DOSSIER PEDAGOGIQUE

Exposition
Maths & mesure

du 30 janvier 2020 au 3 janvier 2021

à l'Espace Mendès France - Poitiers

ESPACE MENDÈS FRANCE

POITIERS - 05 49 50 33 08 - **emf.fr**

L'ESPACE MENDÈS FRANCE - POITIERS, UNE HISTOIRE DE MÉDIATION

L'Espace Mendès France - Poitiers doit son origine à des chercheurs de l'université de Poitiers, militants de la vulgarisation, qui, dans les années 1980, sont allés à la rencontre des habitants, dans les quartiers, pour débattre de sujets scientifiques et démontrer, « manip » à l'appui, que la science pouvait être accessible, voire réjouissante.

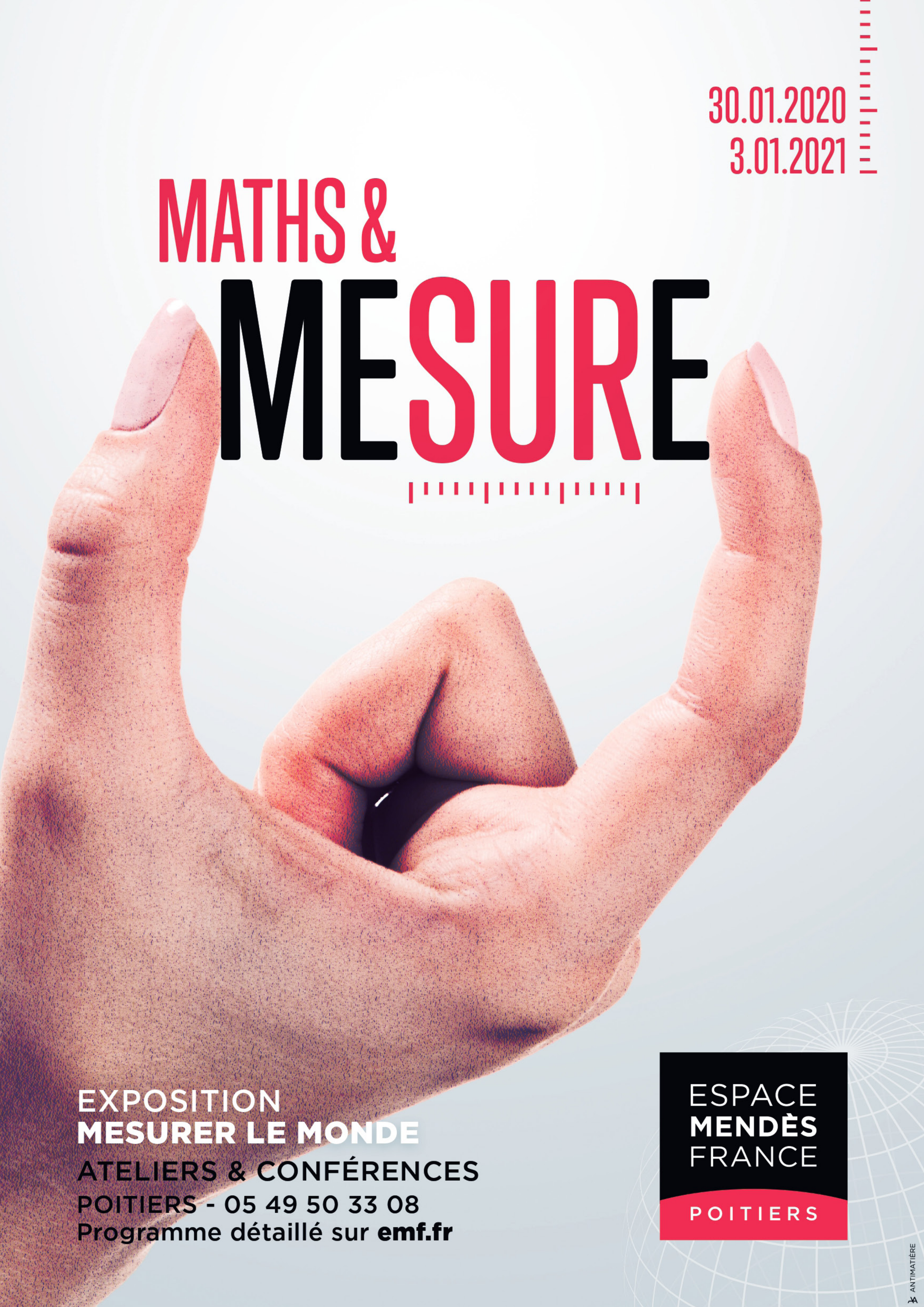
Situé au coeur de la ville, entre campus et centre-ville, le centre de culture scientifique, technique et industrielle de Poitiers, développe un large registre d'actions ouvertes à une multitude de publics. Il affiche ainsi trois missions : populariser la recherche, ses applications et ses métiers, contribuer à une éducation aux sciences renouvelée, entretenir les débats sur les enjeux sociaux et culturels.

Les actions sont menées en partenariat avec le monde de la recherche et de l'enseignement supérieur. À ce titre les relations privilégiées nouées avec l'université de Poitiers et de La Rochelle, les grands organismes de recherche, une myriade d'associations et de structures ont été un levier essentiel sur plus de 25 années de déploiement. Le soutien historique de la Ville de Poitiers, de la Communauté d'agglomération de Poitiers, de la région Nouvelle-Aquitaine et des ministères de l'éducation nationale, de la recherche et de la culture, permettent d'assurer un appui fort aux projets ainsi mis en place. Tant dans les thèmes que dans les propos tenus, c'est la diversité et le souci de contenus de qualité qui caractérise les activités du centre.

La programmation annuelle, ses déclinaisons en itinérance régionale sont autant de moments mis en œuvre pour diversifier en permanence les publics. Les thèmes retenus couvrent un large champ volontairement éclectique, de Toumaï pour l'origine de l'Homme au cerveau, de la chimie aux emblématiques mammouths, et bien d'autres. Sont également très suivies les questions touchant à la santé, à l'astronomie, aux technologies de l'information, au développement durable, à l'histoire des sciences, avec un pôle d'excellence unique en France.

Le papier n'est pas pour autant banni : les éditions Atlantique ont publié une vingtaine d'ouvrages et, chaque trimestre, quelques milliers de lecteurs attendent la parution de L'Actualité Nouvelle-Aquitaine, la revue de la recherche, de l'innovation, du patrimoine et de la création.

Ce sont ainsi 182 100 personnes touchées en 2018 (71 450 en intra-muros et 110 650 en extra-muros), dont 64 700 scolaires (soit 2100 classes). L'Espace Mendès France, association loi 1901, s'appuie sur plus de 350 bénévoles et des adhérents, particulièrement investis au sein de l'association qui bénéficie ainsi d'une réelle vie collective.


30.01.2020
3.01.2021
MATHS &
MESURE
EXPOSITION
MESURER LE MONDE
ATELIERS & CONFÉRENCES
POITIERS - 05 49 50 33 08
Programme détaillé sur emf.fr
ESPACE
MENDÈS
FRANCE
POITIERS
ANTIMATIÈRE

ESPACE MENDÈS FRANCE - POITIERS

CENTRE DE CULTURE SCIENTIFIQUE, TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE NOUVELLE-AQUITAINE

COORDINATION

Didier Moreau, directeur général de l'Espace Mendès France
didier.moreau@emf.ccsti.eu

Edith Cirot, responsable programmation et animations scientifiques
edith.cirot@emf.ccsti.eu

EQUIPE D'ANIMATION

antoine.vedel@emf.fr

cindy.binias@emf.fr

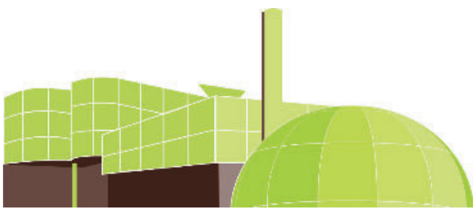
quentin.metais@emf.fr

stephanie.auvray@emf.fr

Espace Mendès France - Poitiers
Centre de culture scientifique, technique et industrielle Nouvelle-Aquitaine
1 pl de la Cathédrale CS 80964 - 86038 Poitiers cedex
Tel. 05 49 50 33 08 - Fax. 05 49 41 38 56 - emf.fr

ESPACE MENDÈS FRANCE POITIERS

Viméo : vimeo.com/emfccsti
Facebook : facebook.com/mendesfrancepoitiers
Twitter : twitter.com/emfpoitiers
Echosciences : echosciences.nouvelle-aquitaine.science
Scoop It : scoop.emf.fr



EXPOSITION « MATHS & MESURE »

Dans la continuité des expositions précédentes , 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 consta-ter que celles que nous concevons avec l'Espace Mendes-France ont un grand succès au-près 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 ap-prendre.

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 per-ception des ordres de grandeur, nous espérons montrer une autre image des mathéma-tiques 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 états … 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 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.

SOMMAIRE

PARCOURS 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 asso-ciés 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 propo-sés 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 scien-tifique 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.

Des fiches explications

Parce qu'il est difficile de tout expliquer sur les panneaux, quelques fiches explicatives vous apporteront des compléments culturels ou mathématiques.

PREPARER SA VISITE

Nous avons conçu une quarantaine de défis, de nombreuses expériences et manipulations. Il semble impossible dans un temps contraint (nous pensons particulièrement aux scolaires dont le temps d'attention est limité) de répondre de manière exhaustive à tous les défis et de faire toutes les expériences. Aussi nous incitons les visiteurs qui viennent avec des enfants à se choisir un programme de visite en fonction de ce qui leur semble le plus approprié au ni-veau de ces derniers.

Ceci nous semble essentiel pour les enseignants qui accompagneront les élèves.

Des prolongements sont possibles en classe à partir des différentes fiches.

Toutes les fiches sont disponibles sur les sites internet de l'Espace Mendes-France (emf.fr), de l'APMEP (http://apmep.poitiers.free.fr) et de l'IREM&S (irem.univ-poitiers.fr).

Description pôle par pôle

PÔLE 1 - MESURER LA TERRE

MATERIEL :

- Grande sphère pour comprendre l'expérience d'Ératosthène,
- Planisphères,
- Grand globe terrestre,
- Sphère découpée en méridien et parallèles,
- Différentes boules.

ANIMATIONS :

- Calculer le rayon de la terre comme l'a fait Ératosthène,
- Savoir comment on a découvert que la Terre était ronde,
- Se repérer sur un planisphère et le globe terrestre par latitudes et longitudes
- Repérer le plus court chemin d'un point à un autre sur Terre,
- Comprendre comment on a mesuré au XVIIIe la longueur du méridien.

PANNEAU 1 : REPRÉSENTATION DE LA TERRE DANS L'ANTIQUITÉ

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

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'Ératosthène.

PANNEAU 2 : SE RÉPERER SUR TERRE

Se repérer sur le globe terrestre est fondamental pour la navigation en mer, et depuis le 20e 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 lon-gitude, et comment se sont effectuées les mesures de méridiens à partir du XVIIe 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 LES LONGUEURS

MATERIEL :

- Outils de mesure : ficelles, bâtons, pieds étalons, coudées, mètre pliant, mètres à ru-ban, 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 Ar-chimède,
- 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 LES AIRES

MATERIEL :

- Carrés de différentes dimensions pour carreler, quadrillages sur plexiglass pour com-parer 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.

PANNEAU 1 : DES ORIGINES AU CALCUL DE 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 m2. Mais a-t-on une bonne image mentale de ce que représen-te un mètre carré ? Que représente 1 dm2, 1 cm2 ? Expérimentez le pavage d'un m2 ! Il est important de savoir que selon les métiers, ou bien suivant la grandeur des surfaces, on uti-lise d'autres unités.

Très vite on s'est aperçu qu'il était plus facile de calculer une aire par une formule : les pre-mières formules, apparues dès l'aube des mathématiques, sont déduites de l'aire du rec-tangle. 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 diffi-cile 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 in-venté des nouvelles méthodes, dont les indivisibles. En manipulant vous pourrez com-prendre les principes de cette théorie et ses limites, mais aussi saisir ses vertus pédago-giques. 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

MATERIEL :

- Comparaison des contenances de différents récipients et objets par remplissage ou débordement, mesure de différents récipients et objets par remplissage ou déborde-ment,
- 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 cou-rante,
- 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 m3, un dm3, 1 cm3,
- 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.

PANNEAU 1 : MESURER DES 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 pour-ront, de manière ludique, associer des objets réels (de l'échantillon de parfum au jerrycan) dont les capacités sont données, dans différentes unités.

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

PANNEAU 2 : MESURER 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 py-ramide et de la sphère.

PÔLE 5 - MESURER LE MONDE LOINTAIN

MATERIEL :

- 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 représenter en minutes lumière (6 cm pour 1 minute lu-mière),
- 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 °,' et ''

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 au 4 positions remarquables (conjonction inférieure, conjonction supé-rieure, 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.

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. Expérimen-ter 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 repré-sentations du monde qui se sont affrontées : géocentrisme et héliocentrisme. Comment est-on passé des orbes 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 décou-vrir 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 permet-tront de calculer la distance de la Terre aux étoiles. On découvre une nouvelle unité de lon-gueur : le parsec. Les techniques évoluant sans cesse, comment procède-t-on actuellement ?

PÔLE 6 - MESURER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

MATERIEL :

- 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 présen-tateurs 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 instru-ments 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.

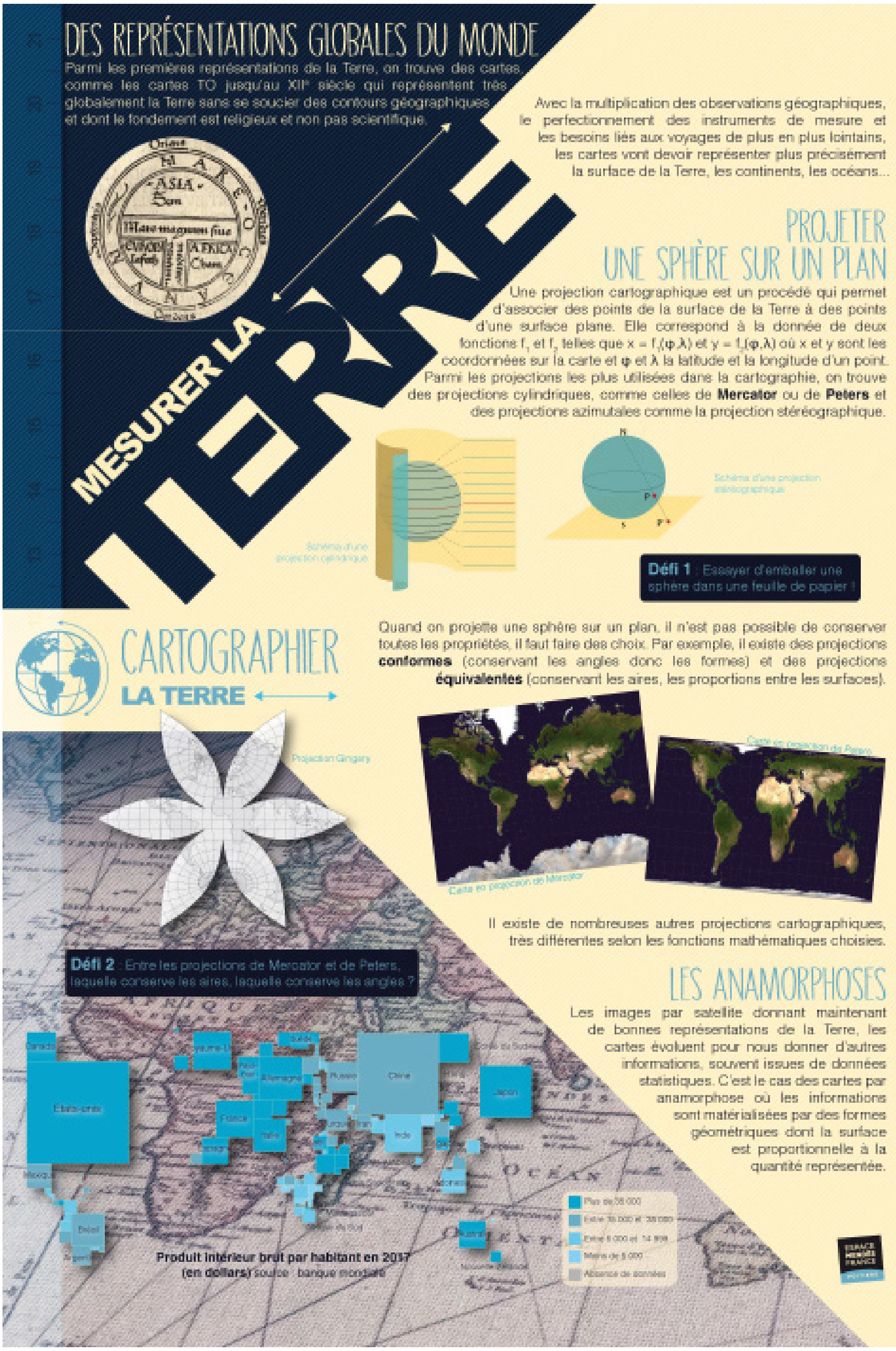
Et pour tenter de mesurer le climat, il faut synthétiser ces données sur de longues périodes de temps à l'aide de courbes et d'histogrammes, et en calculant des valeurs moyennes, des écarts. C'est le lieu des statistiques. Vous pourrez étudier un certain nombre de résultats graphiques, et mieux comprendre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

PANNEAU 3 : VISUALISER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

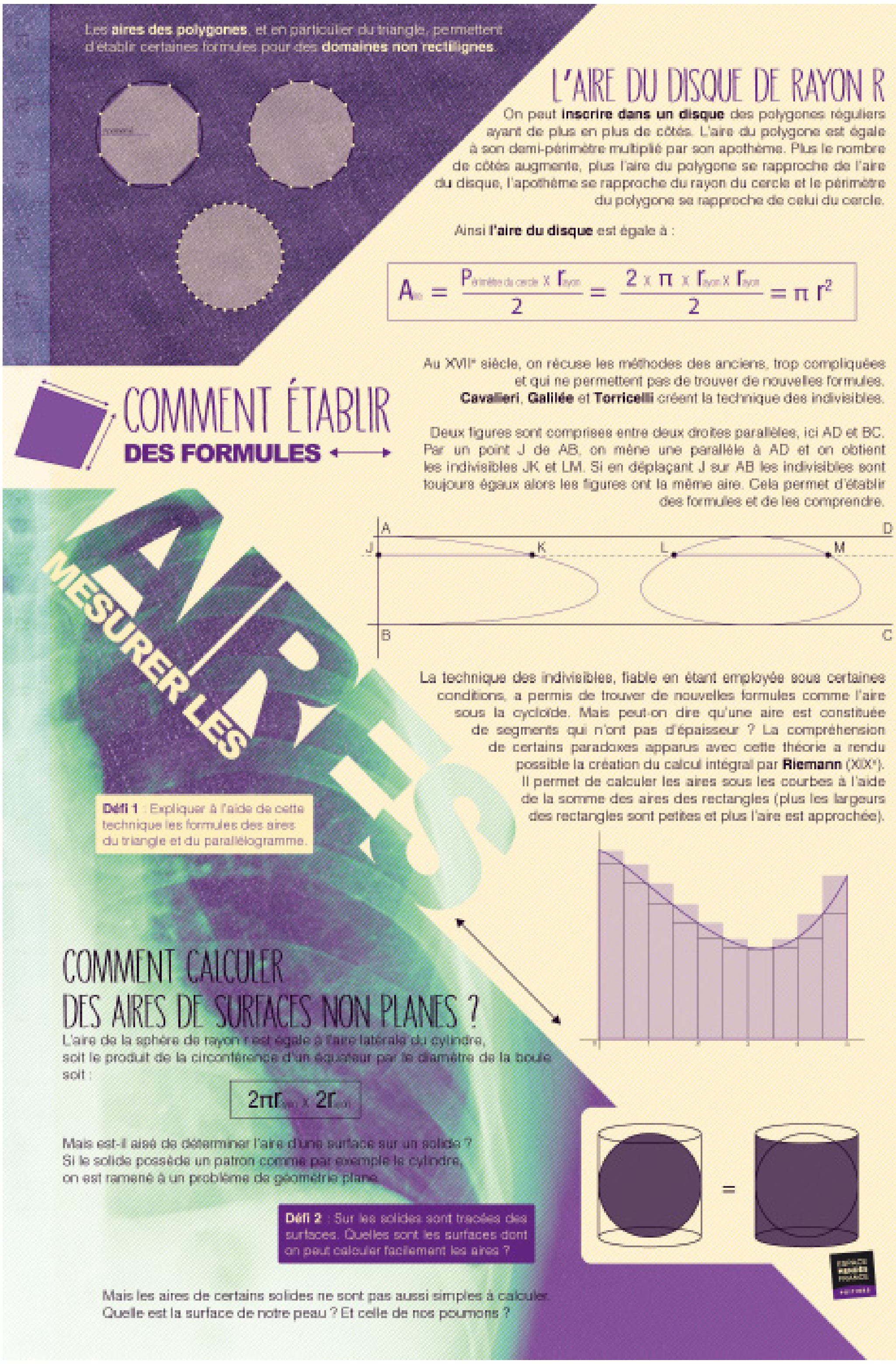
Une façon de voir le changement climatique est de pouvoir en mesurer certains de ses effets. Le plus spectaculaire et accessible est certainement celui de la mesure de la fonte des glaces et de l'augmentation corrélative du niveau des océans.

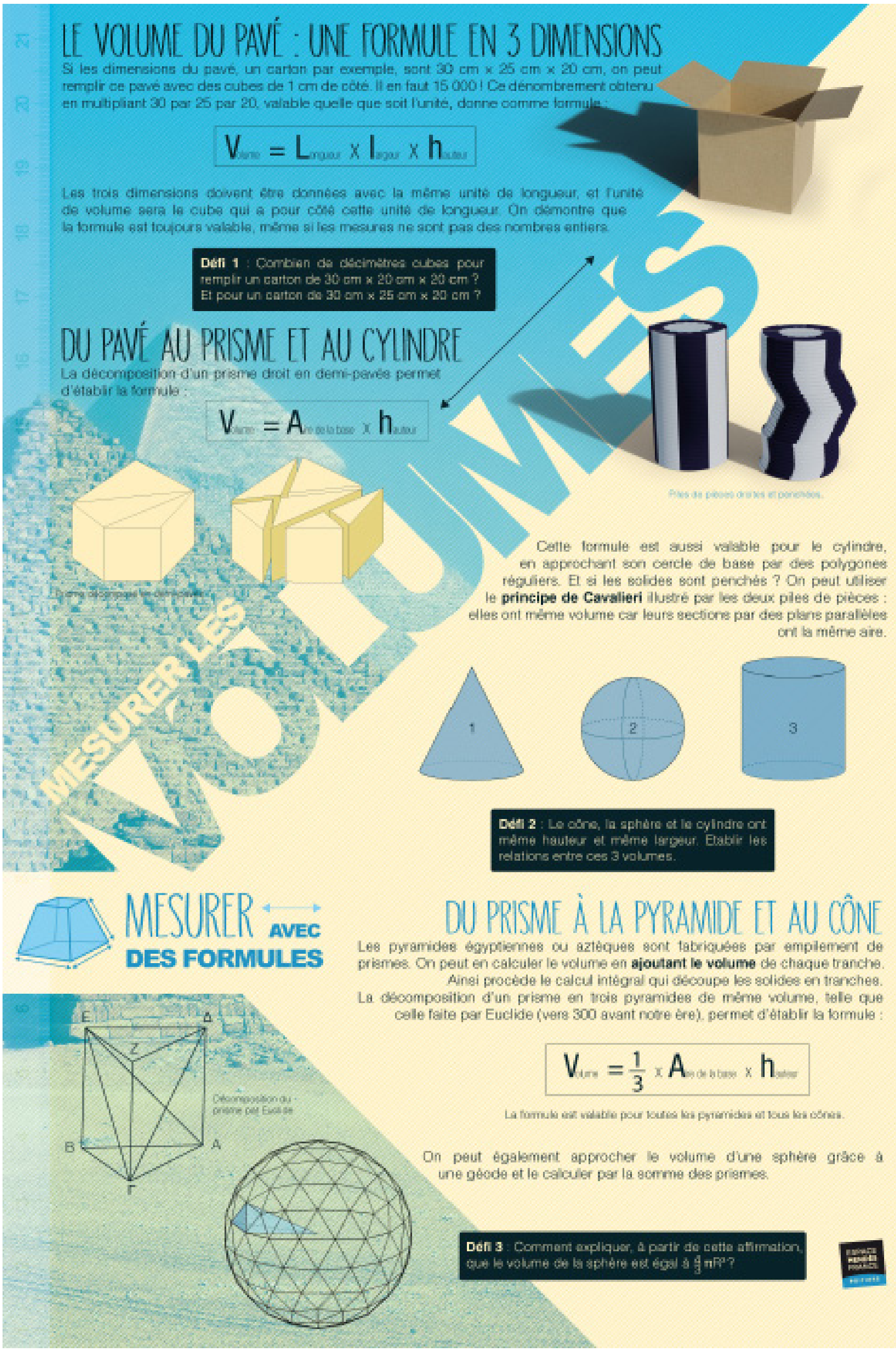
La lecture de courbes et de schémas vous permettra de comprendre les outils de cette me-sure.

