

Maths&mesure

Document pédagogique

Dans la continuité des expositions précédentes¹, la régionale Poitou-Charentes de l'APMEP, l'IREM&S, les conseillers mathématiques départementaux de la Vienne, l'AGEEM et l'Espace Mendès France proposent une nouvelle exposition consacrée à la mesure de notre monde.

Rares sont les expositions consacrées aux mathématiques. Mais force est de constater que celles que nous concevons avec l'Espace Mendès-France ont un grand succès auprès du public en particulier auprès du public scolaire. Comme pour la précédente exposition, nous avons fait en sorte que celle-ci soit aussi accessible dès la maternelle. Les raisons de ce succès tiennent certainement aux intentions qui nous ont animés. À savoir, montrer que :

- les mathématiques ont été créées par les humains pour comprendre notre monde mais aussi pour aider à vivre en société,
- les mathématiques font partie de notre histoire tout autant que l'art ou les techniques,
- les mathématiques vivent dans le sens où se créent encore et toujours de nouvelles théories,
- les mathématiques sont présentes dans notre vie de tous les jours,
- les concepts mathématiques s'acquièrent par une longue maturation et qu'une des étapes essentielles à cette acquisition est la manipulation,
- chaque visiteur quel que soit son âge doit pouvoir trouver matière à réfléchir et à apprendre.

Bien souvent l'enseignement des mathématiques est trop formel, coupé des vrais problèmes de la vie quotidienne et réduit à la connaissance de formules vides de sens. Par cette exposition qui fait une large place aux manipulations, aux images mentales, à la perception des ordres de grandeur, nous espérons montrer une autre image des mathématiques au grand public et peut être susciter des pistes prouvant aux enseignants qu'il est possible d'enseigner les mathématiques autrement.

La visite de cette exposition n'est pas celle d'un musée : elle est à la fois un moment d'apprentissage, un moment de culture et un moment de manipulations.

Nos choix

Dans la mesure de notre monde, les mathématiques sont largement impliquées, car les humains ont toujours voulu, et veulent toujours mesurer plus et mieux : qu'il s'agisse de longueurs, d'aires ou de volumes, de temps, de productions, de fluctuation de prix, de chance au jeu, de pauvreté ou de bonheur des états²... Il nous a fallu faire des choix : 6 thèmes pour 6 pôles. La mesure de la Terre, notre planète, s'imposait (pôle 1). Mais aussi celle de notre environnement spatial : la lune, le soleil, les planètes, les étoiles (pôle 5). Pour les pôles 2, 3, 4, nous avons choisi les longueurs, les aires et les volumes qui sont au cœur de notre vie quotidienne et aux origines des mathématiques et de la création de la géométrie. La mesure de ces grandeurs est étudiée en mathématiques tout au long de la scolarité et même à l'université à travers la théorie de la mesure. La familiarisation avec les longueurs et volumes commence dès la maternelle. Et c'est à travers la mesure de ces trois grandeurs

1 Maths&puzzles, Courbes en pleine forme, Comment tu comptes ?, ...

2 Voir n°279 du journal le 1.

que vont se construire les nombres fractionnaires et décimaux à l'école, et les nombres irrationnels au collège. C'est dire l'importance de ces 3 pôles au niveau des apprentissages scolaires. Pour notre dernier pôle, nous voulions un thème qui montre l'implication des mathématiques dans la vie actuelle et dans la mesure d'un phénomène complexe, mais où sont en jeu des outils élémentaires. Nous avons choisi le changement climatique (pôle 6) qui implique les 3 grandeurs de base, mais aussi d'autres grandeurs à découvrir avec expériences et instruments.

Descriptif de l'exposition

Des panneaux et du matériel

L'exposition comporte un pôle central et 6 pôles, chacun de ces 6 pôles comportant 3 panneaux sur trois aspects différents du thème traité par le pôle. Sur chaque panneau, se trouvent à la fois des réponses à des questions importantes propres au thème traité, des **compléments culturels** voire **mathématiques** et des **défis**. À chaque panneau sont associés de nombreux objets ou maquettes.

Ce matériel a deux fonctions :

- il peut être utilisé pour faire des expériences sous le contrôle des animateurs ou des accompagnateurs, ou bien être utilisé pour résoudre en autonomie des défis proposés sur les panneaux ;
- il peut être simplement vu pour fixer des images mentales, en particulier sur les ordres de grandeurs, découvrir de nombreux instruments, et donner des idées pour la classe.

Les panneaux ne sont pas destinés aux élèves les plus jeunes mais à leurs accompagnants qui peuvent ainsi expliquer les intentions des concepteurs.

