérité et la rapidité avec lesquels les vendeurs comptent à l'aide du boulier en Chine.
L'origine du boulier remonte à la plus haute antiquité. C'est un des premiers systèmes de calcul inventé.

Le boulier chinois est la plus simple des machines à calculer.
On n'utilise que trois doigts pour calculer. Le pouce déplace les boules inférieures vers le haut, l'index vers le bas et le majeur fait bouger les boules supérieures. Les autres doigts devraient être repliés ou levés afin d'éviter de toucher les boules inutilement.

Le boulier chinois est régit par les règles suivantes :
- La première colonne de droite représente les unités, la deuxième les dizaines, la troisième les centaines…
- La partie supérieure de chaque colonne comprend deux boules valant chacune 5.
- La partie inférieure comprend cinq boules valant chacune 1.
- Les nombres s'écrivent de gauche à droite. - Le nombre représenté est indiqué par les boules rapprochées de la barre transversale.
- La position zéro s'obtient lorsque les boules sont vers le cadre extérieur : celles du haut en haut et celles du bas en bas.

Pour additionner :

Il faut partir du premier membre de l'addition et rajouter les boules correspondant au second membre. On inscrit le plus grand des deux nombres sur le boulier, à droite puis on lui ajoute le second nombre en partant de la gauche contrairement à l'opération arithmétique où l'on commence par la droite.

Pour soustraire :

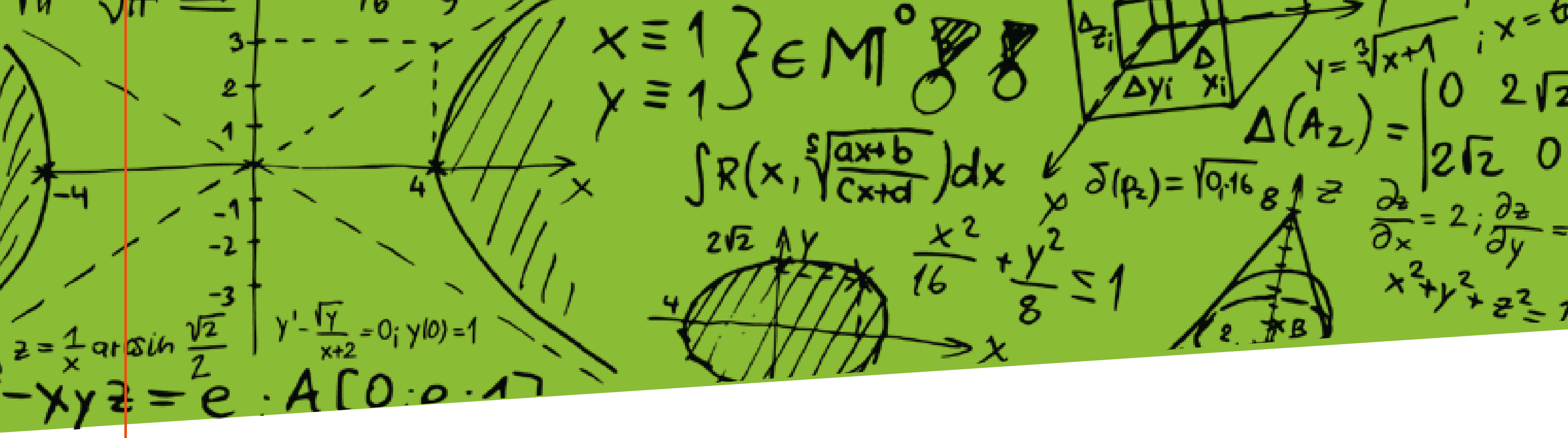
Il faut aussi partir du premier membre de la soustraction et retirer les boules correspondant au second membre de l'opération. La soustraction s'effectue en partant de la gauche du boulier, sur le plus grand des deux nombres.

Pour multiplier :

On inscrit chacun des deux facteurs à multiplier dans la partie gauche du boulier (en les séparant suffisamment pour ne pas les mélanger).Puis on fait successivement le produit de chacun des chiffres du 2ème facteur par chacun des chiffres du 1er facteur en les additionnant dans la partie droite du boulier. Ne pas oublier de décaler d'une colonne à chaque fois que l'on change de chiffre.

Pour diviser :

La division est un exercice très délicat sur le boulier. Elle nécessite de bien maîtriser les trois autres opérations et obéit à des règles qui découlent directement de la division euclidienne.



Tout public

À partir de 8 ans pour les groupes scolaires
sur réservation au 03 81 91 46 83
visite : 1h30 guidée par un animateur

Horaires

Le Pavillon des Sciences

centre de culture scientifique Montbéliard/Belfort/Franche- Comté est ouvert :

En Octobre :

Lundi, mardi, jeudi et vendredi de 9h à 12h et de 14h à 18h

Mercredi de 10h à 12h et de 14h à 18h

Samedi, dimanche et jours fériés de 14h à 18h

De novembre à mars :

Lundi, mardi, jeudi et vendredi de 9h à 12h et de 14h à 17h

Mercredi de 10h à 12h et de 14h à 18h

Samedi, dimanche et jours fériés de 14h à 18h

Renseignements et réservations pour les groupes au 03 81 91 46 83

www.pavillon-sciences.com

L'exposition « Mathissime » a été conçue et réalisée par

Cap Sciences, CCSTI de Bordeaux