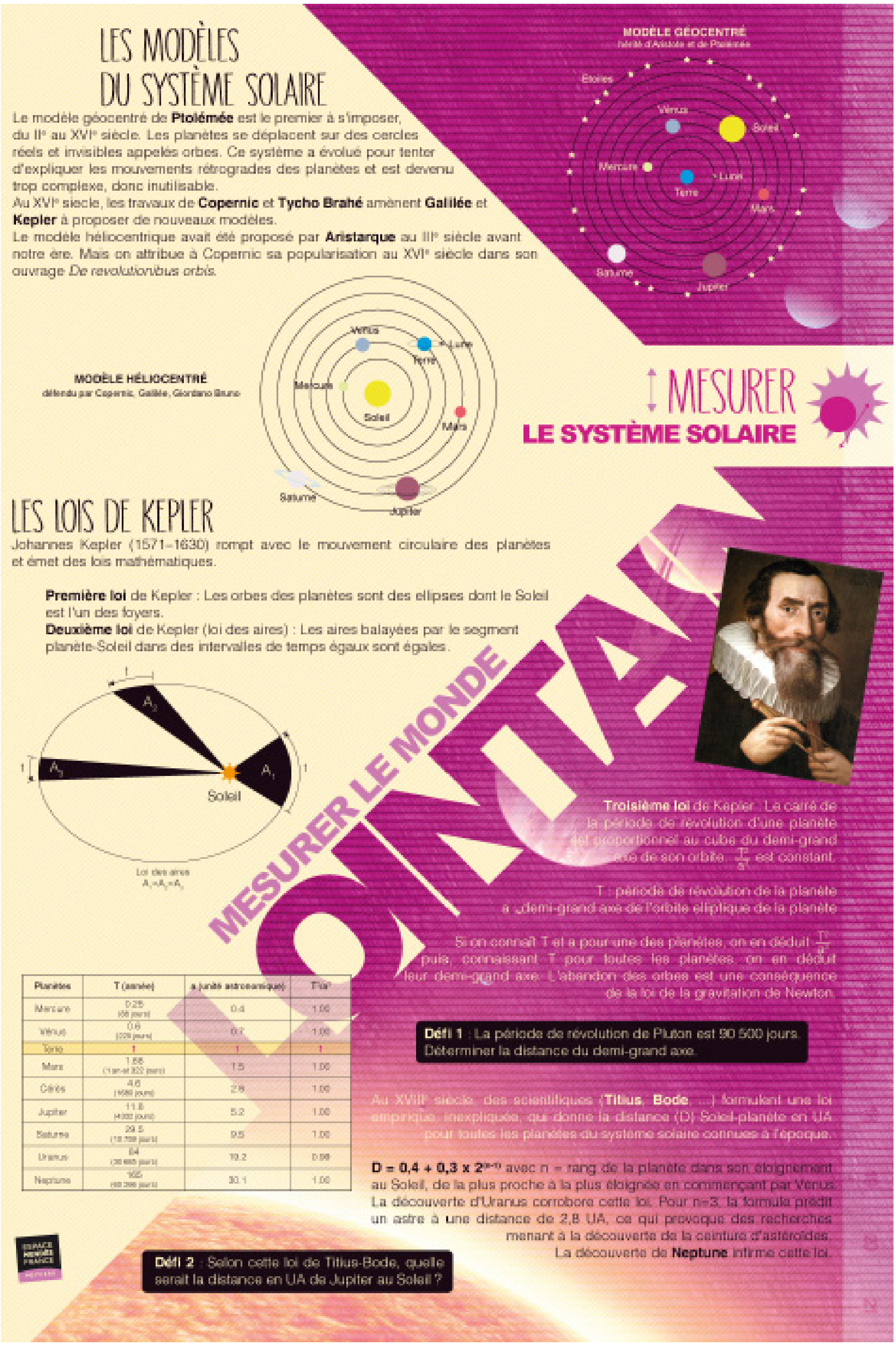
Des mesures et courbes qui ne peuvent se faire sans mathématiques.

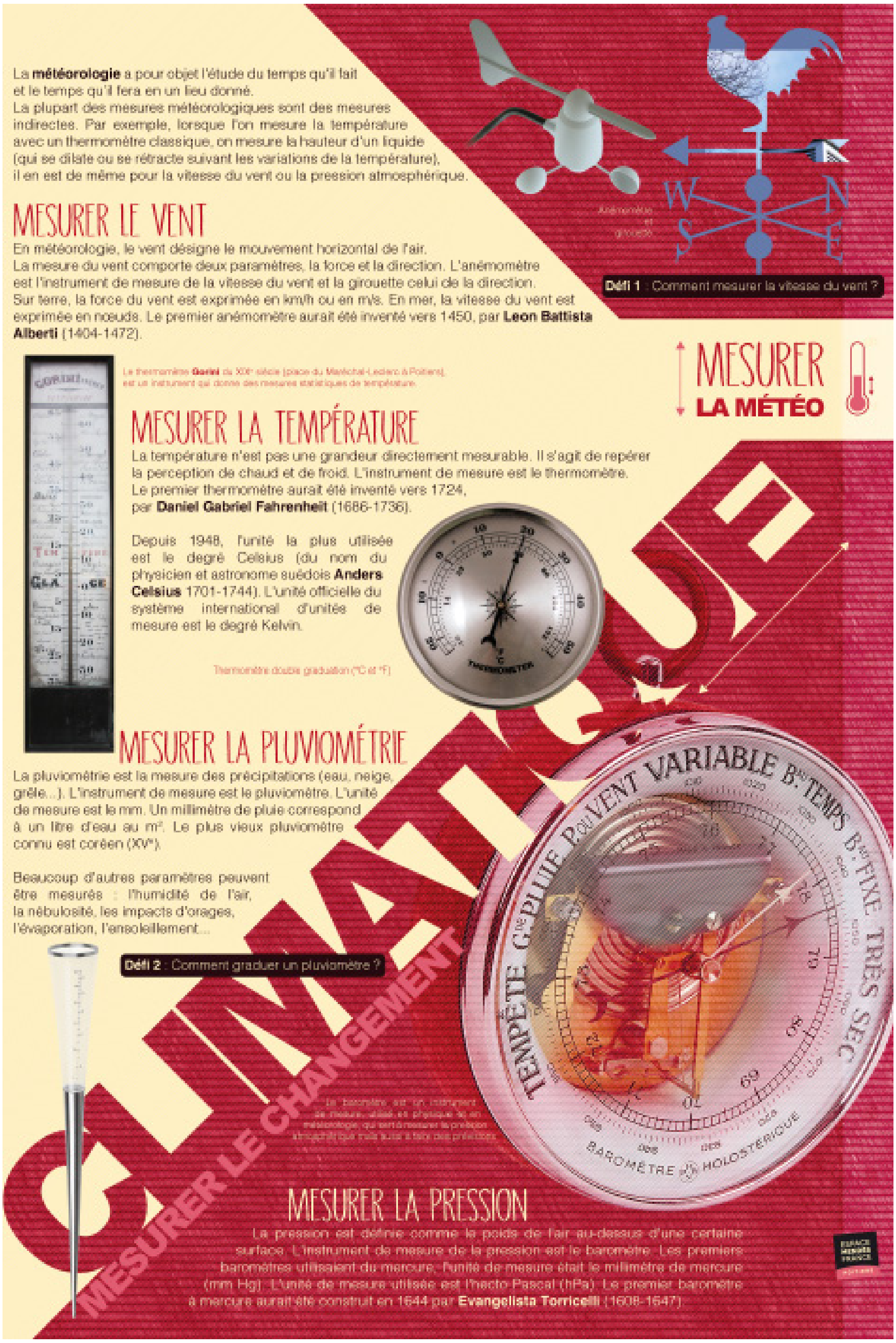

DES REPRÉSENTATIONS GLOBALES DU MONDE
Parmi les premières représentations de la Terre, on trouve des cartes comme les cartes TO jusqu'au XIIe siècle qui représentent très globalement la Terre sans se soucier des contours géographiques et dont le fondement est religieux et non pas scientifique.
MESURER LA TERRE
Avec la multiplication des observations géographiques, le perfectionnement des instruments de mesure et les besoins liés aux voyages de plus en plus lointains, les cartes vont devoir représenter plus précisément la surface de la Terre, les continents, les océans...
PROJETER UNE SPHÈRE SUR UN PLAN
Une projection cartographique est un procédé qui permet d'associer des points de la surface de la Terre à des points d'une surface plane. Elle correspond à la donnée de deux fonctions f1 et f2 telles que x = f1(φ,λ) et y = f2(φ,λ) où x et y sont les coordonnées sur la carte et φ et λ la latitude et la longitude d'un point. Parmi les projections les plus utilisées dans la cartographie, on trouve des projections cylindriques, comme celles de Mercator ou de Peters et des projections azimutales comme la projection stéréographique.
Schéma d'une projection cylindrique
Schéma d'une projection stéréographique
Défi 1 : Essayer d'emballer une sphère dans une feuille de papier !
CARTOGRAPHIER LA TERRE
Quand on projette une sphère sur un plan, il n'est pas possible de conserver toutes les propriétés, il faut faire des choix. Par exemple, il existe des projections conformes (conservant les angles donc les formes) et des projections équivalentes (conservant les aires, les proportions entre les surfaces).
Projection Gingery
Carte en projection de Mercator
Carte en projection de Peters
Il existe de nombreuses autres projections cartographiques, très différentes selon les fonctions mathématiques choisies.
Défi 2 : Entre les projections de Mercator et de Peters, laquelle conserve les aires, laquelle conserve les angles ?
LES ANAMORPHOSES
Les images par satellite donnant maintenant de bonnes représentations de la Terre, les cartes évoluent pour nous donner d'autres informations, souvent issues de données statistiques. C'est le cas des cartes par anamorphose où les informations sont matérialisées par des formes géométriques dont la surface est proportionnelle à la quantité représentée.
Produit intérieur brut par habitant en 2017 (en dollars) source : banque mondiale


LA PARTIE DE BOULES
Dans la vie quotidienne on n'a pas toujours un mètre sur soi. Alors comment comparer des distances ? Dans cette partie de boules, quelles boules sont le plus près du but (cochonnet) ? Cela peut se voir à l'oeil nu, mais il peut y avoir doute. Alors comment faire ? Les joueurs professionnels utilisent un crayon à longueur variable, un compas…
Défi 1 : En utilisant un crayon, un morceau de bois, une ficelle, vos doigts, votre main, votre pied, désigner la boule gagnante.
LE CORPS
1ÈRE RESSOURCE POUR MESURER
LE PIED DE ROI
Chacun, avec une partie de son corps, peut mesurer des longueurs. Choisissons des longueurs au sol : distance entre deux piliers, tour d'un pilier, d'une table, longueur d'un tapis… Et mesurons ces longueurs en comptant le nombre de pieds qu'il nous a fallu mettre bout à bout. Trouverons-nous tous la même mesure ?
Comparons les diverses longueurs. Trouverons-nous tous le même ordre ? Et si on prenait un robot ?
Pour les besoins de la vie en société, il faut utiliser le même pied, par exemple si nous voulons vendre ou acheter une longueur de tissu. Mais lequel ? Chaque civilisation, chaque pays, parfois chaque région a défini un pied étalon : pied égyptien, pied romain, et en France le pied de roi. Pour ce dernier, il pourrait s'agir de la longueur du pied de Charlemagne ! Le pied s'utilise toujours au Royaume-Uni et dans les pays anglo-saxons, ainsi que dans les avions pour mesurer l'altitude, et en nautisme pour la longueur des voiliers.
Pour mesurer une longueur, il faut choisir une longueur comme unité, et compter le nombre d'unités que contient la longueur.
MESURER LES LONGUEURS
Défi 2 : En utilisant votre bras, votre main, vos doigts, trouver combien une coudée fait de paumes et combien une paume fait de doigts ?
Paume
Empan
Coudée
LA COUDÉE ÉGYPTIENNE ET LA PIGE DES BÂTISSEURS
Si nous mesurons la longueur d'une table avec une coudée, il y des chances qu'il reste un bout de longueur à mesurer. Il faut alors utiliser une unité plus petite la paume, puis pour ce qu'il reste, une unité encore plus petite le doigt, puis des fractions du doigt. Pour faciliter le travail de mesure, toutes ces unités sont gravées sur la coudée.
Pour avoir une mesure plus précise, on partage l'unité en sous unités (unités plus petites).
Pouce
Paume
Palme
Empan
Pied
La pige des bâtisseurs
Coudée
Palme
Empan
Paume
Pied
Défi 3 : Est-il vrai que les divers segments du pentagone régulier représentent toutes les unités de la pige, et qu'on passe de l'une à l'autre en multipliant ou divisant par le nombre d'or ?


Les aires des polygones, et en particulier du triangle, permettent d'établir certaines formules pour des domaines non rectilignes.
L'AIRE DU DISQUE DE RAYON R
On peut inscrire dans un disque des polygones réguliers ayant de plus en plus de côtés. L'aire du polygone est égale à son demi-périmètre multiplié par son apothème. Plus le nombre de côtés augmente, plus l'aire du polygone se rapproche de l'aire du disque, l'apothème se rapproche du rayon du cercle et le périmètre du polygone se rapproche de celui du cercle.
Ainsi l'aire du disque est égale à :
$A = \frac{P_{\text{périmètre du cercle}} \times r_{\text{rayon}}}{2} = \frac{2 \times \pi \times r_{\text{rayon}} \times r_{\text{rayon}}}{2} = \pi r^2$
COMMENT ÉTABLIR
DES FORMULES
Au XVII^e siècle, on récuse les méthodes des anciens, trop compliquées et qui ne permettent pas de trouver de nouvelles formules. Cavalieri, Galilée et Torricelli créent la technique des indivisibles.
Deux figures sont comprises entre deux droites parallèles, ici AD et BC. Par un point J de AB, on mène une parallèle à AD et on obtient les indivisibles JK et LM. Si en déplaçant J sur AB les indivisibles sont toujours égaux alors les figures ont la même aire. Cela permet d'établir des formules et de les comprendre.
A
D
J
K
L
M
B
C
MESURER LES
AIRES
La technique des indivisibles, fiable en étant employée sous certaines conditions, a permis de trouver de nouvelles formules comme l'aire sous la cycloïde. Mais peut-on dire qu'une aire est constituée de segments qui n'ont pas d'épaisseur ? La compréhension de certains paradoxes apparus avec cette théorie a rendu possible la création du calcul intégral par Riemann (XIX^e). Il permet de calculer les aires sous les courbes à l'aide de la somme des aires des rectangles (plus les largeurs des rectangles sont petites et plus l'aire est approchée).
Défi 1 : Expliquer à l'aide de cette technique les formules des aires du triangle et du parallélogramme.
COMMENT CALCULER
DES AIRES DE SURFACES NON PLANES ?
L'aire de la sphère de rayon r est égale à l'aire latérale du cylindre, soit le produit de la circonférence d'un équateur par le diamètre de la boule soit :
$2\pi r \times 2r$
Mais est-il aisé de déterminer l'aire d'une surface sur un solide ? Si le solide possède un patron comme par exemple le cylindre, on est ramené à un problème de géométrie plane.
Défi 2 : Sur les solides sont tracées des surfaces. Quelles sont les surfaces dont on peut calculer facilement les aires ?
=
Mais les aires de certains solides ne sont pas aussi simples à calculer. Quelle est la surface de notre peau ? Et celle de nos poumons ?


LE VOLUME DU PAVÉ : UNE FORMULE EN 3 DIMENSIONS
Si les dimensions du pavé, un carton par exemple, sont 30 cm x 25 cm x 20 cm, on peut remplir ce pavé avec des cubes de 1 cm de côté. Il en faut 15 000 ! Ce dénombrement obtenu en multipliant 30 par 25 par 20, valable quelle que soit l'unité, donne comme formule :
$V_{volume} = L_{longueur} \times l_{largeur} \times h_{hauteur}$
Les trois dimensions doivent être données avec la même unité de longueur, et l'unité de volume sera le cube qui a pour côté cette unité de longueur. On démontre que la formule est toujours valable, même si les mesures ne sont pas des nombres entiers.
Défi 1 : Combien de décimètres cubes pour remplir un carton de 30 cm x 20 cm x 20 cm ? Et pour un carton de 30 cm x 25 cm x 20 cm ?
DU PAVÉ AU PRISME ET AU CYLINDRE
La décomposition d'un prisme droit en demi-pavés permet d'établir la formule :
$V_{volume} = A_{aire\ de\ la\ base} \times h_{hauteur}$
Piles de pièces droites et penchées.
Cette formule est aussi valable pour le cylindre, en approchant son cercle de base par des polygones réguliers. Et si les solides sont penchés ? On peut utiliser le **principe de Cavalieri** illustré par les deux piles de pièces : elles ont même volume car leurs sections par des plans parallèles ont la même aire.
MESURER LES VOLUMES
1
2
3
Défi 2 : Le cône, la sphère et le cylindre ont même hauteur et même largeur. Etablir les relations entre ces 3 volumes.
MESURER AVEC DES FORMULES
DU PRISME À LA PYRAMIDE ET AU CÔNE
Les pyramides égyptiennes ou aztèques sont fabriquées par empilement de prismes. On peut en calculer le volume en **ajoutant le volume** de chaque tranche. Ainsi procède le calcul intégral qui découpe les solides en tranches.
La décomposition d'un prisme en trois pyramides de même volume, telle que celle faite par Euclide (vers 300 avant notre ère), permet d'établir la formule :
$V_{volume} = \frac{1}{3} \times A_{aire\ de\ la\ base} \times h_{hauteur}$
La formule est valable pour toutes les pyramides et tous les cônes.
E
Δ
Z
B
A
Γ
On peut également approcher le volume d'une sphère grâce à une géode et le calculer par la somme des prismes.
Défi 3 : Comment expliquer, à partir de cette affirmation, que le volume de la sphère est égal à $\frac{4}{3}\pi R^3$?


LES MODÈLES DU SYSTÈME SOLAIRE
Le modèle géocentré de Ptolémée est le premier à s'imposer, du IIe au XVIe siècle. Les planètes se déplacent sur des cercles réels et invisibles appelés orbes. Ce système a évolué pour tenter d'expliquer les mouvements rétrogrades des planètes et est devenu trop complexe, donc inutilisable.
Au XVIe siecle, les travaux de Copernic et Tycho Brahé amènent Galilée et Kepler à proposer de nouveaux modèles.
Le modèle héliocentrique avait été proposé par Aristarque au IIIe siècle avant notre ère. Mais on attribue à Copernic sa popularisation au XVIe siècle dans son ouvrage De revolutionibus orbis.
MODÈLE GÉOCENTRÉ
héritė d'Aristote et de Ptolémée
Étoiles
Vénus
Soleil
Mercure
Lune
Terre
Mars
Saturne
Jupiter
MODÈLE HÉLIOCENTRÉ
défendu par Copernic, Galilée, Giordano Bruno
Vénus
Lune
Terre
Mercure
Soleil
Mars
Saturne
Jupiter
MESURER LE SYSTÈME SOLAIRE
LES LOIS DE KEPLER
Johannes Kepler (1571-1630) rompt avec le mouvement circulaire des planètes et émet des lois mathématiques.
Première loi de Kepler : Les orbes des planètes sont des ellipses dont le Soleil est l'un des foyers.
Deuxième loi de Kepler (loi des aires) : Les aires balayées par le segment planète-Soleil dans des intervalles de temps égaux sont égales.
A_2
A_3
A_1
Soleil
Loi des aires
$A_1=A_2=A_3$
MESURER LE MONDE
LOINTAIN
Troisième loi de Kepler : Le carré de la période de révolution d'une planète est proportionnel au cube du demi-grand axe de son orbite. $\frac{T^2}{a^3}$ est constant.
T : période de révolution de la planète
a : demi-grand axe de l'orbite elliptique de la planète
Si on connaît T et a pour une des planètes, on en déduit $\frac{T^2}{a^3}$ puis, connaissant T pour toutes les planètes, on en déduit leur demi-grand axe. L'abandon des orbes est une conséquence de la loi de la gravitation de Newton.
Planètes | T (année) | a (unité astronomique) | T^2/a^3
Mercure | 0.25 | 0.4 | 1.00
Vénus | 0.6 | 0.7 | 1.00
Terre | 1 | 1 | 1
Mars | 1.88 (1 an et 322 jours) | 1.5 | 1.00
Cérès | 4.6 (1680 jours) | 2.8 | 1.00
Jupiter | 11.8 (4332 jours) | 5.2 | 1.00
Saturne | 29.5 (10 759 jours) | 9.5 | 1.00
Uranus | 84 | 19.2 | 0.99
Neptune | 165 | 30.1 | 1.00
Défi 1 : La période de révolution de Pluton est 90 500 jours. Déterminer la distance du demi-grand axe.
Au XVIIIe siècle, des scientifiques (Titius, Bode, ...) formulent une loi empirique, inexpliquée, qui donne la distance (D) Soleil-planète en UA pour toutes les planètes du système solaire connues à l'époque.
$D = 0,4 + 0,3 \times 2^{(n-1)}$ avec n = rang de la planète dans son éloignement au Soleil, de la plus proche à la plus éloignée en commençant par Vénus. La découverte d'Uranus corrobore cette loi. Pour n=3, la formule prédit un astre à une distance de 2,8 UA, ce qui provoque des recherches menant à la découverte de la ceinture d'astéroïdes. La découverte de Neptune infirme cette loi.
Défi 2 : Selon cette loi de Titius-Bode, quelle serait la distance en UA de Jupiter au Soleil ?


La **météorologie** a pour objet l'étude du temps qu'il fait et le temps qu'il fera en un lieu donné.
La plupart des mesures météorologiques sont des mesures indirectes. Par exemple, lorsque l'on mesure la température avec un thermomètre classique, on mesure la hauteur d'un liquide (qui se dilate ou se rétracte suivant les variations de la température), il en est de même pour la vitesse du vent ou la pression atmosphérique.
MESURER LE VENT
En météorologie, le vent désigne le mouvement horizontal de l'air.
La mesure du vent comporte deux paramètres, la force et la direction. L'anémomètre est l'instrument de mesure de la vitesse du vent et la girouette celui de la direction.
Sur terre, la force du vent est exprimée en km/h ou en m/s. En mer, la vitesse du vent est exprimée en nœuds. Le premier anémomètre aurait été inventé vers 1450, par **Leon Battista Alberti** (1404-1472).
Anémomètre et girouette
W N S E
Défi 1 : Comment mesurer la vitesse du vent ?
MESURER LA MÉTÉO
Le thermomètre **Gorini** du XIXe siècle (place du Maréchal-Leclerc à Poitiers), est un instrument qui donne des mesures statistiques de température.
MESURER LA TEMPÉRATURE
La température n'est pas une grandeur directement mesurable. Il s'agit de repérer la perception de chaud et de froid. L'instrument de mesure est le thermomètre.
Le premier thermomètre aurait été inventé vers 1724, par **Daniel Gabriel Fahrenheit** (1686-1736).
Depuis 1948, l'unité la plus utilisée est le degré Celsius (du nom du physicien et astronome suédois **Anders Celsius** 1701-1744). L'unité officielle du système international d'unités de mesure est le degré Kelvin.
Thermomètre double graduation (°C et °F)
THERMOMETER
MESURER LA PLUVIOMÉTRIE
La pluviométrie est la mesure des précipitations (eau, neige, grêle...). L'instrument de mesure est le pluviomètre. L'unité de mesure est le mm. Un millimètre de pluie correspond à un litre d'eau au m². Le plus vieux pluviomètre connu est coréen (XVe).
Beaucoup d'autres paramètres peuvent être mesurés : l'humidité de l'air, la nébulosité, les impacts d'orages, l'évaporation, l'ensoleillement...
Défi 2 : Comment graduer un pluviomètre ?
CLIMATIQUE
MESURER LE CHANGEMENT
TEMPÊTE G^DE PLUIE PLUIE OU VENT VARIABLE B^AU TEMPS B^AU FIXE TRÈS SEC
BAROMÈTRE HOLOSTÉRIQUE
Le baromètre est un instrument de mesure, utilisé en physique et en météorologie, qui sert à mesurer la pression atmosphérique mais aussi à faire des prévisions.
MESURER LA PRESSION
La pression est définie comme le poids de l'air au-dessus d'une certaine surface. L'instrument de mesure de la pression est le baromètre. Les premiers baromètres utilisaient du mercure, l'unité de mesure était le millimètre de mercure (mm Hg). L'unité de mesure utilisée est l'hecto Pascal (hPa). Le premier baromètre à mercure aurait été construit en 1644 par **Evangelista Torricelli** (1608-1647).