À noter que :

- certaines expériences intègrent de l'algorithmique enseignée de l'école primaire à l'université,
- les concepts travaillés sont centraux à l'école primaire et au collège,
- le contenu de l'exposition recouvre une partie des contenus de l'enseignement scientifique de certaines classes de lycée.

Le pôle central comporte de nombreux objets de grandes dimensions, mais sert également à la projection sur grand écran d'animations interactives réalisées en 3D.

Un coin lecture

Il est destiné aux élèves les plus âgés ou aux enseignants et offre toute une littérature à consulter sur place sur les contenus de l'exposition.

Des fiches

Des fiches défis

Ces fiches reprennent les défis indiqués sur les panneaux en mentionnant si besoin le matériel nécessaire pour les résoudre. La solution du défi est indiquée au verso.

Des fiches expériences

Ces fiches sont destinées aux animateurs et accompagnateurs, mais aussi au simple visiteur. Elles proposent, à l'aide du matériel, d'expérimenter, de manipuler. Des conseils pour animer sont aussi suggérés et il est important de faire avec les visiteurs un bilan de ce qui a été vu à chaque expérience.

Panneau 1 : Représentation et mesure de la Terre dans l'Antiquité

Depuis quand sait-on que la Terre est ronde et comment les hommes ont-ils pu s'en convaincre ?

Comment connaître les dimensions de cette sphère qu'est notre Terre et s'y repérer ? Les mathématiciens grecs Eratosthène et Hipparque sont les premiers à apporter une réponse.

À partir de maquettes vous pourrez vous confronter aux preuves de la rotondité de la Terre, et calculer son rayon à la manière d'Eratosthène.

Panneau 2 : Se repérer sur Terre

Se repérer sur le globe terrestre est fondamental pour la navigation en mer, et depuis le 20^e siècle pour la navigation aérienne. Mais comment faire pour se repérer sur une surface courbe ? Comment vont être définies latitude et longitude ? Comment les mesurer ? On comprendra l'importance des mathématiques dans toutes ces questions : géométrie dans l'espace, longueur de cercles et d'arcs de cercles, rôle central des angles et de leur mesure.

À partir de maquettes, vous apprendrez comment on se repère sur Terre par latitude et longitude, et comment se sont effectuées les mesures de méridiens à partir du XVII^e siècle.

Panneau 3 : Cartographier la Terre

S'il est facile de mettre à plat la surface d'un cylindre, impossible de le faire pour la sphère. Or on a besoin de cartes planes pour représenter la Terre, et au premier chef pour naviguer, mais aussi pour se déplacer sur de grandes distances, pour connaître et maîtriser le monde. Par exemple comment faire pour calculer la superficie des continents et des différents pays ? Ce panneau propose des réponses à deux questions : comment représenter la Terre sur un plan ? Et comment savoir si un planisphère conserve les aires des pays ou bien les caps pour la navigation ?

Ce sont les mathématiques qui ont permis de définir les différents types de projection, leurs propriétés, et la réalisation pratique de ces planisphères.

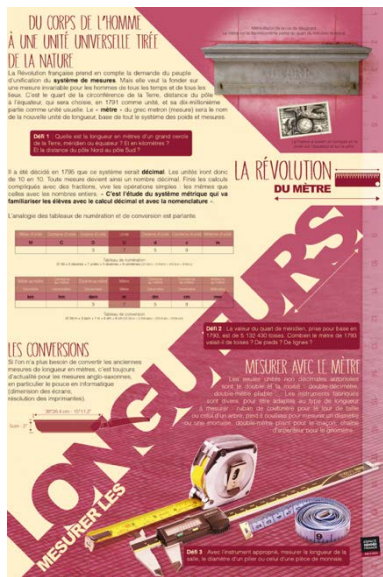
Pôle 2 – Mesurer des longueurs

Matériel :

- *Outils de mesure : ficelles, bâtons, pieds étalons, coudées, mètre pliant, mètres à ruban, chaînes d'arpenteur, piges, odomètre, croix de bûcheron, quadrant gradué, pied à coulisse, télémètre...*
- *Jeu de boules, figures tracées au sol.*

Animations :

- *Mesure de distances avec des parties de son corps,*
- *Mesure de distances avec différents outils,*
- *Mesure de différents objets avec l'instrument le plus approprié,*
- *Comprendre d'où vient la formule du périmètre du cercle et comment a procédé Archimède,*
- *Mesurer des distances inaccessibles à l'aide de différents outils.*
- *Comprendre pourquoi les hommes ont inventé une mesure universelle, le mètre.*
- *Utiliser le mètre, ses sous unités et ses multiples.*



Panneau 1 : Le corps première ressource pour mesurer

De nombreuses expériences amènent à comparer des longueurs droites ou courbes avec des parties de son corps (pied, coudée), puis avec des instruments qui en dérivent. C'est ainsi l'occasion de comprendre ce que veut dire mesurer, tant du point de vue mathématique que du point de vue pratique. Et aussi le rôle des unités et sous-unités en vivant le problème de la mesure.