INFORMATIONS PRATIQUES

Horaires d'accueil à l'exposition

INDIVIDUELS

Visite du mardi au dimanche de 14h à 18h (sauf jours de fermeture exceptionnelle). Dernier départ pour une visite à 17h. Présence continue d'un animateur ou d'une animatrice.

GROUPES

Sur réservation, du mardi au vendredi de 9h à 17h, les samedis et dimanches de 14h à 17h.

TARIFS

Plein tarif : 6 € // Tarif réduit : 3,50 € ou 4 € // Tarifs spéciaux pour les groupes.

LANGUE DES SIGNES

Pour une visite de groupe en langue des signes française, réservation auprès d'Inter'Signes à intersignes86@gmail.com

Horaires d'ouverture du centre

L'Espace Mendès France est ouvert au public du mardi au dimanche, fermeture les lundis, les dimanches d'été et certains jours fériés.

HORAIRES

Le centre est ouvert du mardi au vendredi de 9h à 18h30 ; samedis, dimanches (sauf les dimanches de juillet et août) et certains jours fériés de 14h à 18h30. Fermeture les 1er, 8, 21 et 31 mai ; 14 juillet et 15 août 2020.

PROGRAMMATION À VENIR

En complément de l'exposition

MESURER LA DISTANCE DES ÉTOILES : DE L'ANTIQUITÉ AU XXI^E^ SIÈCLE

MERCREDI 29 JANVIER - 20H30

Conférence de Jean-Pierre Maillard, directeur de recherche émérite au CNRS, Institut d'astrophysique de Paris.

Tous publics. Accès libre.

LA STUPÉFIANTE GÉOGRAPHIE DU PHYSICIEN MAXWELL

JEUDI 16 AVRIL - 20H30

Conférence de Damien Gayet, philosophe et mathématicien, professeur, université Joseph Fourier Grenoble 1.

Tous publics. Accès libre.

VISITE DE L'EXPOSITION « MATHS & MESURE » POUR LES PETITS DE 3 À 6 ANS

JEUDIS 27 FÉVRIER ; 5 MARS ; 23 ET 30 AVRIL - 10H

Tarif : 4 €.

DEFI			
Représentation et mesure de la Terre dans l'Antiquité	Défi 1	A partir du cycle 3	Avec animateur ou en autonomie

Les bateaux à l'horizon

Matériel

L'illustration du panneau 1 (ci-dessus).

Consigne

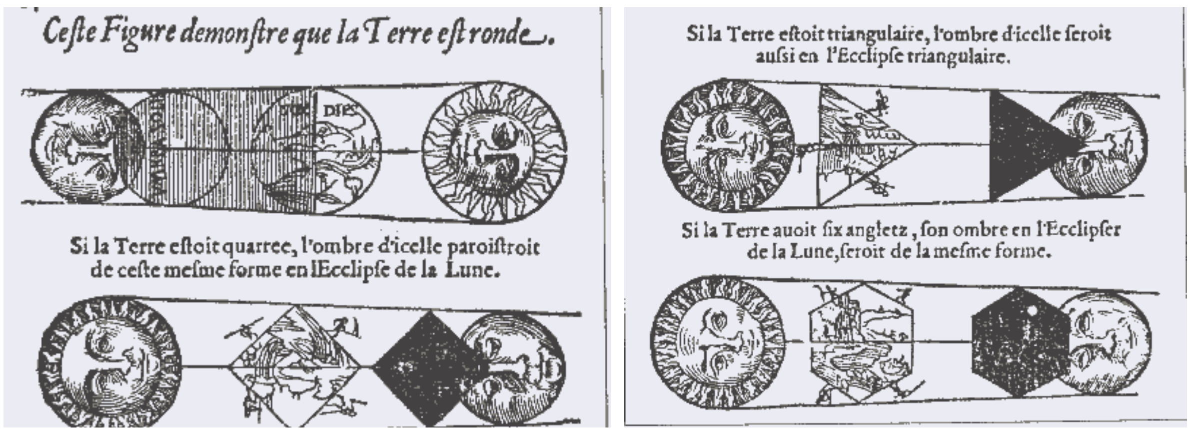
On observe un bateau qui disparaît à l'horizon.

1) Comment le verrait-on disparaître si la terre était plate ?

2) Comment le voit-on disparaître de notre vue ?

Complément

Un texte d'Apian (16e siècle)



DEFI			
Représentation et mesure de la Terre dans l'Antiquité	Défi 2	A partir du cycle 3	Avec animateur ou en autonomie

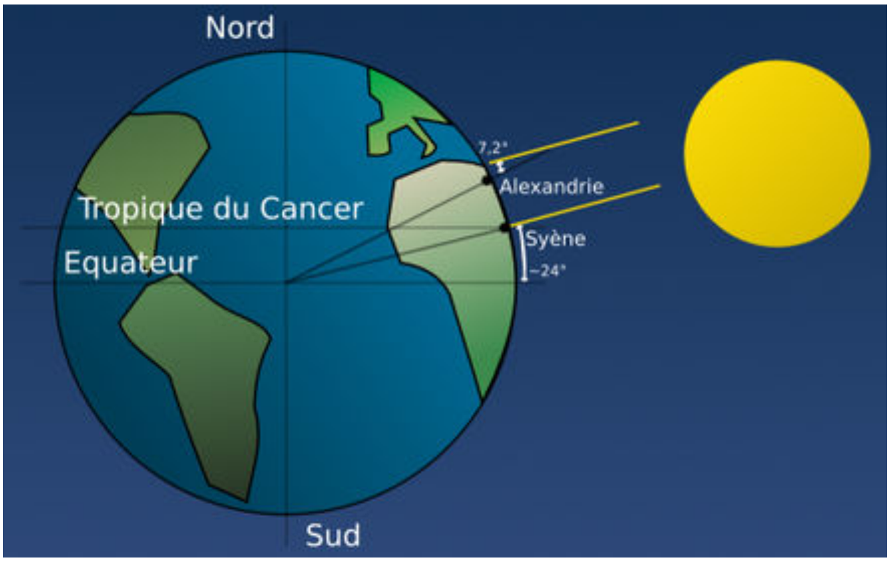
La mesure d'Eratosthène

Matériel

Maquette + texte et illustration du panneau.

Eratosthène mesure l'angle fait par l'ombre d'un gnomon à Alexandrie, au moment même où le soleil est à la verticale à Syène (actuellement Assouan). Cet angle correspond à l'angle que feraient au centre de la Terre les prolongements des gnomons d'Alexandrie et de Syène.

Eratosthène le mesure sur un scaphé (type de cadran solaire) comme un cinquantième d'un cercle entier. Connaissant la distance de 5 000 stades (le stade est une ancienne unité de longueur qui vaut environ 157,5 m) entre Syène et Alexandrie, il déduit la mesure de la circonférence de la Terre.



Consigne

Calculer le rayon de la Terre en km, qui correspondrait à la mesure de la circonférence déterminée par Eratosthène.

Prolongement (à partir du cycle 4)

La mesure actuelle du rayon de la Terre est estimée à environ 6 400 km.
Calculer le pourcentage d'erreur de la valeur d'Eratosthène par rapport à la valeur actuelle.

EXPLICATION	
Représentation et mesure de la Terre dans l'Antiquité	**La mesure d'Eratosthène**

Extrait du De motu de Cléomède (Ier siècle) dans la traduction de R. Goulet (1980)
Revue Histoire des sciences, 1982, 35-2

Qu'il soit admis pour nous, premièrement que Syène et Alexandrie sont établies sous le méridien, deuxièmement que la distance entre les deux cités est de 5 000 stades, troisièmement que les rayons envoyés de différents endroits du Soleil sur différents endroits de la Terre sont parallèles ; en effet, les géomètres supposent qu'il en est ainsi. Quatrièmement que ceci soit admis comme démontré auprès des géomètres, que les droites sécantes des parallèles forment des angles alternes égaux, cinquièmement que les arcs de cercle qui reposent sur des angles égaux sont semblables, c'est à dire qu'ils ont la même similitude et le même rapport relativement aux cercles correspondants, ceci étant démontré aussi chez les géomètres. Lorsqu'en effet les arcs de cercle reposent sur des angles égaux, quel que soit l'un (d'entre eux) s'il est la dixième partie de son propre cercle, tous les autres seront les dixièmes parties de leurs propres cercles.

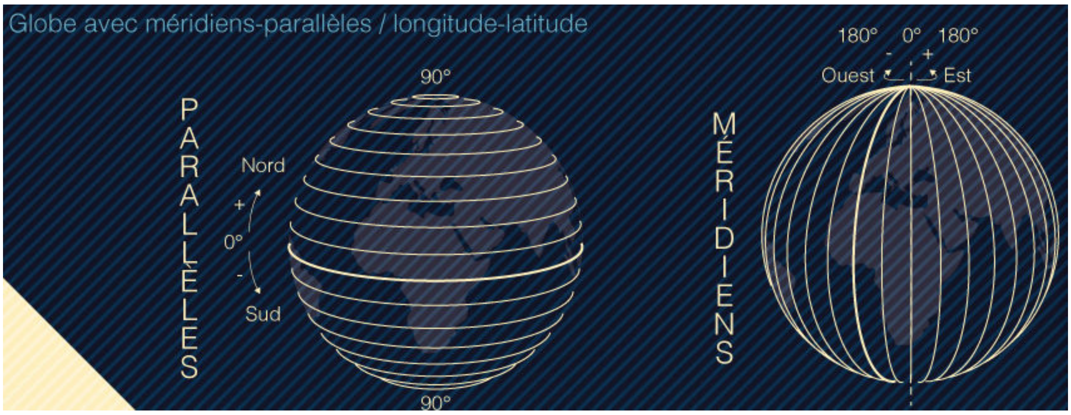
Celui qui pourrait se prévaloir de ces faits comprendrait sans difficulté le cheminement d'Ératosthène qui tient en ceci : il affirme que Syène et Alexandrie se tiennent sous le même méridien (…). Il dit aussi, et il en est ainsi, que Syène est située sous le tropique de l'été. À cet endroit, au solstice d'été, lorsque le Soleil est au milieu du ciel, les gnomons des cadrans solaires concaves sont nécessairement sans ombres, le Soleil se situant exactement à la verticale (…). À Alexandrie à cette heure-là, les gnomons des cadrans solaires projettent une ombre, puisque cette ville est située davantage vers le nord que Syène (…).

Si nous nous représentons des droites passant par la Terre à partir de chacun des gnomons, elles se rejoindront au centre de la Terre. Lorsque donc le cadran solaire de Syène est à la verticale sous le soleil, si nous imaginons une ligne droite venant du Soleil jusqu'au sommet du gnomon du cadran, il en résultera une ligne droite venant du Soleil jusqu'au centre de la Terre. Si nous imaginons une autre ligne droite à partir de l'extrémité de l'ombre du gnomon et reliant le sommet du gnomon du cadran d'Alexandrie au Soleil, cette dernière ligne et la ligne qui précède seront parallèles, reliant différents points du Soleil à différents points de la Terre. Sur ces droites donc, qui sont parallèles, tombe une droite qui va du centre de la Terre jusqu'au gnomon d'Alexandrie, de manière à créer des angles alternes égaux; l'un d'eux se situe au centre de la Terre à l'intersection des lignes droites qui ont été tirées des cadrans solaires jusqu'au centre de la Terre, l'autre se trouve à l'intersection du sommet du gnomon d'Alexandrie et de la droite tirée de l'extrémité de son ombre jusqu'au Soleil, à son point de contact avec le gnomon. Et sur cet angle s'appuie l'arc de cercle qui fait le tour de la pointe de l'ombre du gnomon jusqu'à sa base tandis que celui qui est proche du centre de la Terre s'appuie l'arc qui va de Syène à Alexandrie. Ces arcs de cercle sont donc semblables l'un à l'autre en s'appuyant sur des côtés égaux. Le rapport qu'a l'arc du cadran avec son propre cercle, l'arc qui va de Syène à Alexandrie a ce rapport aussi.

Mais on trouve que l'arc du cadran est la cinquantième partie de son propre cercle. Il faut donc nécessairement que la distance qui va de Syène à Alexandrie soit la cinquantième partie du plus grand cercle de la Terre. Et elle est de 5 000 stades. Le cercle dans sa totalité fait donc 250 000 stades. Voilà la méthode d'Ératosthène.

DEFI			
Se repérer sur Terre	Défi 1	A partir du cycle 3	Avec animateur ou en autonomie

Se repérer avec la longitude et la latitude



Matériel
Planisphère ou globe terrestre.

Consigne
Quelle ville est à la latitude 40,7° N - longitude – 74° O ?

DEFI			
Se repérer sur Terre	Défi 2	A partir du cycle 3	Avec animateur ou en autonomie

Les horloges

Consigne

Pourquoi les pendules à balancier ne convenaient pas pour conserver l'heure lors des grands voyages ?

EXPLICATION	
Se repérer sur Terre	**Comment déterminer la longitude ?**

Si la latitude est facile à obtenir par des visées astronomiques, la longitude nécessite de conserver l'heure du lieu d'où on est parti.

Explication et exemple extraits d'un diaporama du CLEA (Comité de Liaison Enseignants et Astronomes) http://clea-astro.eu/lunap/Coordonnees

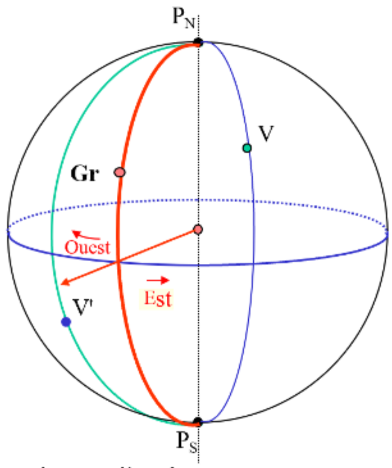
Comment mesurer la longitude d'un lieu ?

Soit la Terre, l'équateur, l'axe des pôles, le méridien de Greenwich (Gr) , les méridiens passant par les villes V et V' .

Un jour donné, le Soleil va passer dans le plan du méridien de V (ce sera alors localement le midi solaire), puis il passera dans le plan méridien de Greenwich et enfin dans celui de V'.

Supposons qu' un voyageur quitte Greenwich en emportant l'heure solaire du lieu. Arrivé dans une ville, il attend que le Soleil passe dans le plan méridien du lieu et relève l'heure à sa montre (heure de Greenwich).

Si le Soleil passe dans le plan méridien de la ville avant midi, cela signifie que le voyageur se trouve à l'Est de Greenwich ; s'il est plus de midi, il est à l'Ouest.



S'il est 13h à la montre, cela signifie que le voyageur a parcouru un vingt quatrième de tour vers l'Ouest, soit 360/24 = 15°. Sa longitude est de + 15° ou 15° Ouest.

Quelle est la longitude de la ville si le Soleil passe dans le plan méridien de celle-ci à 2h 26min 42s (heure solaire emportée depuis Greenwich)?

Il est donc passé 9h 33min 18s (9,555h) avant son passage dans le plan méridien de Greenwich. ?

La longitude est donc de 15x9,555 = 143,3° Est.

Remarque : la mesure est possible à condition de pouvoir emporter l'heure.

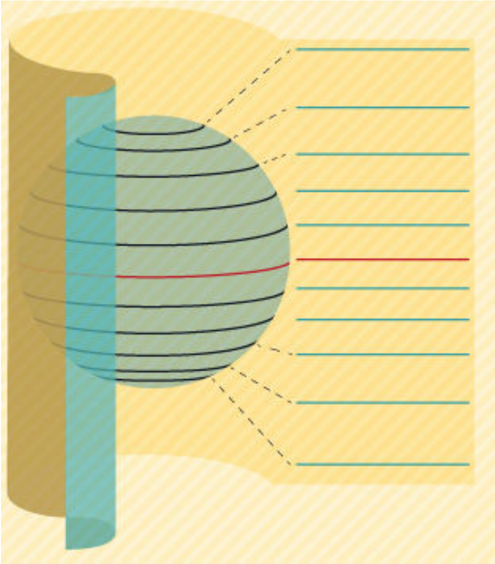
A partir du XVI^{e} siècle, les grandes puissances européennes offrent des récompenses à qui trouvera un moyen de percer ce qu'on appelle le « secret des longitudes ». Les savants de l'époque participent à cette recherche scientifique dont les enjeux économiques et politiques sont majeurs (d'où une forte implication des états).

« S'y mêlent en effet considérations stratégiques et géopolitiques, développement d'une instrumentation adaptée, soutien financier de l'État et course entre puissances. Le problème des longitudes – connaître la longitude d'un observateur, qu'il soit sur mer ou sur terre – n'est pas qu'un enjeu abstrait, mais intéresse les autorités, prêtes à récompenser l'auteur d'une solution véritable. Les plus grands noms de la science classique – Stevin, Galilée, Huygens – y vont de leurs propositions, lesquelles ne sont toutefois pas satisfaisantes jusqu'au perfectionnement de l'horloge marine par John Harrison au XVIIIe siècle. […]

Pour des questions géostratégiques, les grandes puissances du temps sont intéressées à la résolution du problème des longitudes. Au XVe siècle et pendant les premières décennies du XVIe siècle, le Portugal et

DEFI			
Cartographier la Terre	**Défi 1**	**A partir de la maternelle**	**Avec animateur ou en autonomie**

Emballer une sphère



Matériel

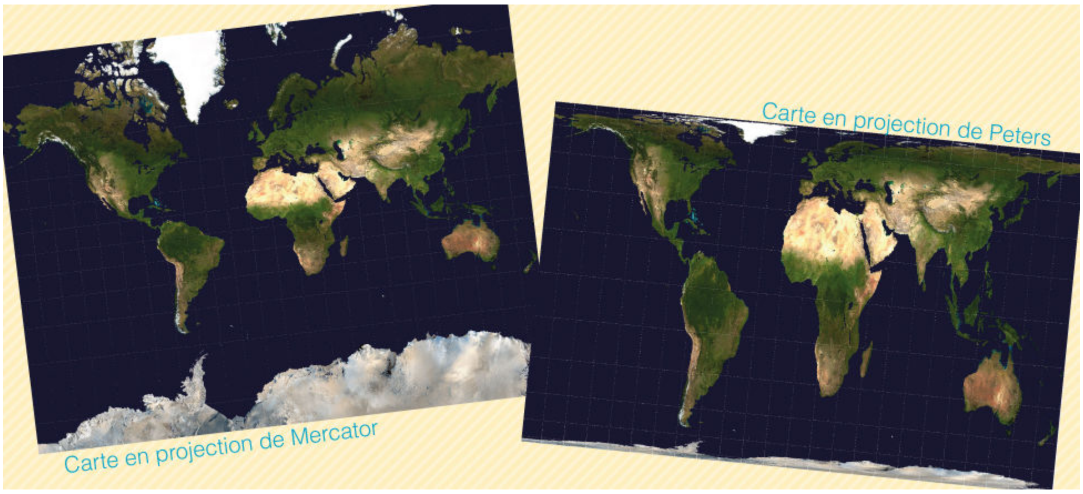
Une sphère (boule en polystyrène) et une feuille de papier

Consigne

Essayer d'emballer une sphère dans une feuille de papier.

DEFI			
Cartographier la Terre	**Défi 2**	**A partir du cycle 3**	**Avec animateur ou en autonomie**

Projection conforme ou équivalente ?



Matériel

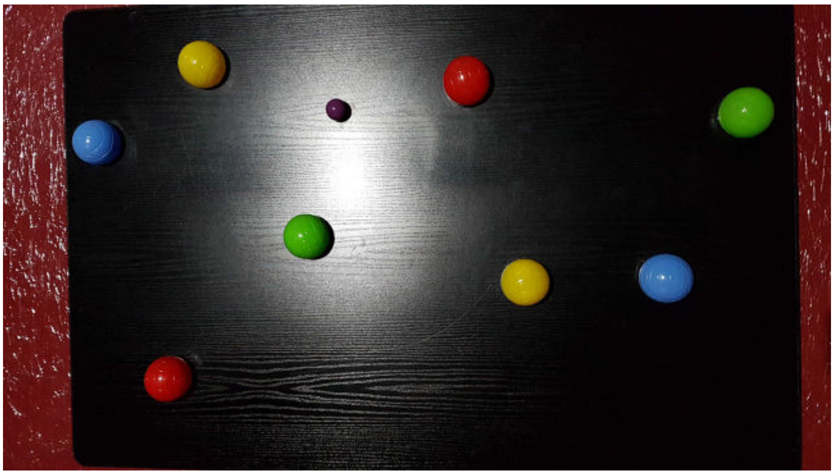
Des planisphères, les cartes reproduites sur le panneau 3, le globe terrestre.
Les définitions sur le panneau 3 :
Quand on projette une sphère sur un plan, il n'est pas possible de conserver toutes les propriétés, il faut faire des choix. Par exemple, il existe des projections « conformes » (elles conservent les angles donc les formes) et des projections « équivalentes » (elles conservent les aires, les proportions entre les surfaces).

Consigne

Parmi les projections de Mercator et de Peters, laquelle conserve les aires, laquelle conserve les angles ?

DEFI			
Le corps, première ressource pour mesurer	Défi 1	A partir de la maternelle	Avec animateur

La partie de boules



Matériel

- Jeu de boules en plastique disposées sur un tapis,
- crayons, bouts de bois, ficelle,
- boite d'instruments de mesure du bouliste.

Consigne

En utilisant un crayon, un morceau de bois, une ficelle, vos doigts, votre main, votre pied, désigner la boule gagnante.

Déroulement

1er temps : utiliser un crayon, un morceau de bois, une ficelle, un lacet (comparaison directe sans mesure).
2e temps : utiliser des parties de son corps (amorce de mesure).
3e temps : utiliser des instruments de bouliste (le compas comme instrument de report de longueur).
Remarque : comme sur la photo, on peut avoir une boule dont on peut dire qu'elle est gagnante rien qu'à la vue (savoir mesurer à la vue est important). On enlève alors la boule gagnante et on arbitre les autres pour lesquelles la vue ne suffit pas (désaccord entre les joueurs). On peut ensuite enlever les boules proches, et arbitrer des boules assez loin du cochonnet, car, en général, c'est plus difficile à voir, et l'utilisation de la main (empan), ou du pied, est une méthode couramment utilisée.

Objectif

Comparer des longueurs de différentes façons, avec différents instruments.

DEFI			
Le corps, première ressource pour mesurer	Défi 2	A partir de la maternelle	Avec animateur

La coudée égyptienne (la division de la coudée)

Consignes

1. Trouver le nombre de paumes dans une coudée, puis de doigts.
2. Mesurer des longueurs avec une coudée.

Matériel

- Tableau blanc de 65 cm x 20 cm et des feutres effaçables à sec.
- Petite coudée égyptienne (coudée étalon) : 10 exemplaires fait avec des baguettes de bois ou de plastique de la longueur de la petite coudée, soit 45 cm, avec les 6 paumes, chacune de 7,5 cm, et une paume avec les 4 doigts (en divisant la paume en 2 puis en 2).
- Un plus : le fac-simile de la coudée

Déroulement

1er temps : sur le tableau blanc, le visiteur pose son avant bras, on marque sa coudée, il reporte sa paume sur sa coudée (on marque à chaque fois). On vérifie que le report se fait 6 fois. Donc 6 paumes dans une coudée. La paume correspondant à 4 doigts, la coudée naturelle fait 24 doigts et la royale (une paume de plus) 28 doigts. On vérifie en regardant l'image de la coudée royale sur l'affiche, ou sur les exemplaires fabriqués, ou sur le fac-simile.

2^{e} temps : on mesure les dimensions d'un objet à choisir (par exemple une table, le tableau blanc) avec une coudée étalon. On voit la nécessité d'utiliser les sous unités : paumes, puis doigts.

On énonce ou on note les dimensions en coudées, paumes, doigts.

Avec les coudées étalons on trouve tous la même mesure pour une même longueur.

Remarques

1) Pour mesurer avec la coudée étalon on peut se mettre à deux ou trois. Pendant que certains mesurent avec la coudée étalon, les autres peuvent mesurer avec leur propre coudée (leur avant bras, puis leur paume, puis leurs doigts).