Panneau 2 : La révolution du mètre

Les expériences précédentes amènent à se poser la question d'une unité de mesure universelle. Quand et comment a été défini le mètre ? Quel est son lien avec la Terre ? La révolution du mètre a été aussi celle du choix d'un système décimal d'unités qui va faciliter les calculs. C'est à travers les mesures que les nombres décimaux vont s'imposer. Et c'est donc le lieu à partir duquel devrait se faire leur apprentissage. Certains objets sont encore mesurés avec d'autres unités comme le pouce, le pied. Lesquels ? Comment passer d'une unité à une autre ? Différents types d'outils de mesure sont proposés pour mesurer divers objets. Au visiteur de choisir l'outil le plus adapté pour mesurer chaque objet.

Panneau 3 : Mesurer plus et mieux

Peut-on loger une ligne aussi longue que l'on veut dans une surface contrainte ? Il s'agit d'expérimenter afin d'en comprendre l'intérêt pratique, et de déboucher vers la notion de fractale largement utilisée dans la modélisation de phénomènes de la vie quotidienne. Comment mesurer une ligne courbe ? Comment peut-on connaître la circonférence du cercle ? Comment Archimède a-t-il procédé pour la calculer ? Comment calculer π ? Des calculs et expériences à faire ou à voir. Parce que les distances à mesurer sur Terre ne sont pas toujours accessibles comme la hauteur d'un arbre par exemple, les hommes se sont servi des mathématiques et ont créé des outils simples que vous pourrez utiliser pour calculer la hauteur de la salle par exemple.

Pôle 3 – Mesurer des aires

Matériel :

- Carrés de différentes dimensions pour carreler, quadrillages sur plexiglass pour comparer et mesurer une surface,
- Diverses surfaces tracées au sol à comparer ou mesurer, puzzles, planches à clous
- Un carré d'un mètre carré,
- L'aire du rectangle et du triangle par les indivisibles,
- Surfaces dessinées sur des solides, sphère et cylindre, différentes boules.

Animations :

- Comparer des aires par carrelages et quadrillages,
- Comparer des aires par rectangulations et quadratures,
- Mesurer des aires par quadrillages et carrelages,
- Donner une image des ordres de grandeur des unités usuelles,
- Comprendre d'où vient la formule de l'aire du disque, de celle la sphère,
- Calculer l'aire d'un polygone sur une planche à clous,
- Comprendre le principe de la théorie des indivisibles qui permet de calculer des aires,
- Comprendre le principe du calcul intégral,
- Mesurer une aire sur une surface non plane,
- Mesurer directement une portion d'une carte par un logiciel.

POURQUOI CALCULER DES AIRES ?

Les mathématiciens ont cherché à mesurer les surfaces depuis l'antiquité. Comment comparer une surface d'un terrain à une autre ? Comment mesurer une surface pour l'acheter ?

Historique On s'est aperçu que les méthodes d'approximation pour mesurer les surfaces de polygones ou de courbes étaient très précises. Les mathématiciens ont cherché à trouver des formules simples pour calculer ces aires.

La plus ancienne méthode est celle de la superposition. On place une figure sur une autre et on compare les parties qui dépassent.

Comparer par superposition Pour comparer deux aires, on peut les superposer (sans déplacement) ou bien, si c'est possible, découper un des deux en plusieurs morceaux égaux à ceux de l'autre.

Une technique élémentaire de comparaison consiste à couvrir des surfaces ou des quadrillages.

LES ORIGINES AU CALCUL DES AIRES

EN COMPARANT DEUX CARRÉS

Il est possible de comparer les aires de deux carrés en les divisant en carrés plus petits.

AVANT LE MÈTRE

Avant l'invention du mètre, les mesures se faisaient en unités locales, comme le pied, la toise, le pouce, le centimètre, etc.

APRÈS LA RÉVOLUTION

L'adoption du système métrique permit une simplification et l'unification des mesures.

PAYER PAR DES CARRÉS

Cette méthode permet de payer un terrain en fonction de son aire, en le couvrant de carrés.

LES FORMULES USUELLES POUR LES FORMES POLYGONALES

Les mathématiciens ont cherché à trouver des formules simples pour calculer les aires des polygones.