On note les mesures et on constate qu'elles sont bien identiques quand on utilise la coudée étalon.

2) L'observation de l'image de la coudée royale sur l'affiche, ou au dos de cette fiche, montre qu'après le doigt, les Égyptiens utilisaient des fractions du doigt (de ½ à 1/16).

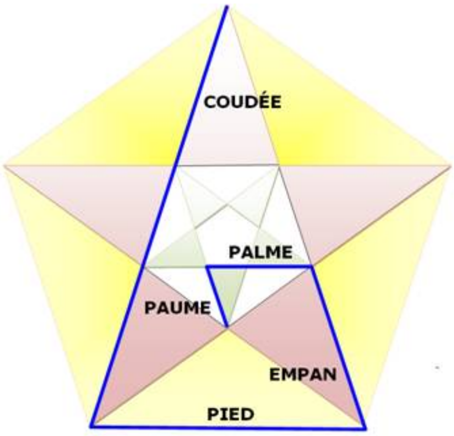
Objectif

Utiliser un instrument de mesure non usuel : comprendre comment il est fabriqué, et découvrir la nécessité des sous unités pour faire des mesures.

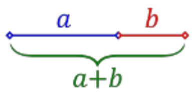
DEFI			
Le corps, première ressource pour mesurer	Défi 3	A partir du lycée	En autonomie

Unités corporelles, pentagone et nombre d'or

Matériel



Les unités de la pige
Ce sont des unités du Moyen Age, mais dont les valeurs ont été légèrement modifiées (sauf pour le pied = 144 lignes) pour que la pige ait des propriétés facilitant les calculs des bâtisseurs.
Le lien entre les 5 unités est : empan = paume + palme, pied = palme + empan, coudée = empan + pied. La paume = 34 lignes (au lieu de 36).
Le nombre d'or : ▯ ou ▯
Valeur numérique = $\frac{1+\sqrt{5}}{2}$
Rapport de la diagonale du pentagone régulier à son côté.
Rapport de 2 longueurs a et b (a>b) en extrême et moyenne raison, c'est à dire : $\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a}$



Consigne

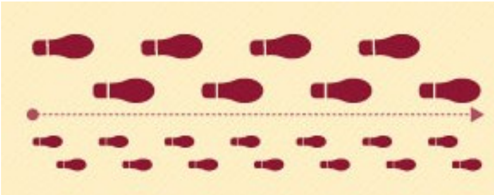
Est-il vrai que les divers segments du pentagone régulier représentent toutes les unités de la pige, et qu'on passe de l'une à l'autre en multipliant ou divisant par le nombre d'or ?

Compléments

1) ***Autres noms de la pige*** : canne royale, quine
2) ***Liens usuels entre les mesures liées au corps***
1 paume = 4 doigts = 3 pouces ; 1 pied = 12 pouces ; 1 coudée = 6 paumes.
Chez les Romains : palmus minor = 4 doigts et palmus major = 12 doigts = 9 pouces ;
palmus major (ou palma) c'est la longueur de la main, triple de sa largeur (palmus minor).
Au 18^{e} siècle, l'empan est donné comme synonyme de palme, valant la longueur de la main.

EXPERIENCE			
Le corps, première ressource pour mesurer	Expérience 1	A partir de la maternelle	Avec animateur

Le pied de roi (mesurer avec des pieds)




Objectifs

Mesurer et comparer des longueurs avec des pieds différents (dès la maternelle). Notion d'étalon de mesure. Même chose avec les autres parties du corps.

Matériel

- Pied de roi (32,5 cm) : une dizaine (baguettes en bois ou plastique taillées à la dimension)
- Pied anglais, foot (30,5 cm) : une dizaine (idem, avec une couleur différente, ou des règles anglaises)
- Pied romain (29,5 cm): 5 (idem)
- Pied bourguignon (33 cm) : 5 (idem)
- Robot thymio : 1 ou 2

Consigne

Choisir une longueur à mesurer (autour de 2 m pour les maternelles, plus grande sinon).

Pour la maternelle : Avec quelle partie du corps peut-on mesurer cette longueur ? réponses possibles : mains, pieds, bras, pouces… peut-être auront-ils l'idée de s'allonger…
Puis la mesurer en utilisant son pied, sa main, son bras,… en pas avec les pieds, les doigts… : indiquer le nombre de pieds, de mains, de bras trouvés (sur un papier, l'adulte référent de l'atelier peut consigner les mesures trouvées par les enfants). Comparer les nombres trouvés.

Déroulement

1^er^ temps : choisir des longueurs au sol dans la salle (segment droit, ligne courbe, contour fermé polygonal ou circulaire, …), et les mesurer avec une partie de son corps, par exemple en mettant ses pieds bout à bout. Faire les mesures à plusieurs : enfants, adultes, *et pour les primaires*, un (ou deux) robot thymio (on utilise des robots thymio qui à chaque tour de roue -c'est le *pied* du robot- font un petit bruit, et on compte le nombre de bruits). Chacun note le nombre de pieds qu'il a trouvé.
Puis, ensemble comparer les mesures pour une même longueur (le nombre de pieds que chacun a fait, et celui du robot).
Constat : avec des pieds différents on obtient des nombres, donc des mesures, différents (c'est ce que montre l'illustration du panneau : 8 pieds d'adulte pour 14 pieds d'enfant).

DEFI			
La révolution du mètre	Défis 1 & 2	A partir du cycle 3	Avec animateur en cycle 3 ou en autonomie

La définition du mètre

Matériel

Texte et illustration du panneau 2.
Définition du mètre : dix millionième partie de la distance du pôle à l'équateur (quart de la circonférence terrestre).

Consignes

Défi 1
Quelle est la longueur en mètres d'un grand cercle de la Terre, méridien ou équateur ? Et en kilomètres ? Et la distance du pôle Nord au pôle Sud ?

Défi 2 (à partir du cycle 4)
La valeur du quart de méridien, prise pour base en 1793, est de 5 132 430 toises. Combien le mètre de 1793 valait-il de toises ? De pieds ? De lignes ?

DEFI			
La révolution du mètre	Défi 3	A partir du cycle 2	Avec animateur ou en autonomie

Mesurer avec le bon instrument (le mètre et ses sous unités)

Objectifs

Savoir que les hommes ont inventé divers instruments pour mesurer les longueurs en fonction de leurs besoins, de la forme et de la longueur des objets à mesurer.
Apprendre à observer un instrument de mesure, et à l'utiliser.

Consigne

Avec l'instrument approprié, mesurer la longueur de la salle, le diamètre d'un pilier, celui d'une pièce de monnaie…

Matériel

- Divers instruments de mesure des longueurs : mètre de classe, double-décimètre, mètre ruban, mètre de couturière, double-mètre pliant, mètre étalon pour les tissus, pied à coulisse, chaine d'arpenteur …
- Feuilles de papiers, crayons.
- tuyaux

Déroulement

1^er^ temps : choisir des longueurs à mesurer (longueur de la salle, de votre pied, largeur d'un doigt, d'un empan, d'un pas, des dimensions d'une table, d'un livre ou d'une fiche, circonférence et diamètre d'un pilier, longueur et diamètre d'un morceau de bois, d'un tuyau, d'un cylindre, hauteur d'une personne, tour de taille, de poitrine, de hanches, tenon et mortaise…).
2^e^ temps : choisir un instrument adapté pour la mesure à faire, observer les graduations, identifier les unités.
(Pour l'utilisation du pied à coulisse, voir la fiche ***Explication*** du pôle 2, ayant pour thème : *le pied à coulisse*, et pour la mesure d'un tenon et d'une mortaise, voir au dos).
3^e^ temps : effectuer la mesure, et noter la chose mesurée et sa mesure sur une feuille.
4^e^ temps : lecture critique des résultats inscrits sur la feuille (ordre de grandeur, écriture de la mesure, de l'unité …).
Remarque : en CP, on privilégiera la mesure en cm, et l'utilisation du mètre comme un étalon (mètre pliant, mètre de couturière), comme on l'a fait avec le pied ou la coudée. On pourra faire repérer les nombres figurant sur les graduations des instruments, et essayer de trouver à quelle unité (mètre ou centimètre) ils correspondent.

EXPLICATION	
La révolution du mètre	Le pied à coulisse

Mesurer avec un pied à coulisse




Pourquoi ?

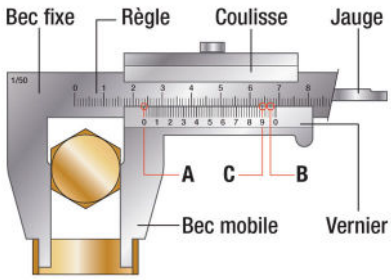
Il existe des mesures difficiles à effectuer : diamètre extérieur, diamètre intérieur, longueur intérieure, épaisseur, profondeur.

Comment ?

A l'aide d'un outil qui le permette : **le pied à coulisse**. Il est constitué par :

- une partie fixe la règle (en noir sur le schéma au verso)
- une partie mobile la coulisse (en rouge sur le schéma)
- une jauge solidaire du curseur (en vert sur le schéma).

La règle est graduée et comporte une mâchoire (ou bec) fixe. Le curseur comporte aussi une mâchoire (bec) mobile. La distance entre les 2 mâchoires permet de mesurer le diamètre ou l'épaisseur de l'objet. La longueur de la jauge permet de mesurer une profondeur



Principe

Le pied à coulisse a été tout spécialement conçu pour pouvoir mesurer des diamètres d'objets circulaires en utilisant *la propriété des tangentes au diamètre d'un cercle : elles sont perpendiculaires aux extrémités du diamètre* ; les 2 mâchoires (ou becs) matérialisent ces tangentes. La distance entre ces 2 mâchoires est le diamètre de l'objet. Sur la partie supérieure du pied à coulisse on trouve souvent 2 petites « cornes » : ce sont 2 mâchoires qui permettent de mesurer des diamètres intérieurs, par exemple d'un tuyau. Parfois ces mâchoires terminent les mâchoires principales.

Fonctionnement

La partie mobile se déplace grâce à un guidage complet en *translation* rectiligne : tous les points ont une trajectoire rectiligne : un point engendre un segment, un segment engendre une surface, une surface engendre un volume ; deux points engendrent deux segments parallèles de même longueur. Par conséquent les trois flèches du schéma ont la même longueur. La coulisse (ou curseur) indique donc n'importe laquelle de ces trois longueurs.
Les propriétés de la translation sont utilisées pour faire correspondre la mesure du diamètre, de l'épaisseur, ou de la profondeur de l'objet avec la graduation.
Pour permettre le mouvement il faut un peu de jeu fonctionnel et pour favoriser une lecture stable on utilise ressort et molette pour bloquer le déplacement.

DEFI			
Mesurer plus et mieux	Défi 1	A partir de la maternelle	Avec animateur ou en autonomie

Ligne brisée

Matériel

Texte et illustration du panneau 3.
Feuilles de papier (format A5), crayons, règles (doubles-décimètres), et pour la maternelle bandes de papier/baguettes en bois de 10 cm.
Un mètre (ou double-mètre) pliant (matériel disponible pour les expériences du panneau 2).
Pour la maternelle : une règle de tableau (mesurant un mètre) et un mètre pliant.

Consigne

Pourriez-vous tracer sur une feuille (format A5) une ligne de 1 m de long ?
Et de 10 m ?

Gestion pour la maternelle

Présenter les deux outils, les nommer.
Première situation : Quel est l'outil le plus long ? (la règle ou le mètre pliant ?)
Deuxième situation : Quel est l'outil le plus long ? (Même situation mais le mètre pliant est présenté en lignes brisées fixes, on ne peut plus le déplier). Proposer le même matériel que celui proposé au cycle 2 (+ cordes armées de différentes dimensions : 70 cm, 1m 20).

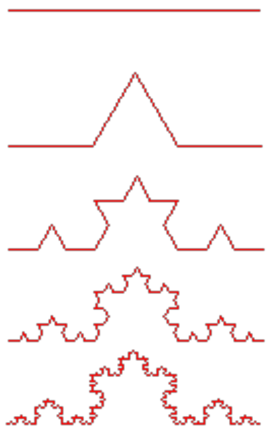
Prolongements

1) À partir de la maternelle
Pour la maternelle : distribuer le matériel (10 baguettes en bois/plastique de 10 cm reliés par un élastique), demander de vérifier si l'ensemble fait bien 1m (la même longueur que la règle de tableau), puis demander s'il est possible de réaliser une figure (triangle, rectangle, carré) de longueur 1m, c'est-à-dire avec les 10 bâtonnets.
A partir du cycle 2 : Peut-on fabriquer un triangle équilatéral ? Un carré ? Un pentagone régulier ?

2) À partir de la terminale
Peut-on construire une ligne qui passe par tous les points de la feuille A5 ?

DEFI			
Mesurer plus et mieux	Défi 2	A partir du cycle 4	En autonomie

La courbe de Koch



Matériel

Texte et illustration du panneau 2.

Consigne (à partir du cycle 4)

En partant d'un segment de 12 cm, donner pour la courbe de Koch, la longueur de la ligne brisée à chaque étape.
Au bout de combien d'étapes la ligne dépasse-t-elle la longueur d'un kilomètre ?

Prolongements

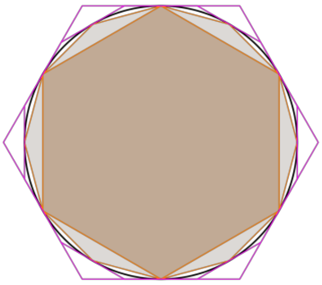
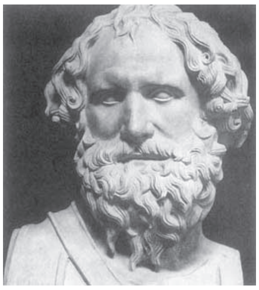
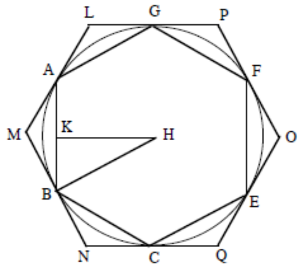
1) Programmer le calcul du nombre d'étapes
- En Scratch (à partir du cycle 4)
- En Python (à partir du lycée)

2) Aire sous la courbe (à partir du lycée)
L'aire délimitée par la courbe et le segment qui lui a donné naissance a-t-elle une valeur finie ou infinie ?

3) Programmer le tracé de la courbe en Python (à partir du lycée)

DEFI			
Mesurer plus et mieux	Défi 3	A partir du lycée	Avec animateur ou en autonomie

La formule d'Archimède

Matériel

Texte et illustration du panneau 3.

Approcher le périmètre du cercle par une ligne brisée, c'est ainsi qu'a procédé Archimède pour calculer le périmètre du cercle, sa circonférence. Il l'approche, de l'intérieur et de l'extérieur, par des polygones réguliers dont il double à chaque étape le nombre de côtés : 6, 12, …, jusqu'à 96 côtés ! Il trouve ainsi un encadrement du périmètre du cercle : *La circonférence d'un cercle quelconque est égale au triple du diamètre réuni à une certaine portion de son diamètre, qui est plus petite que le septième de son diamètre, et plus grande que les 10/71 de ce même diamètre.*

Consigne

Refaire les calculs d'Archimède.

Compléments

Archimède a démontré son encadrement du périmètre du cercle dans un court traité intitulé la *Mesure du cercle*, et dont c'est la troisième et dernière proposition.

DEFI			
Mesurer plus et mieux	Défi 4	A partir cycle 3	Avec animateur ou en autonomie

La valeur de π

Matériel

Texte et illustration du panneau 3.

Consigne

Comparez la formule d'Archimède avec celle utilisée de nos jours : $p = \pi \times d$.

EXPERIENCE			
Mesurer plus et mieux	Expérience 1	A partir du cycle 2	Avec animateur

La formule du périmètre du cercle




Consigne

Mesurer le diamètre et le périmètre de plusieurs cercles, et trouver un lien entre le périmètre et le diamètre d'un cercle.

Matériel

- Divers instruments de mesure des longueurs adaptés à la mesure de la circonférence et du diamètre d'un cercle : mètre de couturière, ficelle, pied à coulisse, double décimètre, double mètre pliant … (utiliser le matériel déjà utilisé pour les expériences des panneaux 1 et 2).
- Feuilles de papier, crayons.
- Divers objets déjà disponibles sur l'exposition (objets cylindriques : bouteilles, boites, verres, piliers, morceau de bois … et sphériques : boules, globes …). On peut rajouter des objets plans circulaires : dessous de gâteaux, cerceaux, anneaux…

Déroulement

Former des équipes de 3 ou 4.
1^er^ temps : repérer des objets sur lesquels on peut mesurer le diamètre et le périmètre d'un cercle (bouteilles, piliers, verres, boules, anneaux, dessous de gâteaux …).
2^e^ temps : ***les mesures***
Pour chaque cercle mesurer son diamètre et sa circonférence en utilisant des instruments adaptés. Reporter les mesures dans le tableau (nom de l'objet, diamètre, périmètre).
3^e^ temps : ***les calculs***
- Observez les résultats des mesures : y a-t-il des diamètres qui sont dans des rapports simples (double/moitié, triple/tiers, décuple/dixième, …) ? Si oui, dans quels rapports sont les périmètres ? Qu'est-ce que cela signifie ?
- Calculez, pour chaque cercle, le rapport du périmètre au diamètre ? Comparez la valeur des résultats. Peut-on en déduire une formule reliant périmètre et diamètre d'un cercle ?

Objectifs

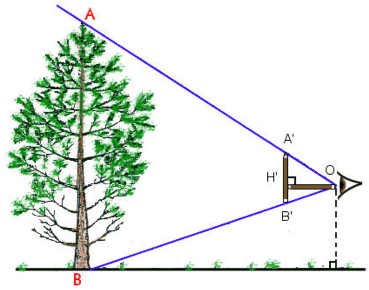
Percevoir qu'il y a une relation de proportionnalité entre périmètre et diamètre pour les cercles. Trouver une valeur approchée du coefficient de proportionnalité. Donner du sens à la formule : périmètre = $\pi\times$diamètre.

Bilan

La raison mathématique pour laquelle il y a proportionnalité entre le périmètre et le diamètre d'un cercle, c'est celle de l'agrandissement des longueurs. Quand on double, triple … les longueurs des côtés d'un polygone régulier son périmètre double, triple … En utilisant la technique d'Archimède d'encadrement du cercle par des polygones réguliers (voir illustration sur le panneau), on va obtenir la même chose pour la circonférence du cercle. Une fois cette proportionnalité prouvée on peut dire que périmètre = $\pi\times$diamètre si on appelle π le coefficient de proportionnalité. On peut calculer des valeurs approchées de π de façon expérimentale comme nous venons de le faire, ou théorique comme l'a fait Archimède.

EXPERIENCE			
Mesurer plus et mieux	Expérience 2	A partir du cycle 4	Avec animateur

Mesurer une longueur inaccessible



Consigne
Trouver la hauteur de la salle.

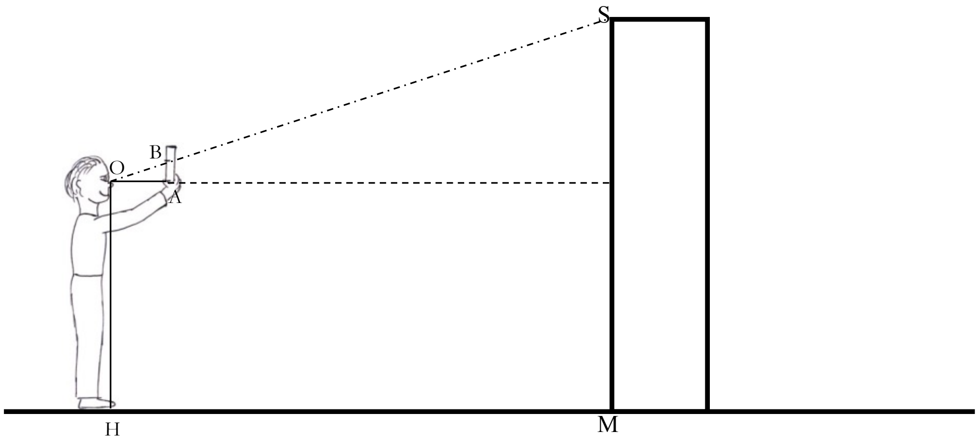
Matériel
- Une règle graduée (double décimètre) : 10 exemplaires.
- 2 petits morceaux de bois de 15 à 20 cm, de même longueur (pour former une croix du bûcheron) : 10 exemplaires.
- Une feuille de papier par groupe.
- Le double mètre, le mètre ruban, le mètre de couturière, le décamètre … (utiliser le matériel pour l'expérience du panneau 2).

Déroulement
1er temps :
- choisir une longueur à mesurer : la hauteur de la pièce,
- choisir un instrument : règle graduée ou croix du bûcheron.

2e temps : se mettre par groupes de 3 ou 4, et tourner pour que chacun fasse les visées et les mesures à effectuer.

Avec la règle graduée

Tendre une règle à bout de bras devant soi, le zéro de la règle doit être au niveau de l'œil (faire vérifier par un camarade). Noter à quelle graduation de la règle vous apercevez le haut de la salle. Mesurer la distance entre l'œil et la règle, ainsi qu'entre l'œil et le sol (voir schéma ci-dessous)



Relever à chaque fois, sur une feuille, les 4 mesures de chacun :

Prénom Nom : OH = OA = AB = HM =

<table>
<tr><th colspan="2">EXPLICATION</th></tr>
<tr><td>Mesurer plus et mieux</td><td>Courbe de Koch : algorithmes et programmes</td></tr>
</table>

Au bout de combien d'étapes la ligne dépasse-t-elle la longueur d'un kilomètre ?

Thonny - C:/Users/ACTIF/Documents/maths/apmep/expos/4tiers.py @ 7 : 48

File Edit View Run Tools Help

fractale.py 4tiers.py

```python
def LongueurLigne(longueur_initiale,longueur_a_depasser):
    """Fonction qui prend en entrees la longueur de la ligne initiale en cm
    et une longueur a depasser dans la meme unite.
    A chaque étape, la longueur est multipliee par 4/3."""
    etapes=0
    while longueur_initiale <= longueur_a_depasser:
        longueur_initiale=longueur_initiale*4/3
        etapes+=1
        print("étape ",etapes," : ",longueur_initiale," cm.")
    return print("On trouve plus de",longueur_a_depasser,"cm en",etapes,"étapes.")
```

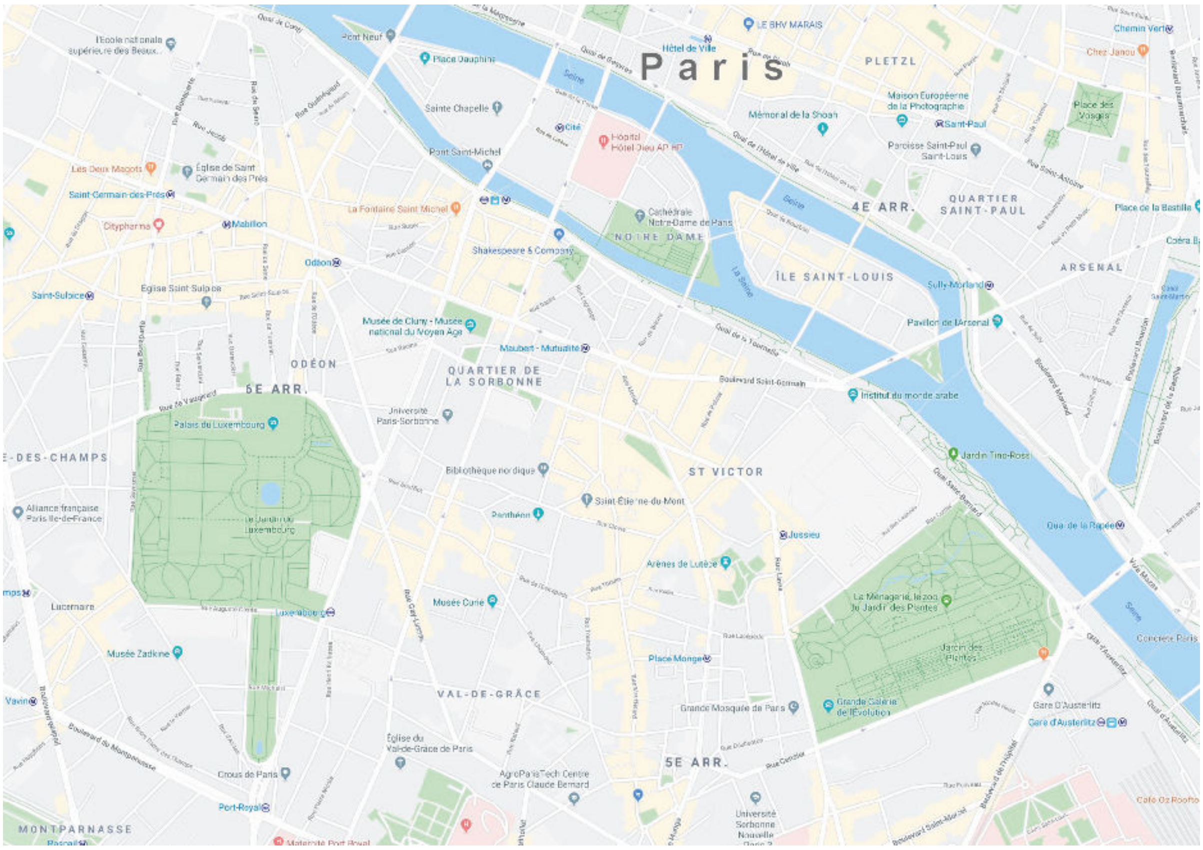
Shell

```
>>> LongueurLigne(12,100000)

 étape  1  :  16.0  cm.
 étape  2  :  21.333333333333332  cm.
 étape  3  :  28.444444444444443  cm.
 étape  4  :  37.925925925925924  cm.
 étape  5  :  50.5679012345679  cm.
 étape  6  :  67.4238683127572  cm.
 étape  7  :  89.89849108367626  cm.
 étape  8  :  119.86465477823502  cm.
 étape  9  :  159.81953970431337  cm.
 étape  10  :  213.09271960575117  cm.
 étape  11  :  284.1236261410016  cm.
 étape  12  :  378.8315015213354 4  cm.
 étape  13  :  505.108668695113 9  cm.
 étape  14  :  673.478224926818 6  cm.
 étape  15  :  897.970966569091 5  cm.
 étape  16  :  1197.29462209212 2  cm.
 étape  17  :  1596.392829456162 6  cm.
 étape  18  :  2128.52377260821 7  cm.
 étape  19  :  2838.03169681095 6  cm.
 étape  20  :  3784.04226241460 8  cm.
 étape  21  :  5045.38968321947 8  cm.
 étape  22  :  6727.18624429263 7  cm.
 étape  23  :  8969.58165905684 8  cm.
 étape  24  :  11959.44221207579 7  cm.
 étape  25  :  15945.92294943439 6  cm.
 étape  26  :  21261.2305992458 6  cm.
 étape  27  :  28348.30746566114 6  cm.
 étape  28  :  37797.743287548 2  cm.
 étape  29  :  50396.99105006426 5  cm.
 étape  30  :  67195.9880667523 5  cm.
 étape  31  :  89594.650755669 8  cm.
 étape  32  :  119459.5343408930 8  cm.
 On trouve plus de 100000 cm en 32 étapes.

>>>
```

(Fichier téléchargeable)

DEFI			
Des origines au calcul des aires	Défi 1	A partir du cycle 3	Autonomie

Les jardins de Paris



Matériel

Une carte de Paris

Des carrés de différentes tailles

Consigne

À Paris le jardin du Luxembourg est-il plus grand que le jardin des Plantes ?

Faire la comparaison à l'aide de carrés de différentes tailles, et en procédant au plus près.

Refaire la même comparaison avec les quadrillages.

DEFI			
Des origines au calcul des aires	Défi 2	A partir du cycle 3	Autonomie

Comparer les aires de deux rectangles

Matériel

La figure ci-dessus du panneau 1

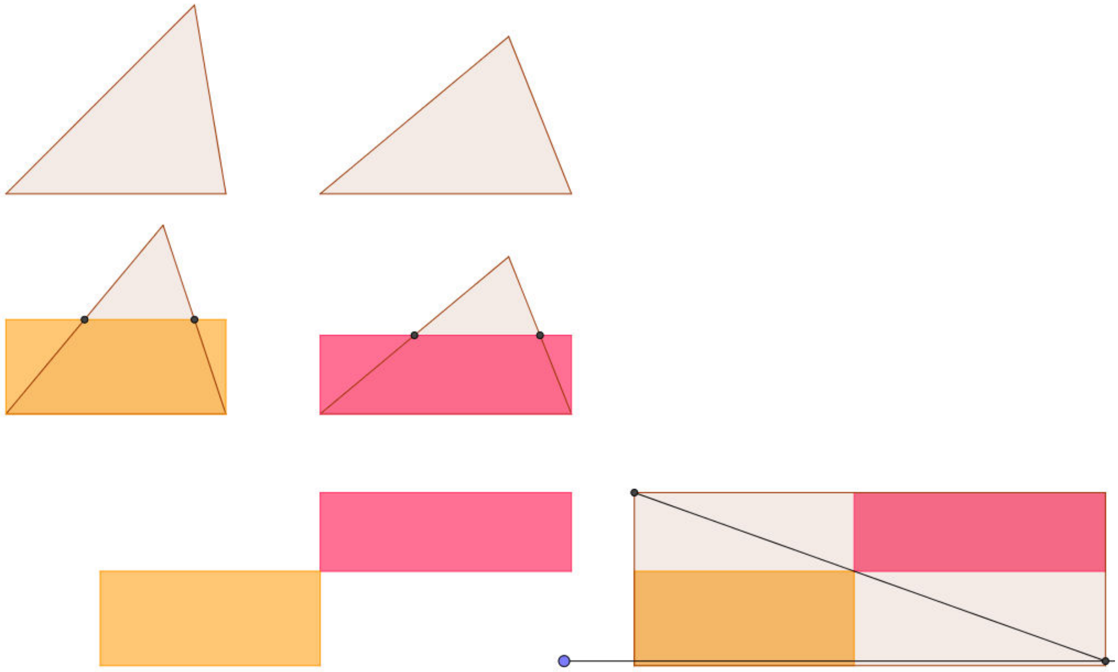
Un puzzle

Consigne

Pourquoi les deux rectangles verts ont-ils la même aire ?

EXPERIENCE			
Des origines au calcul des aires	Expérience 1	A partir du cycle 3	Autonomie

Comparer les aires de deux triangles



Consignes

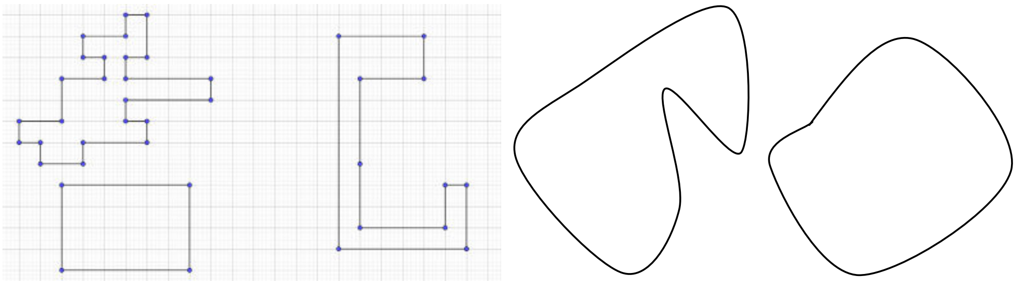
Etape 1 :
On transforme les triangles en rectangles de même aire. Comment ?

Etape 2 :
On dispose les rectangles ainsi puis on trace le rectangle qui circonscrit les deux petits.

Etape 3 :
On trace la diagonale du rectangle supérieur gauche qui coupe un côté du grand rectangle.
On peut alors conclure. Pourquoi ?

EXPERIENCE			
Des origines au calcul des aires	Expérience 2	A partir de la maternelle	Avec animateur

Pavages de figures



Objectif
Comparer des aires de surfaces.

Consigne
Au sol sont tracées des surfaces. Quelle la plus grande ? Quelle est la plus petite ? Nous allons recouvrir ces surfaces avec des petits carrés. Quelle est celle qui aura besoin du plus de carrés ? Du moins de carrés ?

Matériel
Surfaces tracées au sol.
Différents carrés pour paver les surfaces.

Déroulement
Les participants essaient de carreler les surfaces en utilisant les carrés. Les carrés proposés sont de différentes tailles avec multiples et sous multiples.
Pour les surfaces à contour droit, les différents carrés pavent exactement la surface.
Pour les surfaces à contour courbe, il faut approcher au plus près car cela ne tombe pas juste.
Pour la maternelle :

- Recouvrir de carrés les figures (deux enfants par figure).
- Quelle est la figure qui prend le plus de « place », qui occupe la plus grande place en surface ?

Puis, dans un second temps, les carrés proposés peuvent être de tailles différentes.

Bilan
L'ensemble des carrés utilisés représente l'aire de la surface.
Les surfaces peuvent être plus ou moins encombrantes cela n'influe en rien sur leurs aires.

EXPLICATION	
Des origines au calcul des aires	Quadrature d'Euclide

Quadrature du carré par Euclide

Comparer les aires de deux carrés est simple car il y en a toujours un qui contient l'autre. Donc pour comparer les aires de deux figures il suffit de ramener chaque figure à un carré de même aire, c'est-à-dire faire des quadratures.
Les quadratures constituent une classe de problèmes qui a parcouru toute l''histoire des mathématiques depuis l'antiquité grecque : il s'agit de construire à la règle et au compas un carré qui a la même aire qu'une figure donnée.
Très souvent on ramène la figure à un rectangle, puis une transformation simple permet de passer du rectangle au carré comme Euclide le décrit dans la proposition XIV du deuxième livre de ses *Eléments* :

PROPOSITION XIV.

PROBLÈME.

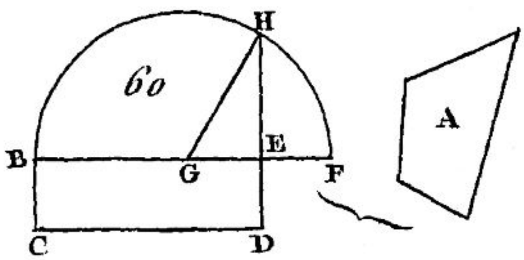
Construire un quarré égal à une figure rectiligne donnée.

Soit A (fig. 60) la figure rectiligne donnée : il faut construire un quarré qui soit égal à cette figure.

Construisez un rectangle BD égal à la figure rectiligne donnée A (prop. 45. 1). Si le côté BE étoit égal au côté ED, on auroit déjà fait ce qu'on proposoit, car le quarré BD auroit été construit égal à la figure rectiligne A. Si, au contraire, l'un des côtés BE, ED est plus grand que l'autre, et si le côté BE est le plus grand, prolongez-le vers F, et faites EF égal à ED (prop. 3. 1) ; ayant ensuite partagé la droite FB en deux parties égales au point G, du point G et avec un intervalle égal à l'une ou à l'autre des droites GB, GF, décrivez la demi-circonférence BHF (dem. 3), prolongez DE jusqu'en H, et menez la droite GH.

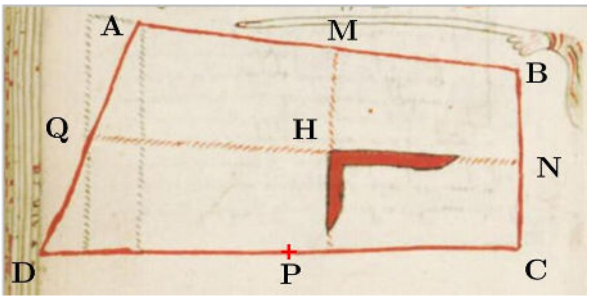
Puisque la droite BF est partagée en deux parties égales au point G et en deux parties inégales au point E, le rectangle compris sous les droites BE, EF et le quarré de EG, seront égaux au quarré de GF (prop. 5. 2) ; mais la droite GF est égale à la droite GH : donc le rectangle compris sous les droites BE, EF et le quarré de EG seront égaux au quarré de GH ; mais les quarrés de HE, GE sont égaux au quarré de GH (prop. 47. 1) : donc le rectangle compris sous les droites BE, EF et le quarré de GE, pris ensemble, sont égaux aux quarrés de HE, GE : donc, si nous retranchons le quarré commun GE, le rectangle compris sous les droites BE, EF sera égal au quarré de EH ; mais le rectangle compris sous les droites BE, EF, est le parallélogramme BD, puisque la droite EF est égale à la droite ED : donc le parallélogramme BD est égal au quarré de HE ; or le parallélogramme BD est égal, par construction, à la figure rectiligne A : donc la figure rectiligne A est égale au quarré construit sur la droite EH.

Donc le quarré construit sur la droite EH est égal à la figure rectiligne donnée A ; ce qu'il falloit faire.

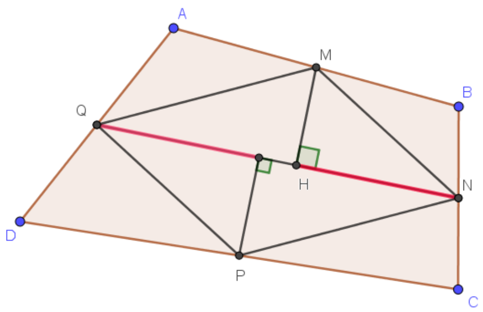


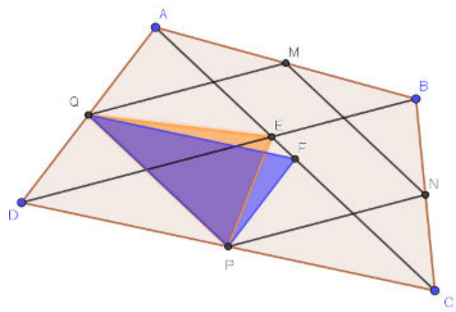
EXPLICATION	
Comment établir des formules	L'aire du quadrilatère

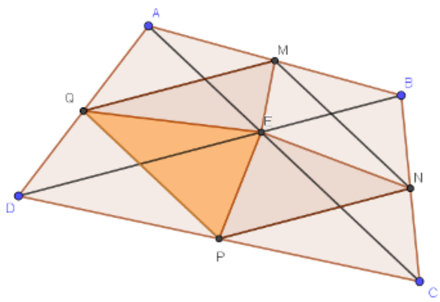
Formule de Boysset pour le quadrilatère



Bertrand Boysset (1415-1416), auteur provençal et arpenteur propose cette formule qui donne l'aire d'un quadrilatère non croisé quelconque : 2xMNxMH, où M, N, P et Q sont les milieux des côtés.
Cette formule bien que non justifiée par Boysset est exacte et se démontre à l'aide du parallélogramme construit avec les milieux. L'aire de ce dernier est MNxMH. Comme le montrent les figures qui suivent.



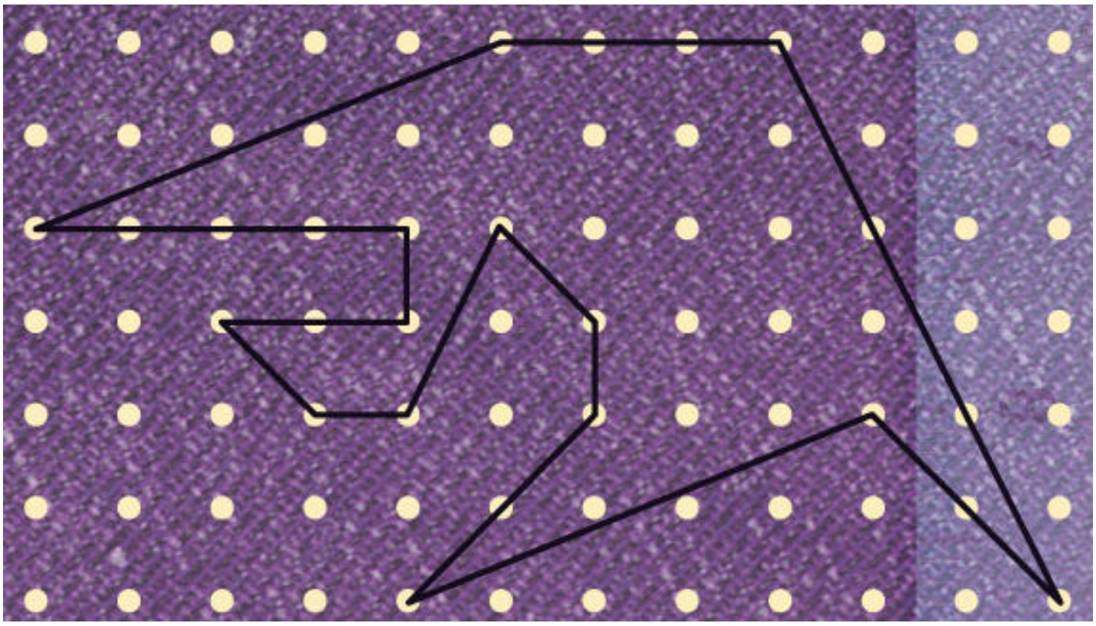




L'aire de QFP est égale à l'aire de FPQ et est donc le quart de l'aire de ADC. Idel pour l'aire de MNE égale à l'aire de MFN soit un quart de l'aire de ABC.
De même l'aire de EMQ vaut le quart de l'aire ADB. Idem pour l'aire de ENP qui est le quart de BDC.
Ainsi l'aire du parallélogramme est égale à la moitié de l'aire du quadrilatère.

DEFI			
Calculer des aires	Défi 1	A partir du cycle 3	Autonomie

La formule de Pick



Matériel

Planche à clous et élastiques.

Un algorithme :

1. *Compte le nombre de clous sur le bord du polygone (qui touche l'élastique).*
2. *Divise ce nombre par 2.*
3. *Ajoute à ce nombre, le nombre de clous à l'intérieur du polygone.*
4. *Puis soustrais au résultat le nombre 1.*
5. *Tu obtiendras alors l'aire de polygone que tu as dessiné avec l'élastique ! C'est magique, non ?*

Consigne

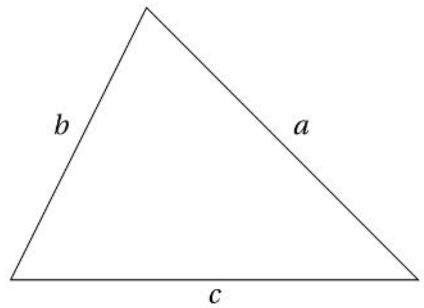
Utiliser la formule de Pick pour calculer les aires des domaines donnés.
Tu peux recommencer avec une autre figure : à toi de jouer !

Prolongement

1) Programmer en Scratch ou en Python le calcul de l'aire du polygone avec la méthode de Pick.
2) Ecrire sous la forme d'une formule le calcul de l'aire d'un polygone avec la méthode de Pick.

DEFI			
Calculer des aires	Défi 2	A partir du cycle 4	Autonomie

La formule de Héron d'Alexandrie



$$A = \sqrt{\frac{p}{2}\left(\frac{p}{2} - a\right)\left(\frac{p}{2} - b\right)\left(\frac{p}{2} - c\right)}$$

p : périmètre

Matériel

La formule et la figure du panneau 2.

Consigne

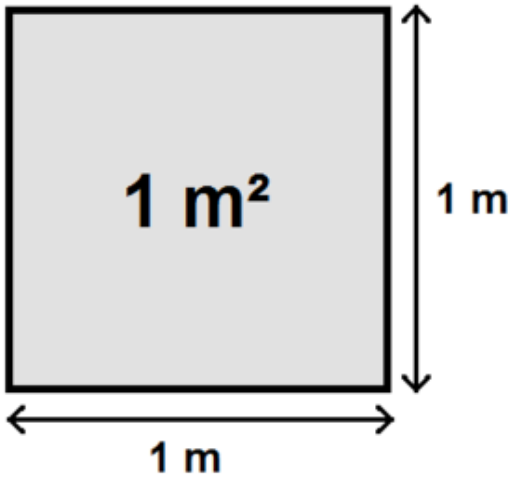
Calculer l'aire d'un triangle 13, 14, 15.

Prolongement

Programmer en Scratch ou en Python le calcul de l'aire du triangle avec la formule de Héron.

EXPERIENCE			
Calculer des aires	Expérience 1	A partir du cycle 2	Avec animateur

Le mètre carré



Objectif
Appréhender une grandeur : le m².
Avoir un ordre de grandeur d'un m².

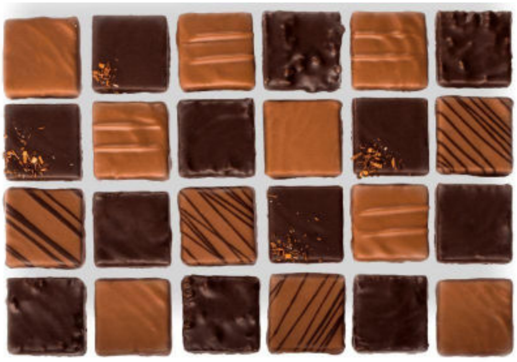
Consigne
Au sol est tracé un carré de 1 m de côté. Quel nombre maximal d'élèves peut-on loger dessus ? Et avec des adultes ?

Matériel
Carré tracé au sol.

Bilan
Loge-t-on toujours autant sur un m² ?
Imaginons un rectangle de 1 mm sur 1000 m. Quelle est l'aire de ce rectangle ? Ce calcul sera réalisé et rapidement évoqué par les adultes pour le cycle 2 (CP, CE1 et CE2). A combien peut-on loger dessus ?
On pourra aussi utiliser les cubes et bandes de polystyrène du pôle 4 sur les volumes pour obtenir des rectangles de 1 m² de formes diverses, par exemple 10 cm sur 10 m (10 barres, bout à bout), ou 20 cm sur 5 m…
1 m² mesure l'aire d'une surface pouvant avoir bien des formes pas nécessairement celles d'un carré.

EXPERIENCE			
calculer des aires	Expérience 2	A partir du cycle 2	Avec anlmateur

Les 24 carrés pour un rectangle



Objectifs
L’aire d’un rectangle s’obtient en multipliant sa longueur par sa largeur.
Différents rectangles peuvent avoir la même aire mais pas les mêmes périmètres.

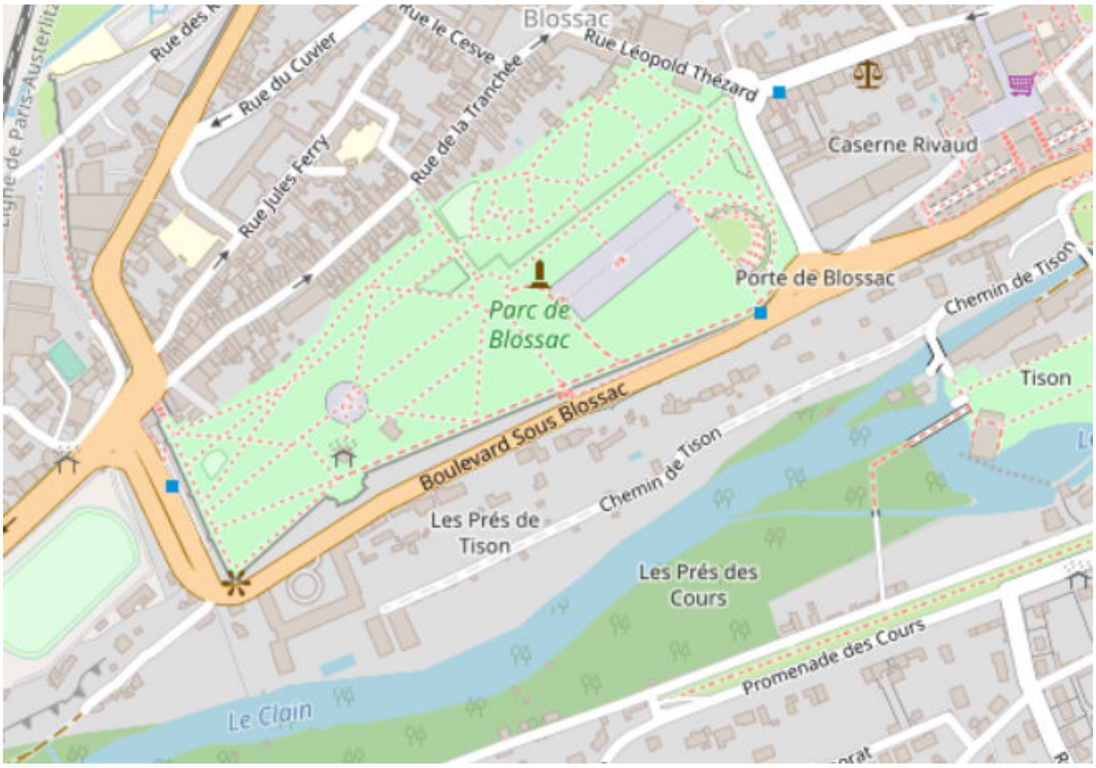
Consigne
A l’aide de 24 carrés, construire le maximum de rectangles différents.
Ont-ils les mêmes périmètres ?

Matériel
24 carrés.