MESURER LES AIRES

Le mètre est l'unité de base pour mesurer les longueurs. L'aire se mesure en mètres carrés.

L'AIRES DU DISQUE DE RAYON

On peut mesurer l'aire d'un disque en le divisant en secteurs et en les comparant à des triangles.

COMMENT ÉTABLIR DES FORMULES

Les mathématiciens ont cherché à trouver des formules simples pour calculer les aires des figures géométriques.

COMMENT CALCULER DES AIRES DE SURFACES NON PLANES ?

La méthode des indivisibles permet de calculer les aires des surfaces courbes.

MESURER LES AIRES

Le calcul des aires est une branche importante des mathématiques.

Panneau 1 : Des origines au calcul des aires

Quelles sont les questions qui ont conduit aux calculs d'aires ?

Vous pourrez expérimenter des carrelages et quadrillages pour comparer des aires sur des plans ou au sol et prendre conscience de la nécessité de définir un étalon et des sous-unités. Mais pour comparer des surfaces polygonales, les mathématiciens de l'Antiquité ont aussi eu recours à des moyens purement géométriques : rectangulations et quadratures qui vous sont expliquées.

Panneau 2 : Calculer des aires

Sous l'ancien régime, avant le mètre, il était très difficile de comparer des aires des champs. Une unité devait s'imposer, le m^2 . Mais a-t-on une bonne image mentale de ce que représente un mètre carré ? Que représente $1 dm^2$, $1 cm^2$? Expérimentez le pavage d'un m^2 ! Il est important de savoir que selon les métiers, ou bien suivant la grandeur des surfaces, on utilise d'autres unités.

Très vite on s'est aperçu qu'il était plus facile de calculer une aire par une formule : les premières formules, apparues dès l'aube des mathématiques, sont déduites de l'aire du rectangle. Les plus jeunes pourront expérimenter pour voir que l'aire du rectangle correspond bien à la largeur multipliée par la longueur et que deux rectangles de même aire n'ont pas nécessairement le même périmètre.

Une curiosité à ne pas manquer : mesurer des aires avec une planche à clous. Les élèves pourront utiliser la formule ou l'algorithme de Pick pour retrouver les formules des aires des figures usuelles.

Panneau 3 : comment établir des formules ?

S'il est facile de déterminer l'aire d'un polygone en le découpant en triangles, il est plus difficile de déterminer les aires des surfaces courbes. Comment Archimède a-t-il trouvé l'aire du disque ?

Pour déterminer des aires avec des courbes plus sophistiquées, les mathématiciens ont inventé des nouvelles méthodes, dont les indivisibles. En manipulant vous pourrez comprendre les principes de cette théorie et ses limites, mais aussi saisir ses vertus pédagogiques. Ses limites ont conduit à la théorie de l'intégration très simple à comprendre dans son principe par une animation.

Enfin comment calculer l'aire d'une surface tracée sur une surface non plane (tore, cylindre, sphère...) ? En expérimentant, vous verrez que la question devient : quels sont les solides qui ont un patron ?

Pôle 4 – Mesurer des volumes

Matériel :

- Comparaison des contenances de différents récipients et objets par remplissage ou débordement, mesure de différents récipients et objets par remplissage ou débordement,
- Un verre à graduer avec un verre unité, un verre doseur,
- Un cube d'un mètre de côté, des décimètres cubes, des centimètres cubes,
- Des cubes de différentes tailles, un jeu de mesures, une velte, un mini-stère,
- La décomposition d'un prisme en trois pyramides,
- Une géode, un cône, une sphère, un cylindre.

Animations :

- Comparer des volumes,
- Donner une image de l'ordre de grandeurs des contenances d'objets de la vie courante,
- Graduer un récipient à l'aide d'un verre unité,
- Comparer les volumes de différents objets par remplissage ou immersion,
- Mesurer le volume d'un objet par remplissage ou immersion,
- Manipuler les unités, les convertir,
- Donner une image de ce qu'est un m^3 , un dm^3 , $1 cm^3$,
- Montrer et construire des objets de différentes formes et de même volume,
- Comprendre d'où viennent les formules des solides usuels,

- Comprendre les relations liant les volumes du cylindre, de la sphère et du cylindre de même diamètre et de même hauteur.

DEPUIS LA NUIT DES TEMPS
Pour verser des liquides (lait, huile, vin...) il faut utiliser des récipients dont les contenances sont comparables. Il en était de même autrefois pour la vente en vrac des céréales et légumes secs, avant que ne se répandent les balances permettant, jour après jour, de peser. Pour cela, toutes les civilisations ont établi un système d'unités comme cela se faisait à l'époque.