Bilan
Constater que l’aire correspond toujours au produit des dimensions des côtés.
Avec les élèves de cycle 2, on pourra constater que quelque soit la forme réalisée, le nombre de carrés utilisés est toujours même. Donc les rectangles ont tous la même aire. Avec les CE2 (voire les CE1), on pourra constater que l’aire correspond toujours au produit des dimensions des côtés.
Deux surfaces de même aire peuvent avoir des périmètres différents. Le plus petit périmètre correspond au rectangle qui se rapproche le plus du carré.

EXPERIENCE			
Calculer des aires	Expérience 3	A partir du cycle 3	Avec animateur

Superficie du parc de Blossac



Objectif
Mesurer une aire avec un logiciel sur une carte

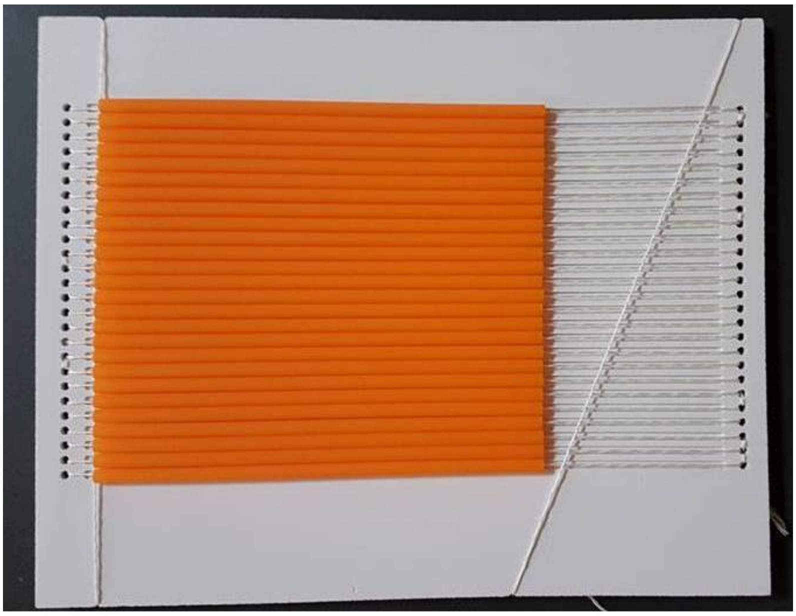
Consigne
Déterminer l'aire du parc de Blossac de Poitiers à l'aide du logiciel.

Matériel
Ordinateur

Pour aller plus loin
Mais comment fonctionne le logiciel ?
Par dénombrement des pixels dans la zone sélectionnée ?
Par calcul de l'aire polygonale sélectionnée à partir des coordonnées des points ?
…

DEFI			
Comment établir des formules	Défi 1	A partir du cycle 3	Avec animateur

Aires et indivisibles



Objectifs
Comprendre les formules d'aires usuelles.

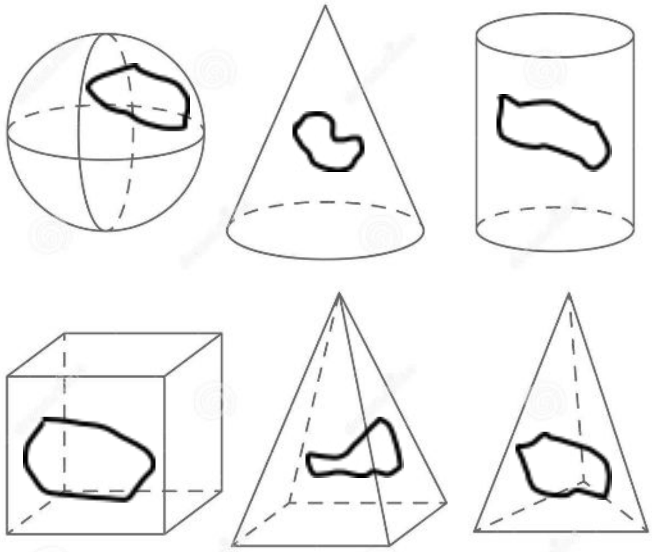
Consigne
Expliquer à l'aide de la technique des indivisibles (voir au verso) les formules des aires du triangle et du parallélogramme.

Matériel
Les pailles.

Bilan
Deux triangles qui ont la même base et la même hauteur ont la même aire.
De même pour le parallélogramme.

DEFI			
Comment établir des formules	Défi 2	A partir du cycle 3	Avec animateur

Aires de surfaces courbes



Matériel

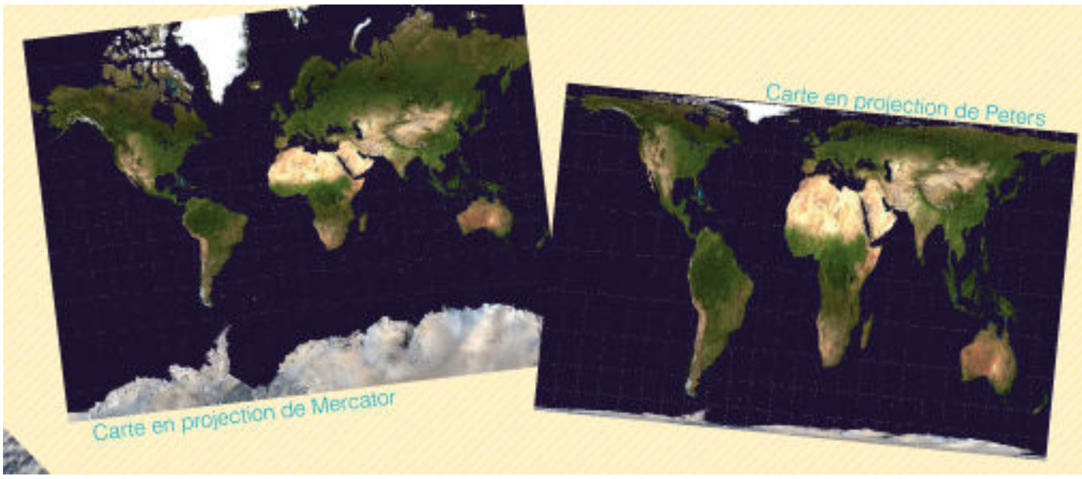
Cône, cylindre, pavé, cube, sphère, tore, hyperboloïde,
Feuilles de papier.

Consigne

Sur les solides sont tracées des surfaces.
Quelles sont les surfaces dont on peut calculer facilement les aires ? Pourquoi ?

EXPERIENCE			
Comment établir des formules	Expérience 2	A partir du cycle 3	Avec animateur

Planisphères



Objectifs

Projections de la terre.

Consigne

Sur le pôle central. 2 planisphères conservent les aires. Lesquelles ?
Observez différents pays au niveau de l'équateur, au niveau des pôles : que constatez-vous ?

Matériel

Planisphères.

Bilan

Se méfier des représentations planes de la terre. Certains conservent les angles d'autres les aires. Il n'y en a pas de meilleures que d'autres, tout dépend de l'information que l'on veut monter. Mais attention aux manipulations de l'information si une planisphère est mal utilisée !

Compléments

Voir la fiche défi du pôle 1 (Panneau 3, fiche 2 : *projection conforme ou équivalente ?*)

EXPLICATION	
Comment établir des formules	Qu'est ce que la méthode des indivisibles ?

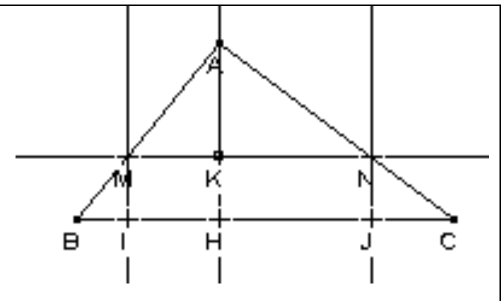
L'initiateur de la méthode des indivisibles fut **Galilée** (1564-1642), le théoricien en a été **Cavalieri** (1598-1637), et **Torricelli** (1608-1647) et **Roberval** (1602-1675) en ont été les plus adroits utilisateurs. Roberval a en particulier réalisé la quadrature de la cycloïde.

Qu'est-ce qu'un indivisible ?
Pour Galilée (*Discorsi*)
« Etant donné que la ligne, et tout continu, sont divisibles en [parties] toujours divisibles, je ne vois pas comment on peut éviter qu'ils soient composés d'indivisibles, parce qu'une division et une subdivision qui peuvent se poursuivre perpétuellement supposent que les parties soient infinies, parce qu'autrement la division serait terminable ; et de ce que les parties sont en nombre infini, on tire cette conséquence qu'elles sont sans grandeur parce que des parties douées de grandeur, si elles sont en nombre infini, font une extension infinie ; et ainsi obtenons-nous cette conclusion que le continu est composé d'une infinité d'indivisibles ».

Pour Cavalieri : (Lettre à Galilée)
« Pour moi, je ne me suis pas risqué à dire que le continu soit composé d'indivisibles, mais j'ai montré qu'entre les continus il n'y avait pas une autre proportion qu'entre les amas d'indivisibles (à condition de les prendre parallèles, lorsque nous parlons de lignes droites et de surfaces planes, lesquelles sont des indivisibles particulier que j'ai considéré. »

L'ouvrage, *Geometrica indivisibilibus continuorum nova quadam ratione promota* de Cavalieri(1635) , ne contient aucune définition des indivisibles. Il considère une figure plane comme l'ensemble de ses lignes et conçoit le solide comme composé d'un nombre "indéfini" de plans parallèles. Il dit qu'une ligne est formée de points comme un collier de perles, qu'une surface est formée de lignes comme un tissu de fils et qu'un volume est constitué de plans comme un livre de pages. (d'après [3])
Cette méthode à valeur heuristique, comme nous l'avons dit et contrairement à la méthode d'exhaustion (utilisée par les grecs et à valeur démonstrative), permet de trouver de nouveaux résultats. Cependant, mal appliquée, elle peut produire des paradoxes :

Soit ABC un triangle **non** isocèle; AH est la hauteur issue de A. Par chaque point K de AH, on trace la parallèle à BC qui coupe AB en M et AC en N. Les perpendiculaires à (BC) passant par M et N coupent (BC) en I et J. Les indivisibles de ABH et BCH sont donc égaux. Les aires des triangles ABH et ACH sont donc égales !!!



DEFI			
Mesurer les liquides	Défi 1	A partir de la maternelle	Avec animateur

Bouteilles d'huile

Matériel

Différentes bouteilles de différentes formes.

Consigne

Quelle bouteille contient le plus d'huile ?

Remarques

On peut questionner le groupe, et relever le nombre d'avis pour : celles qui ont la même contenance, celle qui a la plus grande, celle qui a la plus petite.

Pour la maternelle, il vaut mieux effectuer les comparaisons deux à deux.

DEFI			
Mesurer des liquides	Défi 2	A partir du cycle 2	Avec animateur

Consignes

Retrouver les volumes de ces différents contenants ?

Matériel

Contenant	Volume en ml.	Volume en cl.	Volume en l.
			
			
			
			
			
			
			
			

DEFI			
Mesurer les liquides	Défi 3	A partir du cycle 3	Avec animateur

Graduer un récipient

Matériel

1 récipient à graduer
2 béchers gradués
1 feutre effaçable

Consigne

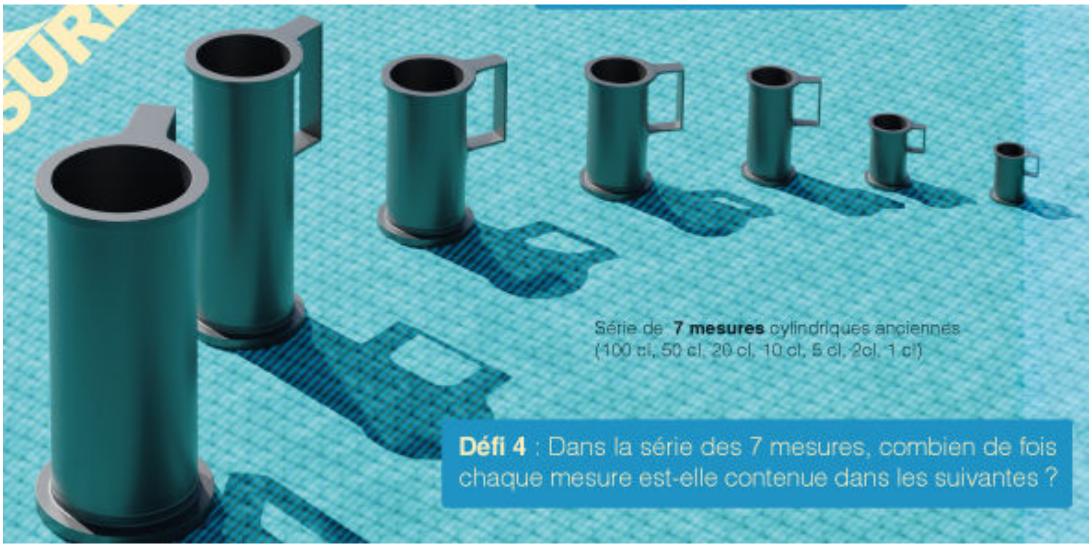
A l'aide d'une valeur unité, graduer le récipient.

Remarques

L'animateur fournira une contenance (10 cl, 20 cl, 25 cl, ou 0,15 l, 0,20 l…).
Le visiteur devra poser une marque au feutre sur un récipient vide indiquant le niveau correspondant à la contenance demandée.

DEFI			
Mesurer les liquides	Défi 4	A partir du cycle 2	Avec animateur ou autonomie

Les 7 mesures

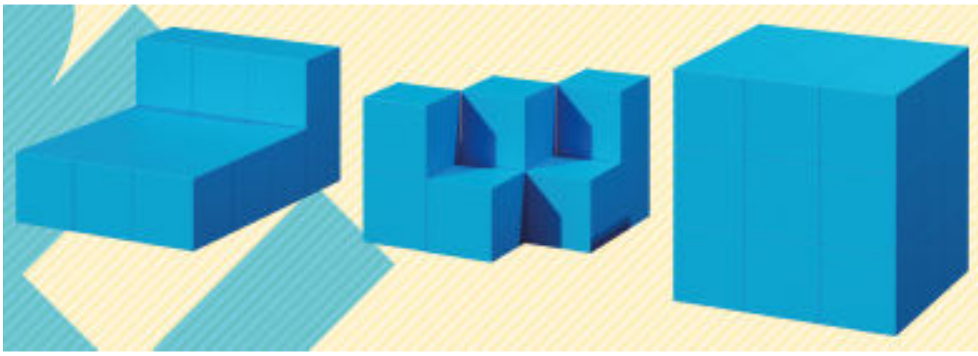


Consigne

Dans la série des 7 mesures, combien de fois chaque mesure est-elle contenue dans les suivantes ?

DEFI			
Mesurer avec des cubes	Défi 2	A partir de la maternelle	Avec animateur

Volume 12 cubes



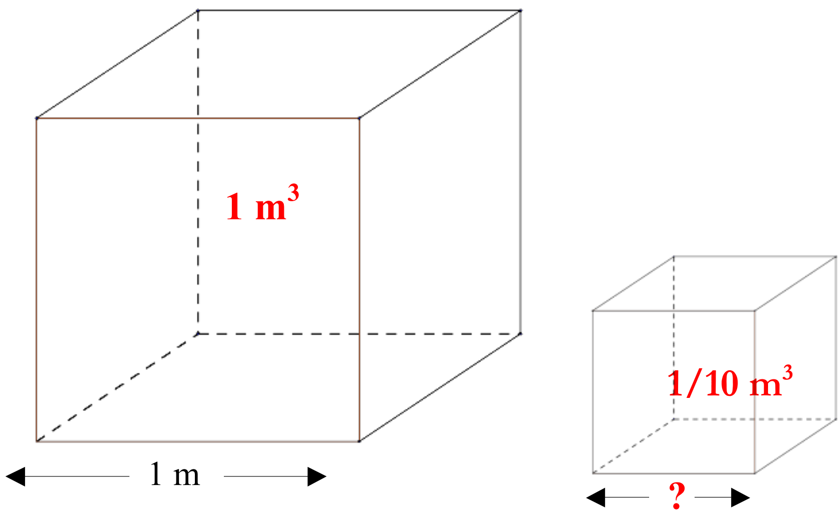
Matériel
Des cubes et des boîtes.

Consigne
Avec des cubes, tous identiques, combien de solides de volume 12 cubes peut-on réaliser ?
Et de solides de volume 27 cubes ?
Quel est le volume des boîtes ?

Remarque
Pour les maternelles on peut se limiter à 6 ou 8 cubes.

DEFI			
Mesurer avec des cubes	Défi 3	A partir du cycle 3	Autonomie

Le dixième du mètre cube

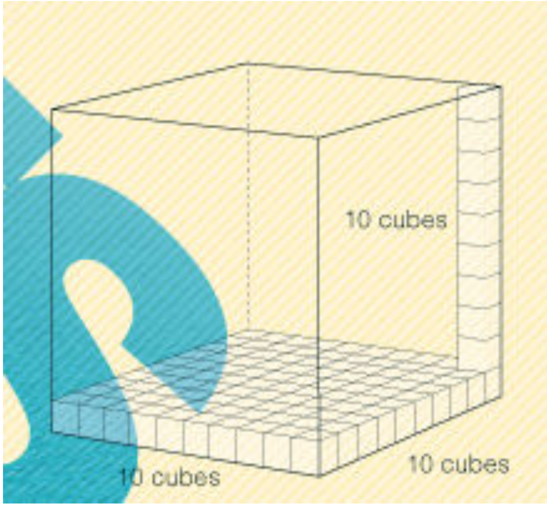


Consigne

Quelle est la longueur du côté d'un cube dont le volume est 10 fois plus petit qu'un mètre cube ?

DEFI			
Mesurer avec des cubes	Défi 4	A partir du cycle 3	Autonomie

Millimètre cube et millilitre

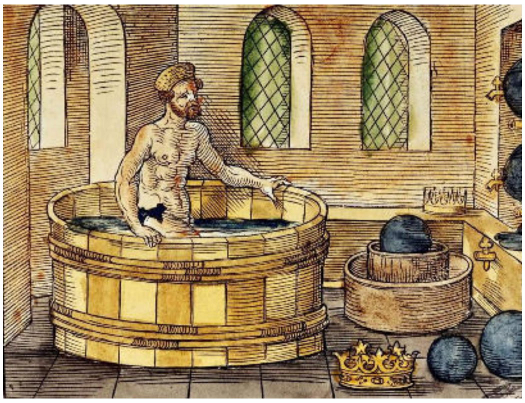


Consigne

Combien de mm^3 dans un ml ?

EXPERIENCE			
Mesurer avec des cubes	Expérience 1	A partir du cycle 2	Avec animateur

Mesurer un volume par immersion



Objectif

Mesurer le volume d'un solide par immersion.
Pouvoir mesurer le volume d'objets solides non creux (qui ne sont pas des récipients) en adaptant la méthode vue pour les récipients creux.

Consigne

Placer l'objet dont on veut déterminer le volume dans un récipient creux de volume connu, et remplir le récipient en mesurant le volume de liquide versé.
En déduire le volume de l'objet.

Matériel

Le matériel pour le panneau 1.
Des objets solides de forme géométrique ou non (pierre, morceau de bois).
Un verre mesureur ou bécher.

Bilan

Il existe bien des variantes de cette méthode.
Pouvez-vous en citer ?

EXPERIENCE			
Mesurer avec des cubes	Expérience 2	A partir du cycle 3	Avec animateur

Le mètre cube

Objectif
Les unités de volumes

Consigne
Combien de décimètre cubes dans un mètre cube ?
Et de centimètre cubes ?

Matériel
Une carcasse de mètre cube.
Des cubes de 10 cm d'arête, des colonnes de 10 cubes, des plaques de 100 cubes.

Déroulement
Demander aux participants quelle réponse ils donneraient à la première question.
Puis proposer à des participants de contrôler leur réponse en essayant de remplir le cube de 1 m d'arête avec les cubes, les colonnes, les plaques.
Conclusion.

Bilan
Les unités métriques de volume vont de 1000 en 1000.
Il faut 1000 petits cubes pour faire un cube de l'unité supérieure.

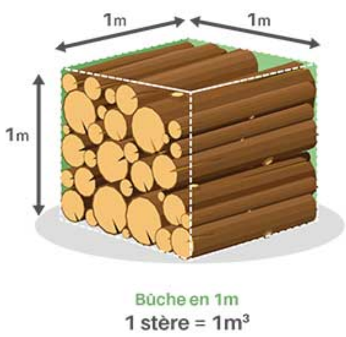
Remarques et prolongements

On trouvera un compte rendu de travail en classe avec ce matériel dans :

Enseigner les mathématiques en sixième à partir des grandeurs : ***Les VOLUMES***, IREM de Poitiers (2011). Voir pages 34-35.

EXPERIENCE			
Mesurer avec des cubes	Expérience 3	A partir de la maternelle	Avec animateur

Mesurer un volume de bois



Objectifs

Mesurer un volume.
Un même volume peut avoir des formes différentes

Consigne

1) Remplir le mini stère (stère en modèle réduit 1/10) avec du bois.
2) Mettre le stère de bois sous forme de fagot (avec deux élastiques).
3) Combien de stères représente le tas de bois ?
4) Quelle est la forme du stère ? Quelle est la forme du fagot ? Quelles sont leurs dimensions ?

.

Matériel

Un tas de morceaux de petit bois taillé en 10 cm de long.
Une vingtaine d'élastiques (adaptés)

DEFI			
Mesurer avec des formules	Défi 1	A partir du cycle 3	Avec animateur

Volumes de cartons

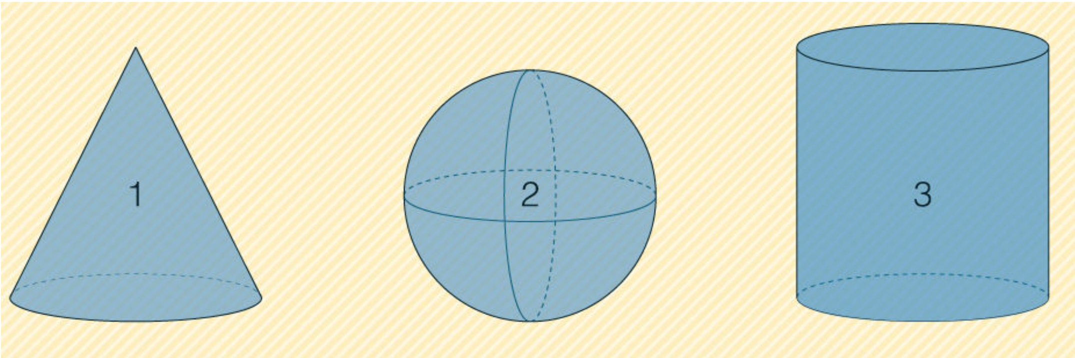
Consigne

Combien de décimètres cubes (cubes réels de 10 cm de côté) pour remplir un carton de 30 cm x 20 cm x 20cm ?

Et pour un carton de 30 cm x 25 cm x 20 cm ?

DEFI			
Mesurer avec des formules	Défi 2	A partir du cycle 3	Avec animateur

Volume de la sphère, du cône et du cylindre

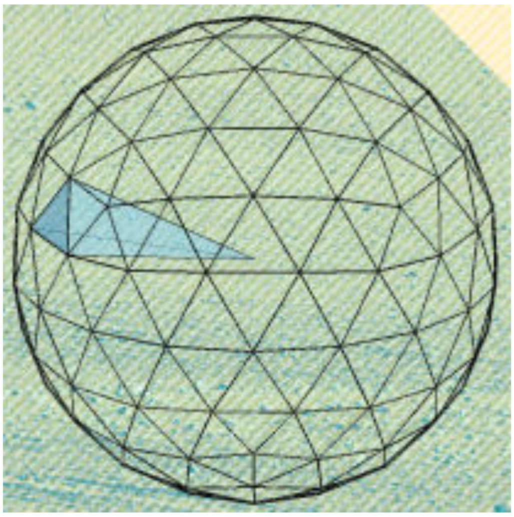


Matériel
Un entonnoir
Différents volumes creux

Consigne
Le cône, la sphère et le cylindre ont même hauteur et même largeur.
Etablir les relations entre ces 3 volumes.

DEFI			
Mesurer avec des formules	Défi 3	A partir du cycle 3	Autonomie

La géode et la sphère



Consigne

On peut également approcher le volume d'une sphère grâce à une géode, et le calculer par la somme des prismes.

Comment expliquer à partir de cette affirmation, que le volume de la sphère est égal à $\frac{4}{3}\pi R^3$?