REMPLEIR, TRANSVASER
C'est une technique courante de vendre de nos jours (huile, vin, bière, etc.) et de faire passer les liquides d'un récipient à un autre. Comment savoir alors si deux récipients ont des capacités différentes ?

LES LIQUIDES
Comment savoir si un récipient est 2 fois, 3 fois, 10 fois plus grand qu'un autre ? Il suffit de remplir le plus petit et de verser son contenu dans le plus grand. S'il y a de la place, il est plus grand. Le plus petit récipient est une unité pour mesurer le plus grand.

LE TITRE
En France, depuis 1795, l'unité de volume pour les liquides est le litre. C'est 1 litre qui est mesuré et non le récipient. Le litre est la contenance d'un cube de 10 cm de côté.

QUESTIONS
Q1 : Quelle est la capacité d'un litre ?
Q2 : Comment mesurer la capacité d'un récipient ?
Q3 : Comment mesurer la capacité d'un récipient ?
Q4 : Comment mesurer la capacité d'un récipient ?

MESURER AVEC DES CUBES
Comment mesurer le volume d'un objet ? On peut utiliser des cubes de même taille que l'objet. On compte le nombre de cubes qui remplissent l'objet. C'est le volume de l'objet.

LES LIQUIDES AUX SONDRES
Pour connaître le volume d'un objet plein de liquide, on peut utiliser une sonde. On mesure la hauteur du liquide dans un récipient de même diamètre que l'objet. On compare cette hauteur à la hauteur du liquide dans un récipient de même diamètre que l'objet. On obtient le volume de l'objet.

MESURER AVEC UN CUB
Mais comment faire pour connaître un objet qui n'est pas un cube ? On peut utiliser un cube de même diamètre que l'objet. On mesure la hauteur du liquide dans un récipient de même diamètre que l'objet. On compare cette hauteur à la hauteur du liquide dans un récipient de même diamètre que l'objet. On obtient le volume de l'objet.

LE METRE CUBE
Le mètre cube est l'unité de volume pour les solides. C'est un cube de 1 mètre de côté. On peut utiliser des cubes de 1 mètre de côté pour mesurer le volume d'un objet.

QUESTIONS
Q1 : Estimer le volume d'un objet plein de liquide.
Q2 : Comment mesurer le volume d'un objet plein de liquide.
Q3 : Comment mesurer le volume d'un objet plein de liquide.
Q4 : Comment mesurer le volume d'un objet plein de liquide.

LE VOLUME DU PAVÉ : UNE FORMULE EN 3 DIMENSIONS
Le pavé est un solide à six faces rectangulaires. On peut le décomposer en cubes. On mesure la longueur, la largeur et la hauteur. On multiplie ces trois dimensions pour obtenir le volume.

DU PAVÉ AU PRISME ET AU CYLINDRE
Le pavé est un prisme droit. On peut le décomposer en cubes. On mesure la longueur, la largeur et la hauteur. On multiplie ces trois dimensions pour obtenir le volume.

MESURER AVEC DES FORMULES
On peut utiliser des formules pour calculer le volume d'un objet. On mesure la longueur, la largeur et la hauteur. On multiplie ces trois dimensions pour obtenir le volume.

QUESTIONS
Q1 : Comment mesurer le volume d'un pavé ?
Q2 : Comment mesurer le volume d'un prisme ?
Q3 : Comment mesurer le volume d'un cylindre ?
Q4 : Comment mesurer le volume d'un objet ?

Panneau 1 : Mesurer les liquides

Dans ce panneau, on s'intéresse aux capacités. Pourquoi vouloir les comparer, les mesurer ? De nombreux objets de la vie quotidienne nous fournissent l'occasion de nous familiariser avec les capacités mais les formes sont trompeuses : différentes formes peuvent avoir la même capacité !

Avoir en tête un ordre de grandeur des différentes unités est fondamentale. Les élèves pourront, de manière ludique, associer des objets réels (de l'échantillon de parfum à jerrycan) dont les capacités sont données, dans différentes unités.

Autre expérience : graduer un récipient non cylindrique avec un gobelet étalon. Les graduations sont irrégulières et cela permet de questionner sur les graduations d'une velte (fournie à l'exposition).

Panneau 2 : Mesurer avec des cubes

Comment comparer les volumes de deux solides pleins : expérimenter par débordement, remplissage ou patron quand c'est possible. L'unité qui s'est imposée suite à l'adoption du mètre est le mètre cube. Mais les enfants, et les adultes, se représentent-ils bien ce qu'est un m³ ? Un cube d'un mètre de côté permet d'avoir une image mentale ainsi que des sous-unités. Combien de cm³ dans un dm³ ? Il faut les compter.