EXPERIENCE			
Terre, Lune, Soleil	Expérience 1	A partir du cycle 4	En autonomie

Consigne

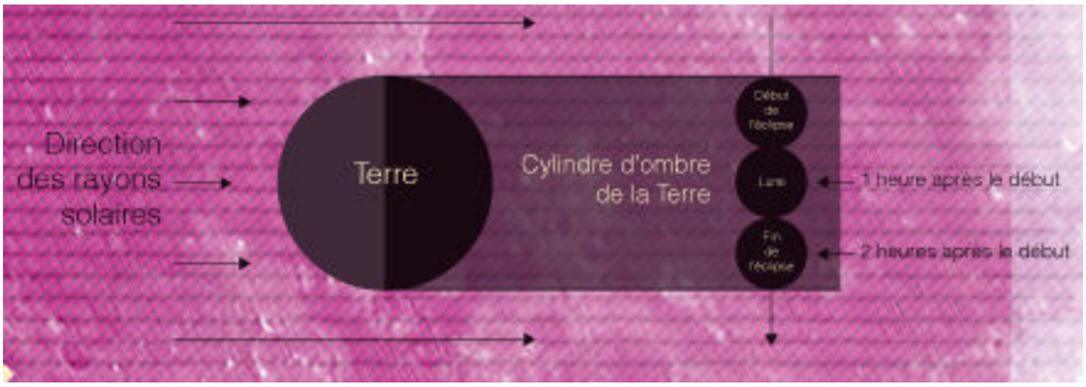
a) Simuler une éclipse totale de Soleil :
A quelle distance doit-on se placer pour que le petit disque que l'on tient à bout de bras cache exactement le disque sur le mur ?

b) Simuler une éclipse annulaire de Soleil :
A quelle distance doit-on se placer pour que le petit disque que l'on tient à bout de bras semble à l'intérieur du disque sur le mur ?

c) Simuler une éclipse partielle de Soleil :
A quelle distance doit-on se placer pour que le petit disque que l'on tient à bout de bras cache partiellement le disque sur le mur ?

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 1	A partir du cycle 4	En autonomie

Diamètre de la lune



Consignes

Ce schéma représente la Terre et la Lune lors d’une éclipse totale de Lune.
La Lune reste masquée deux heures durant.

1) On peut observer hors des moments d’éclipse que La Lune se déplace de son diamètre apparent en une heure, ce qui explique le schéma.

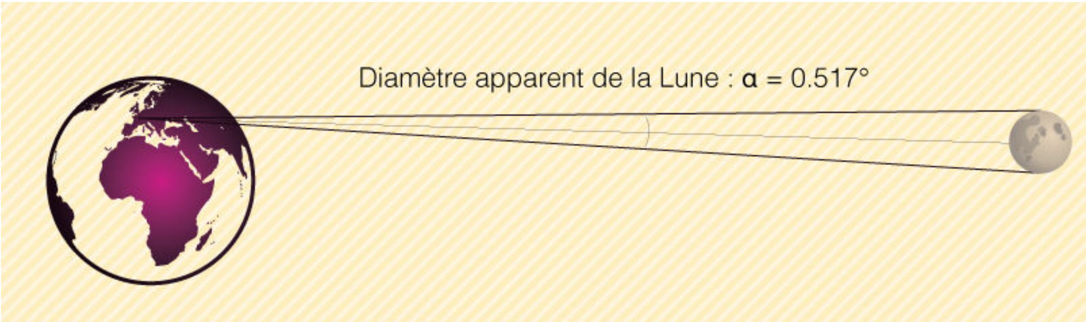
   Combien de fois le diamètre de la Terre est-il plus grand que celui de la Lune ?
   En déduire le diamètre de la Lune.

2) En réalité, des mesures plus précises nous indiquent aujourd’hui que le diamètre de la Terre est 3,7 fois supérieur au diamètre de la Lune.

3) Est-il vrai que le volume de la Terre est 50 fois supérieur à celui de la Lune ?

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 2	A partir du cycle 4	En autonomie

Distance Terre-Lune



Consigne

Sachant que la Lune a un diamètre apparent de ½ degré, estimer la distance Terre-Lune.

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 3	A partir du cycle 3	En autonomie

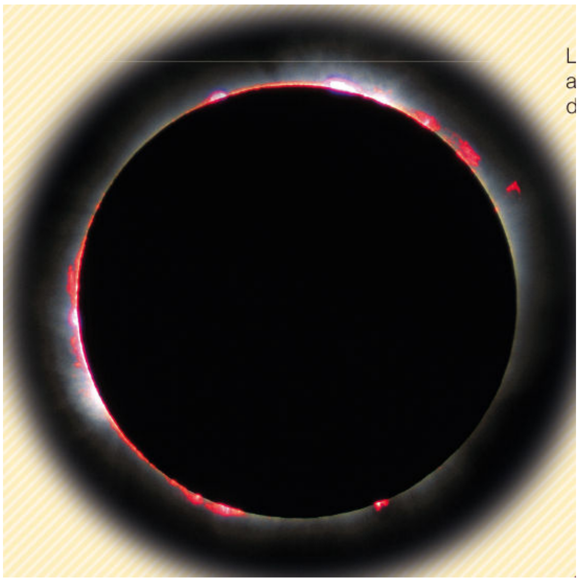
Le Soleil, la Terre et la Lune

Consigne

Le Soleil pourrait-il passer entre la Terre et la Lune ?

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 4	A partir du cycle 3	En autonomie

Dimensions apparentes du Soleil et de la Lune



Consigne

La Lune et le Soleil semblent de la même taille dans le ciel.
Est-ce vraiment le cas ?
Sinon, comment l'expliquer ?

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 5	A partir du cycle 4	En autonomie

Consigne

Si la distance Terre-Soleil vaut 3 m, combien vaut la distance Terre-Lune ?

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 6	A partir du cycle 4	En autonomie

Consigne

Aujourd'hui, on mesure la distance Terre-Lune en utilisant un miroir qui a été déposé par les missions spatiales sur la Lune. Depuis la Terre, on envoie un puissant faisceau laser en direction du miroir. Puis on mesure avec un télescope couplé au laser la durée de l'aller-retour du faisceau entre la Lune et la Terre.

A partir de la vitesse **c** de la lumière et de la durée **2 t** de l'aller-retour du faisceau, on en déduit la **distance Terre-Lune = c x t**

Imitons le laser !

Quelqu'un fait un aller-retour entre deux points (dans la salle) en marchant à vitesse supposée constante (disons un pas de 75 cm par s).
Un autre participant muni d'un chronomètre mesure le temps de l'aller-retour.
Calculer alors la distance parcourue !

DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 7	A partir du cycle 2	En autonomie

Consigne

A quelle distance faut-il se placer pour voir un disque de 15 cm de haut sous angle de *un degré* dans la salle d'exposition ?

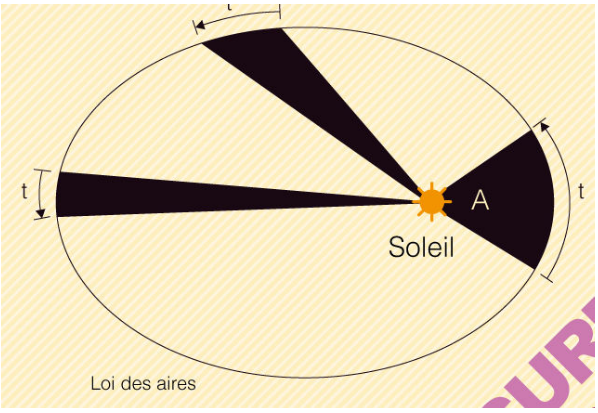
DEFI			
Terre, Lune, Soleil	Défi 0	A partir du cycle 2	En autonomie

Consigne

Pourquoi la Lune a-t-elle parfois la forme d'un disque et parfois celle d'un croissant ?

DEFI			
Mesurer le système solaire	Défi 1	A partir du cycle 4	En autonomie

Distance de Pluton au Soleil



Consigne

La période de révolution de Pluton est 90 500 jours.
Estimer sa distance au Soleil grâce à la troisième loi de Kepler :

$$\mathrm{T}^2 = a^3$$

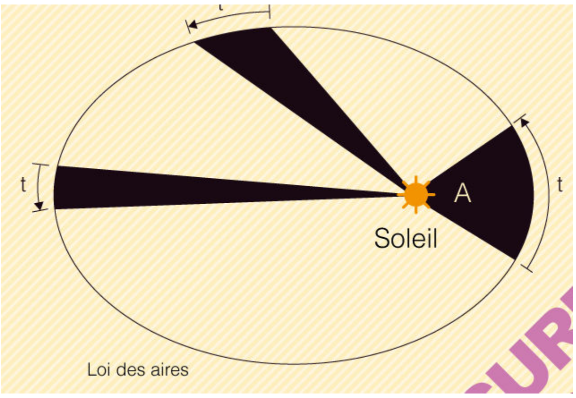
T = période de révolution d'une planète du système solaire (en année)

a = demi-grand axe de son orbite (en unité astronomique : 1 ua = 150 000 000 km)

Remarque
La troisième loi de Képler dit que le rapport T^2 / a^3 est constant. Pour la Terre, T= 1 année, et a = 150 000 000 km = 1 ua (Voir panneau 1). Donc le rapport vaut 1 en prenant l'année, et l'ua pour unités. Avec ces unités on a donc : $\mathrm{T}^2 = a^3$.

DEFI			
Mesurer le système solaire	Défi 1	A partir du lycée	En autonomie

Distance de Pluton au Soleil



Consigne

La période de révolution de Pluton est 90 500 jours.
Estimer sa distance au Soleil grâce à la troisième loi de Kepler :

$$T^2 = \frac{4\,\pi^2}{GM}a^3$$

T = période de révolution d'une planète du système solaire (en s)

a = demi-grand axe de son orbite (en m)

G = constante de gravitation universelle = $6{,}67 \times 10^{-11}$ (en $m^3\ kg^{-1}\ s^{-2}$)

M = masse du Soleil = 2×10^{30} (en kg)

DEFI			
Mesurer le système solaire	Défi 2	A partir du cycle 4	En autonomie

La loi de Titius-Bode

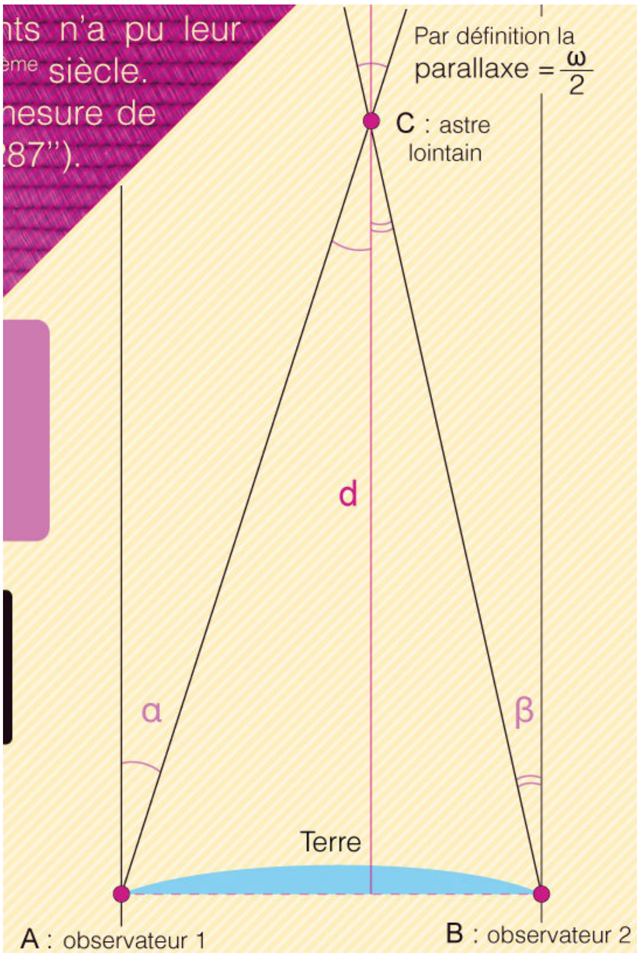
$$D = 0.4 + 0.3 \times 2^{(n-1)}$$

Consigne

Selon cette loi, quelle serait la distance en U.A. de Jupiter au Soleil ?

DEFI			
Mesurer le système solaire	Défi 1	A partir du cycle 4	En autonomie

La parallaxe



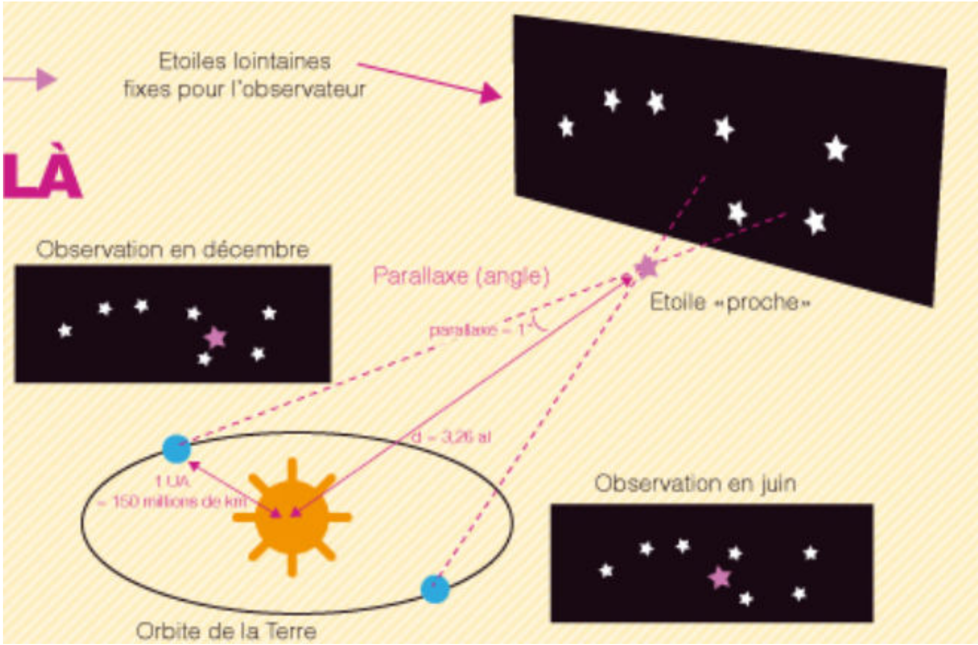
Consignes

Expliquer pourquoi la parallaxe = $\frac{\alpha+\beta}{2}$

et pourquoi $d = \frac{0{,}5AB}{tan(parallaxe)}$.

DEFI			
Mesurer le système solaire et au delà	Défi 2	A partir du cycle 4	En autonomie

Distance d'une étoile



Consigne

À quelle distance se situe une étoile dont la parallaxe est égale à 2'' ?

EXPERIENCE			
Mesurer la météo	Expérience 1	A partir du cycle 3	Avec animateur

Pluviométrie

Objectif

Visualisation de l'unité de mesure de la pluviométrie

Matériel

Une plaque de 1 m sur 1 m avec un rebord de 5/10 cm, avec un dispositif pour le vider.

Une règle graduée est accrochée sur un bord de la plaque

Un seau gradué en litres avec de l’eau.

Déroulement

L'animateur verse cinq litres (ou plus) sur la plaque. Mesurer la hauteur d’eau sur la plaque

Objectif

Visualiser ce que signifie 5 mm d'eau (ou plus) au mètre carré.

Bilan

Prendre conscience de ce que représente 1 mm ou 5 mm de précipitation.
1 mm c’est la hauteur de l’eau dans un récipient plat de 1 m^2 de superficie : cela correspond donc à un volume de 1 litre d’eau (voir le pôle 4). Donc dire qu’il est tombé 1 mm d’eau de pluie, c’est dire qu’il est tombé sur le sol 1L d’eau par m^2.

Remarque

Le lien avec l’actualité pourrait être fait pour amener les élèves à expliciter des expressions comme “il est tombé l’équivalent de deux mois de pluie”. Quelle est la référence ? Pourquoi vaut-il mieux parler en millimètre ? Les classes ou les familles ont parfois des pluviomètres chez eux, ne pas hésiter à leur faire verbaliser ce que s’y passe au quotidien. Cette expérience peut être mise en relation avec l’expérience 2 du panneau 2.

EXPERIENCE			
Mesurer la météo	Expérience 2	A partir du cycle 2	Avec animateur

L'anémomètre

Objectif

Comprendre comment on peut mesurer la vitesse du vent et comment fonctionne un anémomètre classique

Matériel

- Un ventilateur à vitesse variable,
- Un anémomètre du commerce,
- Un anémomètre « maison » (anémomètre à coupelle)
- Un dispositif type dispositif de Hooke (description en annexe)
- Une montre ou un téléphone pour mesurer le temps

Déroulement

Mettre le ventilateur en marche et placer l'anémomètre à une certaine distance. Une fois que la vitesse de l'anémomètre « maison » est stabilisée, compter le nombre de tours durant une minute ou 100 secondes.

Si on compte le nombre de tours durant une minute, alors on a la vitesse en m/h en multipliant par 60 et en km/h en divisant par 1000.
Si on mesure le nombre de tours durant 100 secondes, on a directement la vitesse en m/s en divisant par 100.

Connaissant le diamètre de l'anémomètre (ou en mesurant la circonférence avec une ficelle), calculer la vitesse du vent.

Comment faire pour calculer la vitesse du vent ? Ce calcul n'est pas accessible avant le CE2. Il faudra pouvoir l'expliquer simplement aux élèves.

Mettre l'anémomètre « du commerce » à la place de l'anémomètre « maison » et comparer les mesures obtenues.

Placer l'anémomètre de Hooke devant le ventilateur et établir la correspondance vitesse degré.

Indications

Pour plus de facilité, peindre une des coupelles de l'anémomètre « maison » pour compter plus facilement le nombre de tours. En fait le visiteur fait le travail du fréquencemètre.

La graduation du dispositif de Hoocke pourra se faire sur un papier.

EXPERIENCE			
Mesurer la météo	Expérience 3	A partir du cycle 2	Avec enseignant

Le thermomètre

Objectif

Faire des lectures sur un thermomètre.
Travailler sur des échelles (lecture et report de valeurs).
Comprendre les codes couleurs utilisés sur la plupart des graphiques liés au changement climatique, éventuellement faire des calculs.

Matériel

- Un thermomètre.
- Une fiche de relevé de température (en pièce jointe).

Déroulement

Pour une classe de primaire, un mois avant la visite, relever la température chaque jour (d'école), voire plusieurs fois par jour (récréation) en notant à chaque fois l'heure et reporter ces températures sur un graphique, ainsi que la température relevée à Biard à la même heure.

Sur le graphique, reporter ces deux mesures, indiquer en rouge les températures supérieures et en bleue celles inférieures.

Pour une classe « équipée », on pourrait envisager un traitement tableur.

Intérêt

La différence de température, marquée en rouge ou bleu, n'a que pour seuls intérêts que de :
- Prendre conscience qu'il y a des différences de température entre deux lieux proches, et se poser des questions à ce sujet (est-ce dû au climat, à l'instrument de mesure, à sa position (du coup expliquer les normes des stations météo), à...),
- Intégrer les codes couleurs (des graphiques concernant le changement climatique, mais aussi les bulletins météo des journaux, télé...)

Ressource

La température est un bon thème pour faire et apprendre des mathématiques. On trouvera en particulier de très nombreuses situations à étudier en classe et des éléments d'histoire dans la brochure :

- IREM de Poitiers, *Enseigner les mathématiques en 5^e à partir des grandeurs : les TEMPÉRATURES*, Poitiers, 2015.

EXPERIENCE			
Comment mesurer le climat	Expérience 2	A partir du cycle 2	Avec animateur

Graphique de pluviométrie

Objectif

Construire un graphique de pluviométrie.

Matériel

- Une tablette avec un repère (mois en abscisses et hauteur d'eau en ordonnées) et la liste des données.
- Un jeu de languettes plastiques magnétiques.

Déroulement

On donne la série suivante :

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
120	130	110	90	70	60	50	50	80	140	200	100

Pluviométrie par mois en mm.

Avant de commencer, en cycle 3, on peut poser des questions du type : quels sont les mois les plus pluvieux, les mois les plus secs, quelle est la pluviométrie annuelle... Réinvestir la fiche panneau 1 expérience 1, par exemple, combien est-il tombé de litres au m² durant le mois de juin ?

Pour le cycle 2, ces questions seront plus intéressantes et plus visuelles avec le graphique et auront plus de sens. Le graphique aura également plus de sens pour eux.

Déroulement

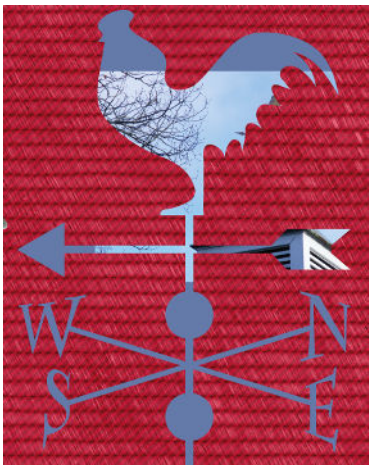
A l'aide des données du tableau et des languettes, construire l'histogramme des précipitations par mois.

Réorganiser les languettes pour comprendre ce que signifie pluviométrie moyenne mensuelle. Le calcul pourra être réalisé à partir du CE2.

Dès le cycle 2, on pourrait proposer de comparer la pluviométrie de différents mois. Par exemple, quel est le mois où il y a eu le plus de pluie ? Le moins de pluie ? Est-ce qu'il pleut plus en automne ou en hiver ? En hiver ou au printemps ?

DEFI			
Mesurer la météo	Défi 1	A partir du cycle 2	Avec animateur

Mesurer la vitesse du vent



Matériel

- un ventilateur à vitesse variable
- un anémomètre

Consigne

Comment mesurer la vitesse du vent ?

DEFI			
Mesurer la météo	Défi 2	A partir du cycle 3	Avec animateur

Mesurer le volume d'eau de pluie tombée

Graduer un pluviomètre

Matériel

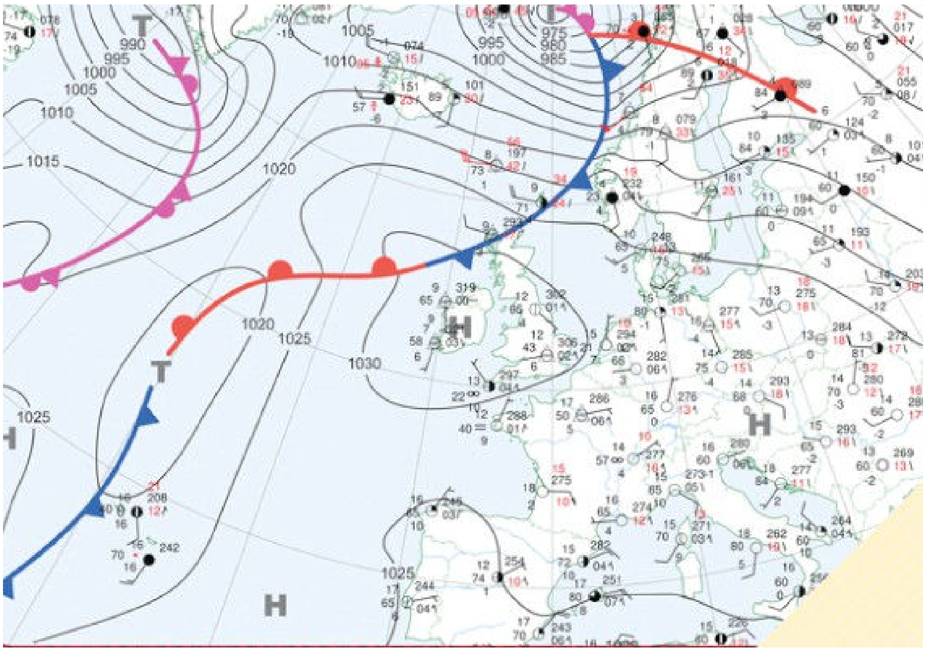
- 3 pluviomètres, un cylindrique gradué, un conique et un sphérique.
- 1 entonnoir conique.
- une bouteille d'eau.
- 1 feutre effaçable

Consigne

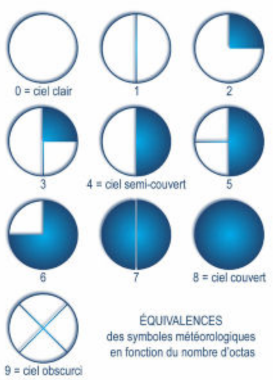
Comment graduer les pluviomètres conique et sphérique ?

DEFI			
Comment mesurer le climat ?	Défi 1	A partir du cycle 3	En autonomie

Le ciel était-il clair ?