Mais le transport maritime utilise une autre unité l'EVP. Combien d'EVP pour un porte-conteneurs ? Cela fait combien de m³ ?

Même volume mais forme différente : avec 12 cubes, on peut faire de nombreux pavés et autres solides. Ils ont le même volume, mais pas les mêmes dimensions, pas la même forme. De même, il est courant de fagoter le bois en cylindres (fagoteuses) d'un mètre cube donc d'un stère. Ce cylindre a le même volume qu'un cube d'un mètre de côté. A expérimenter avec un mini-stère.

Panneau 3 : Mesurer avec des formules

Comment calculer un volume ? La formule la plus simple est celle du pavé qui est la figure fondamentale dont se déduisent toutes les formules des solides usuels. Des manipulations avec des cubes permettent de comprendre la formule.

Le découpage d'un prisme permet de comprendre les formules du prisme et du cylindre. Toutes les formules sont valables pour des solides penchés : on peut l'expliquer avec la théorie des indivisibles.

Des transvasements montrent les relations qui lient les volumes du cône, du cylindre et de la sphère ayant même diamètre et même hauteur, et permettent donc d'établir et de retenir facilement les formules de ces 3 solides. C'est un moyen mnémotechnique fort, et bien utile si on en juge par les difficultés de nos élèves à retenir correctement ces formules.

Des animations permettent de comprendre d'où viennent les formules du volume de la pyramide et de la sphère.

Pôle 5 – Mesurer le monde lointain

Matériel :

- Les 8 planètes du système solaire représentées par 8 boules qui respectent les grandeurs relatives (Neptune est 4 fois plus grande que la Terre, Vénus et la Terre sont de même taille, etc.) : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune,
- Les orbites des 8 planètes tracées (totalement ou partiellement) au sol ; les distances dans le système solaire sont représentées en minutes lumière (6 cm pour 1 minute lumière),
- Un angle de 1° tracé sur le mur sur une longueur de 9 mètres,
- Des images aimantées du Soleil, de la galaxie d'Andromède, des Pléïades, de la Lune, etc. en diamètres apparents réels
- Un parallaxemètre qui permet de mesurer une parallaxe et dans déduire une distance d'éloignement grâce à une lecture graphique
- Une représentation de l'expérience d'Aristarque en vraies distances relatives (Terre-Lune 4 cm et Terre-Soleil 4 m). La Lune sera placée au quartier
- Des pièces de 2 centimes pour mesurer des angles en $^\circ$, $'$ et $''$
- Rapporteurs (petit et grand)
- Différentes boules.

Animations :

- Comprendre les unités utilisées pour mesurer des angles (très petits) en astronomie,
- Avec le « 1° sur le mur » : se représenter et comparer des angles de différentes grandeurs : 1° , $1'$ et $1''$,
- Mesurer l'angle Lune-Terre-Soleil au quartier et calculer le rapport des distances Terre-Lune et Terre-Soleil,
- Mesurer une parallaxe et une distance d'éloignement
- Représenter le système solaire en temps réel en plaçant les 8 boules des planètes sur leurs orbites aux positions angulaires réelles du jour <http://www.astronoo.com/fr/articles/positions-des-planetes.html>
- Représenter le système solaire en minutes lumière : 6 cm au sol correspondent à 1 minute lumière,
- Déterminer les planètes qui sont observables ce soir ou demain matin et celles qui ne sont pas visibles,
- Comprendre les phases de Vénus en plaçant une ampoule à la place du Soleil et en plaçant Vénus aux 4 positions remarquables (conjonction inférieure, conjonction supérieure, aux 2 quartiers). Comprendre l'élongation maximum,
- Parcourir en binôme deux orbites à pas consécutifs et comprendre le phénomène de rétrogradation par exemple pour la Terre et Mars,

- Construire une ellipse avec la méthode du jardinier : 2 piquets fixes (les 2 foyers) et une corde plus longue que la distance entre les 2 foyers. On fixe les extrémités de la corde aux 2 foyers et on trace l'ellipse en tendant la corde avec un crayon. Tracer un cercle en plaçant les 2 foyers au même endroit (centre du cercle) pour remarquer que le cercle possède un seul centre tandis que l'ellipse possède deux foyers.

MESURER LE DIAMÈTRE DE LA LUNE
MESURER LE MONDE LOINTAIN

DISTANCE TERRE-LUNE
 On mesure la distance Terre-Lune en envoyant un rayon lumineux par un miroir placé sur la lunette sur la Lune. Connaitre le diamètre D de la lunette et mesurer le temps t de l'aller-retour du rayon lumineux vers la Lune et la Terre, on déduit la distance **Terre-Lune** $d = c \times t / 2$.

EVALUER LA DISTANCE TERRE-SOLEIL
 Aristarque estime que le Soleil est 20 fois plus loin de la Terre que la Lune. En réalité, le Soleil est 400 fois plus loin de la Terre que la Lune soit à 150 millions de km. Aristarque ignorait que la lumière a une vitesse. Cette longueur, appelée Unité Astronomique (UA), sert de référence dans le système solaire.

TERRE LUNE SOLEIL

MESURER LE DIAMÈTRE DU SOLEIL

DI 1 Connaitre le diamètre de la Terre, en deduire la distance de la Lune. Est-ce que le diamètre de la Terre est 10 fois supérieur à celui de la Lune ?

DI 2 Connaitre le diamètre de la Terre, en déduire la distance Terre-Lune. Est-ce que la distance Terre-Lune est 30 fois supérieure à celle de la Lune ?

DI 3 Le Soleil pourrait-il passer dans le tunnel de la Lune ?

DI 4 La Lune et le Soleil semblent de la même taille dans le ciel. Est-ce vraiment le cas ? Ench, comment l'explique-t-on ?

LES MODÈLES DU SYSTÈME SOLAIRE

MESURER LE MONDE LOINTAIN

LES LOIS DE KEPLER

MESURER LE SYSTÈME SOLAIRE

DI 1 La période de révolution de Pluton est 248 ans. Connaitre la distance du dernier grand ast.

DI 2 Selon votre loi de Titius-Bode, quelle est la distance de la planète X ?

$D = 0,4 + 0,3 \times 2^n$

LA PARALLAXE - MESURER DES ANGLES POUR MESURER DES DISTANCES

MESURER LE SYSTÈME SOLAIRE ET AU-DELÀ

MESURE AVEC LA LUMIÈRE PAR ÉCHO-RADAR

MESURER LE MONDE LOINTAIN

DI 1 Connaitre le diamètre de la Terre, en déduire la distance Terre-Lune. Est-ce que la distance Terre-Lune est 30 fois supérieure à celle de la Lune ?

DI 2 Connaitre le diamètre de la Terre, en déduire la distance Terre-Lune. Est-ce que la distance Terre-Lune est 30 fois supérieure à celle de la Lune ?

DI 3 Le Soleil pourrait-il passer dans le tunnel de la Lune ?

DI 4 La Lune et le Soleil semblent de la même taille dans le ciel. Est-ce vraiment le cas ? Ench, comment l'explique-t-on ?

Panneau 1 : Terre Lune Soleil

Dans l'Antiquité, on mesure le diamètre de la Lune puis la distance Terre-Lune. De même avec le Soleil. Bel exemple de calcul de distances et longueurs inaccessibles, et de l'efficacité des mathématiques. Comment les astronomes de l'Antiquité ont-ils procédé ? Vous découvrirez les résultats d'Aristarque de Samos, et pourrez calculer vous-même toutes ces grandeurs et distances. On découvre une nouvelle unité de longueur : l'UA. Expérimenter aussi pour comprendre la mesure du diamètre apparent de la Lune et du Soleil.

Panneau 2 : Mesurer le système solaire

La Terre et les planètes forment le système solaire. Décrire le déplacement des astres et des étoiles dans le ciel, prévoir leur position, connaître leur distance à la Terre ou au Soleil, pré-occupent les hommes depuis la plus haute Antiquité. Le panneau présente les deux représentations du monde qui se sont affrontées : géocentrisme et héliocentrisme. Comment est-on passé des orbites circulaires aux orbites elliptiques ? Les lois de Képler vont révolutionner la vision du système solaire et simplifier les calculs. Vous pourrez vous y essayer, et découvrir la loi de Titius-Bode qui a fascinée et troublée les scientifiques. Calculez en un clin d'œil la distance des planètes au Soleil.

Panneau 3 : Mesurer le système solaire et au-delà

Pour le très lointain, les humains ont été obligés de faire preuve d'ingéniosité pour pouvoir mesurer des distances aussi grandes. Parallaxe, petits angles, trigonométrie vous permettront de calculer la distance de la Terre aux étoiles. On découvre une nouvelle unité de longueur : le parsec. Les techniques évoluant sans cesse, comment procède-t-on actuellement ?

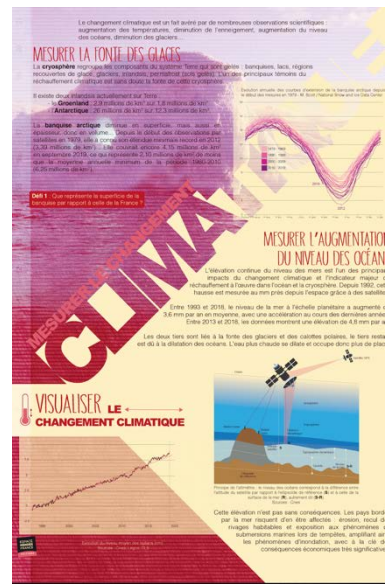
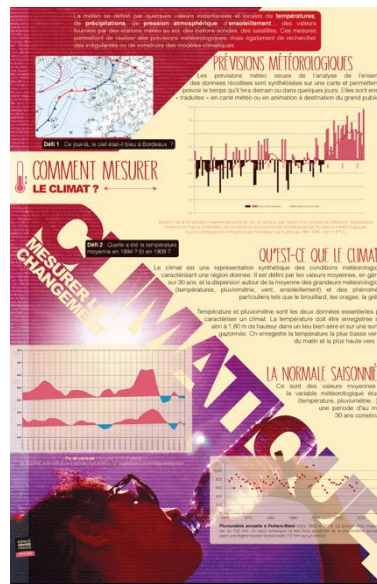
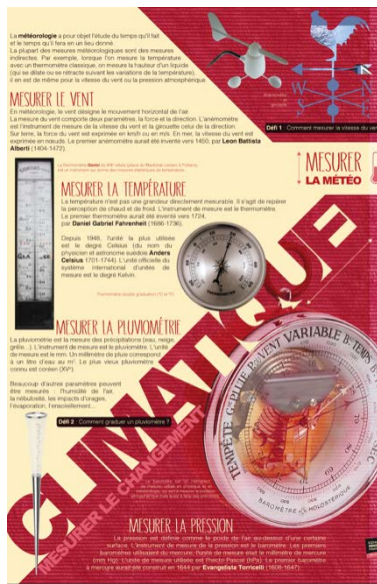
Pôle 6 – Mesurer le changement climatique

Matériel :

- Pluviomètres indiquant les quantités annuelles relevées de 2010 à 2019, ainsi que les 2 records extrêmes relevés sur la période 1975-2019.
- Maquette montrant ce que représente 5 et 10 mm de pluie au mètre carré
- 3 pluviomètres différents
- Thermomètres
- Anémomètres
- Dispositif de type Hooke

Animations :

- Visualisation de l'unité de mesure de la pluviométrie
- Construire un graphique de pluviométrie
- Construire une rose des vents
- Mesurer la vitesse du vent (dispositif expérimental et animation numérique).
- Graduer différents pluviomètres
- Convertir des degré Fahrenheit en degré Celsius
- Lecture d'une carte météo
- Lecture de graphique statistique



Panneau 1 : Mesurer la météo

Pour pouvoir parler du temps qu'il fait et le prédire, comme savent si bien le faire nos présentateurs météo, il faut s'intéresser au vent, à la température, à la pluie, à la pression. Mais comment faire de ces éléments des grandeurs que l'on puisse mesurer ? C'est ce que l'on vous propose de découvrir ici à partir de plusieurs expériences : manipulations et instruments sont au rendez-vous.

Mesurer un volume d'eau par des millimètres, cela ne vous a-t-il jamais perturbé ?

Panneau 2 : Comment mesurer le climat ?

Pour prévoir le temps qu'il fera, il faut rassembler un grand nombre de mesures dont les principales sont celles vues dans le panneau 1, et en faire une synthèse. C'est donc le lieu

des représentations diverses que l'on retrouve sur les cartes météo qu'il faut savoir lire et interpréter, voire construire.

Et pour tenter de mesurer le climat, il faut synthétiser ces données sur de longues périodes de temps à l'aide de courbes et d'histogrammes, et en calculant des valeurs moyennes, des écarts. C'est le lieu des statistiques. Vous pourrez étudier un certain nombre de résultats graphiques, et mieux comprendre sur quoi va se baser la mesure du climat.

Panneau 3 : Visualiser le changement climatique

Une façon de voir le changement climatique est de pouvoir en mesurer certains de ses effets. Le plus spectaculaire et accessible est certainement celui de la mesure de la fonte des glaces et de l'augmentation corrélative du niveau des océans.

La lecture de courbes et de schémas vous permettra de comprendre les outils de cette mesure.

Des mesures et courbes qui ne peuvent se faire sans mathématiques.