Matériel



La table des pictogrammes donnant le nombre d'octas (ci-contre)

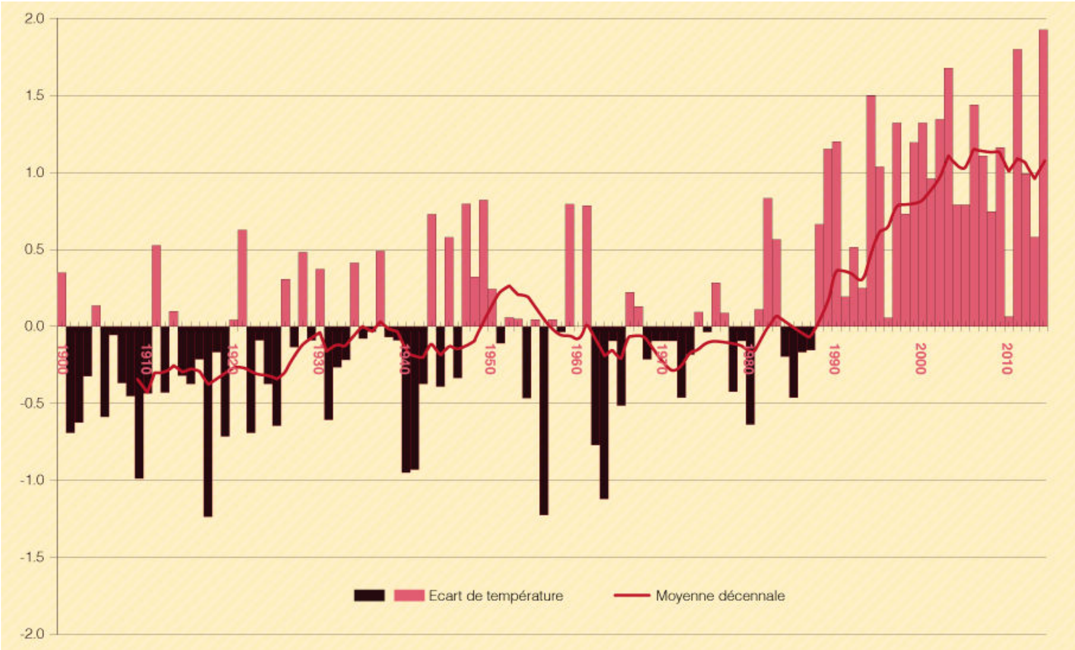
La carte météo ci-dessus figure sur le panneau.

Consigne

Ce jour là, le ciel était-il bleu à Bordeaux ?

DEFI			
Comment mesurer le climat ?	Défi 2	A partir du cycle 3	En autonomie

Température moyenne



Variation de la température moyenne annuelle de l'air, en surface, par rapport à la normale de référence : température moyenne en France (l'indicateur est constitué de la moyenne des températures de 30 stations météorologiques. Le zéro correspond à la moyenne de l'indicateur sur la période 1961-1990, soit 11,8°C).

Matériel

Le graphique du panneau

Consigne

Quelle a été la température moyenne en 1994 ? Et en 1909 ?

BIBLIOGRAPHIE

Le procès des étoiles

F. TRYSTRAM, Seghers, 1979, Petite bibliothèque Payot, 2001. (Fnac, 10 €)

En 1735, trois personnalités de l'Académie royale des sciences de Paris, Godin, Bouguer et La Condamine, sont envoyées au Pérou pour y mesurer un arc de méridien terrestre. L'expédition doit durer quelques mois, mais c'est compter sans les rivalités politiques, les ambitions personnelles et la faiblesse des hommes. La bonne entente cède bientôt le pas à la jalousie et à la haine. Puis l'Académie des sciences coupe les crédits. Forcés de vivre d'expédients, les savants français vont se lancer dans d'incroyables aventures. Seuls deux membres rentreront en France, les autres mourront ou sombreront dans la folie.

Florence Trystam a aussi écrit : L'Épopée du méridien terrestre, roman historique, (éd. J'ai lu, no 2013, 1979).

La Méridienne

D. GUEDJ, Seghers, 1987, Robert Laffont, 1997, Pocket éditions, 2003, collection Points Seuil , n° 2034, Les grands romans, 2008. (La Procure, 7,80 €).

Méchain et Jean-Baptiste Delambre, les astronomes et académiciens chargés par l'Assemblée Nationale de mesurer le méridien entre ces deux villes, afin de lui donner « pour tous les hommes, pour tous les temps «, une mesure universelle : le Mètre, dix millionième partie du quart de méridien terrestre. Bien vite, les sauf-conduits signés par le Roi les rendent suspects. Delambre est destitué par le Comité de salut public. Méchain, quant à lui, subit un terrible accident, est emprisonné en Espagne, puis se terre dans les Pyrénées, hanté par un doute : il se serait trompé dans ses mesures à Barcelone. Véritable expédition, cette traversée du territoire est une traversée de l'Histoire commencée aux funérailles de la monarchie et qui s'achève à l'aube de l'Empire.

Le Mètre du monde

D. GUEDJ, Seuil, 2000, Points Seuil, 2003. (Seuil, 18,80 €)

La Déclaration universelle des droits de l'homme et du citoyen avait fait les hommes égaux devant la loi, le système métrique les fit égaux devant la mesure des choses. Égalité politique, égalité métrologique. En choisissant un méridien terrestre pour étalon de mesure, les acteurs de la Révolution, savants et politiques, ont consacré la Terre commune à tous les hommes comme mesure de toute chose. Rencontre unique entre philosophie, politique et science, cette épopée de la mesure offre une image peu habituelle : celle de la Révolution française vue à travers l'élaboration du système métrique décimal. S'il est une « mondialisation » accomplie, c'est bien celle réalisée par le mètre aujourd'hui.

En 1988, Denis Guedj avait publié La Méridienne. Douze ans après, son regard sur l'aventure métrique a changé. La Méridienne et Le Mètre du monde composent un dytique traitant le même événement

Les cheveux de Bérénice

D. GUEDJ, Roman Seuil, 2003, et Points Seuil, 2004. (Seuil jeunesse, 20,30 €)

Dans le ciel d'Alexandrie entre la Vierge et le Lion, une nouvelle constellation vient de naître, les Cheveux du Bérénice. Pour que, des lointains champs de bataille, son époux Ptolémée Évergète revienne vivant, la reine Bérénice sacrifie sa chevelure à la déesse Isis. L'Égypte, IIIe siècle avant notre ère, rayonne de tous ses feux : le Phare, la Grande Bibliothèque, le Mouséion.

« Combien grande est la Terre ? » demande Évergète à Eratosthène, géographe, cartographe, mathématicien, et directeur de la Grande bibliothèque. Commence alors la marche de béton, le bématiste chargé de mesurer le Nil « pas à pas » depuis Alexandrie jusqu'à la première cataracte. Tandis qu'à la cour, débauche et assassinats gangrènent le pouvoir des nouveaux pharaons grecs. Témoin de cette aventure, le nain Obole, véritable carte humaine, qui porte le Nil tatoué sur son dos.

Les Cheveux de Bérénice est l'histoire de la première mesure de la Terre, confrontée à la démesure de la tragédie qui secoue la dynastie des Ptolémées.

La Révolution des savants

D. GUEDJ, Découvertes Gallimard, Sciences, 1988. (Gallimard, 15,60 €)

Attaquée de tous côtés, la Nation se lève. «La liberté ou la mort, vaincre ou mourir». En 1792, on manque de tout, d'hommes, de choses et d'art, comme on dit à l'époque. C'est la mobilisation des savants. 1794. La République Une et Indivisible veut en finir avec la diversité des mesures. Ainsi naît le mètre, la quarante millionième partie du méridien terrestre. Viendront aussi le système décimal, le télégraphe, des inventions par dizaines. Bailly, l'astronome, Condorcet, Laplace et Lagrange, les mathématiciens, Carnot, le stratège, Monge et Buonaparte, les géomètres, Chappe, l'ingénieur, Chaptal, Berthollet et Fourcroy, les chimistes...

Denis Guedj, mathématicien et écrivain, raconte avec brio la Révolution des savants.

Instruments scientifiques à travers l'histoire

Hébert Elisabeth, Dir. Barbin Evelyne, Ellipses, Paris, 2004 Collection : IREM - Epistémologie et Histoire des Mathématiques

Ce livre raconte la vie des instruments de navigation (arbalestrilles, sextants,…) mais aussi des cartes, portulans, sphères armillaires, globes célestes et terrestres, ou encore la vie d'instruments de cosmographie (astrolabes ou volvelles), de la mesure du temps et en particulier de cadrans solaires. A travers les livres de « géométrie pratique », on y parle d'unités de mesure, d'instruments de topographie et de tracé, en laissant place au calcul de proportions. Toute une variété de disciplines ouvrent la porte à la trigonométrie. Enfin, quelques machines (machine de Pascal, machine Enigma, analyseur harmonique) et systèmes articulés vous livrent leurs mystères.

Les mathématiques ne sont pas simplement un domaine de connaissances théoriques abstraites ; elles se concrétisent en un grand nombre d'instruments scientifiques qui font partie du patrimoine. Mais le patrimoine scientifique à la différence du patrimoine technique ou artistique est encore peu connu, peu analysé. L'ambition de ce livre, est de faire découvrir, en s'appuyant sur le patrimoine Haut-Normand, la richesse de ces instruments qui attestent de la multiplicité des champs d'application des mathématiques à travers l'histoire. Nous avons la certitude qu'en retrouvant les démarches simples que permettaient les instruments anciens présentés dans nos musées, démarches décrites dans les livres conservés dans nos bibliothèques, les mathématiques gagnent en lisibilité. Les instruments font sortir les mathématiques de leur tour d'ivoire.

L'astronomie à l'école
Hors série des Cahiers Clairaut n°12, CLEA, Paris, 2016 (clea, 16 €)
http://clea-astro.eu/avec-nos-eleves/ecole-elementaire

Mathématiques et astronomie, Ecole élémentaire, collège, lycée (clea, 12 €)
Hors série des Cahiers Clairaut n°10, CLEA, Paris, 2012

Astronomie : la géométrie de l'univers
Bibliothèque Tangente, Hors série n°21, Editions Pole, Paris 2005 (18 €)
Dossier 1 : L'Univers et son histoire
L'astronomie sera toujours, selon la phrase d'Évry Schatzman, « la plus ancienne et la plus neuve de toutes les sciences «. liée à Dieu, à la philosophie, aux mathématiques, aux autres sciences, elle est à la fois mère et sœur de tous les savoirs et de toutes les cultures. Mieux : ne serait-il pas la «science première « ?
Le système solaire / Vingt-cinq siècles d'astronomie / Tycho Brahé / Sciences et magie… étrange alchimie! / Cherchez le centre / Une main de fer dans un gant d'acier! Urbain Le Verrier / Les compteuses d'étoiles
Dossier 2 : Le mouvement
Les Anciens pensaient que tous les astres décrivaient des cercles autour d'une Terre immobile. Puis vinrent Copernic, Galilée, Kepler, Newton, Einstein… nous invitant à sans cesse repenser la manière dont se meuvent les objets de l'Univers les uns par rapport aux autres. Au cœur du mouvement, on découvrit des courbes merveilleuses : les coniques. Jamais las d'observer le ballet des objets célestes, on apprit aussi à le prévoir.
Des courbes célestes : les coniques / La loi des aires démontrée par Newton / Le principe de relativité / Les récurrences de Vénus / La mécanique des éclipses / Problème : le passage de Vénus
Dossier 3 : Mesurer le lointain
A quelle distance de nous se trouvent les étoiles et les planètes? Comment mesurer ce qui est à peine visible à l'œil nu? Au secours de l'astronomie, il y a d'abord la géométrie, qui offre d'ingénieuses méthodes de calcul. Enfin, les progrès de la science des astres sont indiscutablement liés à l'évolution des instruments de mesure.
Lunette ou télescope? / De Descartes aux télescope géants / La mesure des distances / La statistiques des étoiles / Le cycle stellaire
Dossier 4 : L'Astronomie aujourd'hui
Si l'astronomie est la ^plus ancienne des sciences, c'est aussi celle qui a progressé le plus au cours des vingt dernières années, davantage qu'en toute autre époque. Par ses conditions extrêmes, l'Univers est un laboratoire idéal pour le physicien, le chimiste… et offre un potentiel de découverte considérable.
Expérimenter la relativité / Les mathématiques cosmiques / Les planètes extrasolaires / Il manque de la matière dans l'univers.

Mathématiques et développement durable
Bibliothèque Tangente, Hors série n°67, Editions Pole, Paris 2019 (22 €)
Le développement durable est un thème d''actualité autour duquel circulent de nombreuses informations. Parmi elles, il faut savoir distinguer les faits avérés, essentiellement liés à des observations passées, les projections vers l'avenir, qui s'appuient sur des modèles mathématiques, mais ne convergent pas toujours, et les affirmations erronées qui sont une constante quand un dogme est en jeu.

Cet ouvrage s'efforce de dresser un panorama objectif des outils mathématiques utilisés dans la modélisation du climat, dans l'analyse des sources d'énergie ou dans les prévisions d'évolution des populations.

Il étudie les solutions proposées, qui ne sont pas si simples, voire parfois même déroutantes.

En effet, de multiples paradoxes émergent lorsque l'on creuse certains sujets, comme celui des transports. Car toutes les questions posées par le développement durable sont interconnectées et une solution à l'un des problèmes peut avoir des répercussions pas forcément très heureuses sur d'autres domaines.

Chronique du climat en Poitou-Charentes Vendée

Jean-Luc Audé, - Lonali éditions, Mairé-Levescault (79), 2006.

Chronologie des phénomènes météorologiques et naturels du Moyen Age au XXème siècle.

Comment la terre est devenue ronde

Mitsumasa Anno, L'école des loisirs, Paris, 1982, 200, 2012 (Collections Albums, 12,70 €, collection Lutins, 5 €)

Ce livre est l'odyssée des grands aventuriers, des grands découvreurs, des grands savants qui ont affirmé un peu trop tôt pour leur époque qu'il devait bien y avoir quelque chose au bout de l'océan, que le ciel ne tournait pas au-dessus de nous, mais que c'était bien la Terre qui tournait sur elle-même parce qu'elle était ...ronde ! C'est aussi un livre sur ces moments de l'Histoire où l'on prenait les génies pour des fous ou pour des sorciers. Des fous et des sorciers sans qui nous serions peut-être encore persuadés que notre Terre est plate...

La Terre est un cadran solaire

Mitsumasa Anno, L'école des loisirs, Paris, 1986

Les utilisations du cadran solaire et la représentation de la Terre expliquée aux enfants à partir de 8/9 ans.

Voyage en Laponie de Monsieur de Maupertuis

Elisabeth Badinter, Jacqueline Duheme

La Terre est-elle allongée au deux pôles comme une courge ou aplatie comme une mandarine ?

Le meilleur moyen de le savoir c'est de partir, près du cercle polaire, en Laponie, mesurer la longueur d'un degré du méridien terrestre.

Monsieur de Maupertuis et ses amis se portent volontaires pour cette expédition. Ils partent de Paris le 20 avril 1736. Et rien ne les arrêtera, ni le froid redoutable, ni les montagnes, ni les fleuves gelés, ni les moustiques, ni la cuisine lapone.

Ils reviendront le 20 août 1737 avec inscrite dans les calculs de leur carnet de bord, la forme du globe terrestre... Mais les savants français sont-ils prêts à l'accepter ?

BIBLIOGRAPHIE ET SITOGRAPHIE GÉNÉRALE

PÔLE 1 : MESURER LA TERRE

Mesure du rayon de la terre

https://fr.wikipedia.org/wiki/Ératosthène

http://culturemath.ens.fr/content/la-mesure-de-la-circonf%C3%A9rence-terrestre-par-ératosthène

http://xml.climatetmeteo.fr/exist/rest/db/rel/data-xhtml/AstronomieUnivers/EratostheneEtLaMesureDuRayonDeLaTerre/onepage.xhtml

https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01663284/document

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/201005151447_NE_CSM%2C_Sonnenuhr%2C_Kalkstein%2C_1._Jh.jpg

Cléomède, Théorie élémentaire (De motu circulari corporum caelestium), Revue d'histoire des sciences 35-2, éd. Richard Goulet ,1982.

Latitude-Longitude

https://www.gps-longitude-latitude.net/coordonnees-gps-de-new-york

http://clea-astro.eu/lunap/Coordonnees

http://www.breves-de-maths.fr/a-la-recherche-des-longitudes/

http://www.museemarinpourenfants.org/le-secret-des-longitudes.html

https://www.science.lu/fr/lappareil-huygens/comment-mesurer-le-temps-maniere-precise

https://www.hautehorlogerie.org/fr/encyclopedie/horlogers-celebres/s/christian-huygens/

https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronom%C3%A8tre_de_marine

https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronom%C3%A8tre_de_marine#/media/File:Chronom%C3%A8tre_%C3%A0_suspension.jpg

Planispère

https://fr.wikipedia.org/wiki/Sph%C3%A8re

http://www.clg-monnet-briis.ac-versailles.fr/Modele-de-sphere

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/24/Lambert_conformal_conic.svg

https://fr.wikipedia.org/wiki/Projection_azimutale_%C3%A9quivalente_de_Lambert#/media/Fichier:Lambert-azimuthal-equal-area.jpg

http://images.math.cnrs.fr/spip.php?page=image&id_document=624

https://fr.wikipedia.org/wiki/Projection_cartographique

https://fr.wikipedia.org/wiki/Projection_conique_conforme_de_Lambert

https://fr.wikipedia.org/wiki/Projection_azimutale_%C3%A9quivalente_de_Lambert

https://fr.wikipedia.org/wiki/Projection_st%C3%A9r%C3%A9ographique

La méridienne

https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9ridienne_(g%C3%A9od%C3%A9sie)#/media/File:M%C3%A9ridienne_Picard.jpg

PÔLE 2 : MESURER LES LONGUEURS

Mesures avec la coudée et fractions égyptiennes
Keller Olivier, L'algèbre et le calcul en Égypte ancienne, IREM de Lyon, 1986.

Unités corporelles, nombre d'or et pentagone
http://villemin.gerard.free.fr/Biologie/Vitruve.htm
http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2012/126/nombredor.pdf
http://www.apmep-aix-mrs.org/bulletin/num01/load/numero1.pdf
http://aviatechno.net/unites/pieds.php
http://www.maths-et-physique.net/article-13062917.html
https://debart.pagesperso-orange.fr/1s/angle_trigo.html#pi_5

Définition du mètre et système décimal
Histoire du mètre :
https://www.wikiwand.com/fr/Figure_de_la_Terre_et_histoire_du_m%C3%A8tre
http://histoire.du.metre.free.fr/fr/index.htm
Guedj Denis, Le mètre du Monde, Seuil, 2000
Guedj Denis, La méridienne, Seghers, 1987
Guedj Denis, La Révolution des savants, Découvertes Gallimard, Sciences, 1988

Stevin, La Disme
- Présentation, contenu, éditions, études sur le Portail des IREM :
http://www.univ-irem.fr/spip.php?article1359
- Éditions en ligne :
http://operation.maths.free.fr/publi2/Edition%20de%20la%20disme.pdf
http://adcs.home.xs4all.nl/stevin/telconst/10sme.html

Courbe de Peano et fractales
Les fractales. Réflexions et travaux pour la classe, IREM de Poitiers (1996).
https://fr.wikipedia.org/wiki/Courbe_de_Peano_(analyse)

Pi et la mesure du cercle par Archimède
Archimède, La mesure du cercle, dans les Œuvres d'Archimède traduite par Peyrard, Paris, 1807, disponible en ligne sur Gallica (BNF).
Histoire d'algorithmes, chap. 5, De la mesure du cercle au calcul de π, Chabert & alii, Belin.
Numéro spécial π, ou Le nombre « pi », ADCS ou brochure APM n°400, 1980.
(http://publimath.univ-irem.fr/biblio/AVM80001.htm)
Le fascinant nombre pi, Delahaye Jean-Paul, Belin, 2018 (nombreuses éditions).

Croix du bûcheron

https://www.youtube.com/watch?v=IJnYybdEC58

http://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/croixexplicatif.pdfl

Documents pédagogiques

- Enseigner les mathématiques en cycle 3 à partir des grandeurs : Matériaux pour expérimenter, Fascicule 1 (CM1 & CM 2), IREM de Poitiers, 2016.
- Enseigner les mathématiques en sixième à partir des grandeurs : Les LONGUEURS, IREM de Poitiers, 2012.
- Enseigner les mathématiques en cycle 4 à partir des grandeurs : Les LONGUEURS, IREM de Poitiers, 2016.
- Étude de la disme de Stevin de Bruges, Joël Briand, Marie-Lise Peltier (Formation pour des professeurs des écoles)

https://halshs.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/495125/filename/etude_de_la_disme.pdf

- 1789-1840 : La mise en place du système métrique. L'exemple des Deux-Sèvres. Travail interdisciplinaire aux Archives Départementales des Deux-Sèvres, CDDP Niort, 1990

PÔLE 3 : MESURER LES AIRES

Origine de la géométrie

http://www.breves-de-maths.fr/carrer-la-terre-une-origine-de-la-geometrie/

http://images.math.cnrs.fr/Carrer-la-Terre-une-origine-de-la-geometrie

http://culturemath.ens.fr/histoire%20des%20maths/htm/Proust12/problemes-de-partage.html#1

Marolois

https://books.google.fr/books?id=6neKZ5sQMGcC&pg=PA53&dq=marolois+geom%C3%A9trie+aires&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwiIne7vhKjcAhVDElAKHV5IDsgQ6AEIKDAA#v=onepage&q=marolois%20geom%C3%A9trie%20aires&f=false

Zendrini

http://www.treccani.it/enciclopedia/bernardino-zendrini_res-b901fa57-8bb8-11dc-8e9d-0016357eee51_%28Enciclopedia-Italiana%29/

Jean Louis Braheim, Histoire de géomètres et de géométrie, Le pommier,2011.

Arpentage

D. Puille, Cours complet d'arpentage élémentaire, théorie et pratique, ED. Fouraud, 1887 disponible sur https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k55522494/f269.image.texteImage

Histoire de la géométrie

Peyrard, Les éléments de géométrie d'Euclide, Ed. Louis, 1804 disponible sur Gallica.

Jean Claude Martzloff, le matin des mathématiciens, Ed. Belin,1985.

La théorie des indivisibles
APMEP, N°65, Fragments d'histoire des mathématiques.

Documents pédagogiques

- Enseigner les mathématiques en cycle 3 à partir des grandeurs : Matériaux pour expérimenter, Fascicule 1 (CM1 & CM 2), IREM de Poitiers, 2016.
- Enseigner les mathématiques en sixième à partir des grandeurs : Les AIRES, IREM de Poitiers, 2010.
- Enseigner les mathématiques en sixième à partir des grandeurs, Fabrice Tarra, Repères IREM n°78, janvier 2010, (http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/IWR10011.htm), article en ligne sur le Portail des IREM (Repères IREM). Une étude approfondie sur la mise en place du chapitre sur les aires en cycle 3 (pages 75-87)

PÔLE 4 : MESURER LES VOLUMES

Mesures publiques à Pompéi
https://mediterranees.net/voyageurs/pompeia/chapitre_4/Mesures.html

Le remplissage des mesures
Le mètre du Monde de Denis Guedj, chapitre 19 (voir bibliographie générale)

Velte ou jauge à tonneaux
http://forezhistoire.free.fr/images/Therrat-VDF-89-90.pdf
http://www.laconfreriedesfinsgoustiers.org/2017/10/la-velte-ou-jauge-a-tonneaux.html

Format des boites de conserve
https://fr.wikipedia.org/wiki/Boîte_de_conserve#Formats

Cubage des bois
http://jymassenet-foret.fr/cours/dendrometrie/coursdendrometrieppt/versionspdfdespptdendro/dendrometriechap4ppt.pdf

Vidéo sur les calculs de volume : du pavé à la sphère (excellente)
https://www.youtube.com/watch?v=1oS1sMcLj2A

Méthode des indivisibles
- Accromaths : Les indivisibles de Cavalieri
http://accromath.uqam.ca/2017/03/les-indivisibles-de-cavalieri/
- Méthodes des indivisibles, Marcel Franz, Bulletin APMEP n°497
https://www.apmep.fr/IMG/pdf/AAA12015.pdf
- Wikipédia : article Méthode des indivisibles
https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_des_indivisibles
Archimède et le volume de la sphère
- Vincent Pantaloni, 2012 : http://prof.pantaloni.free.fr/IMG/pdf/Archimede-vol-sph-2.pdf

La Documents pédagogiques

- Enseigner les mathématiques en cycle 3 à partir des grandeurs : Matériaux pour expérimenter, Fascicule 1 (CM1 & CM 2), IREM de Poitiers, 2016.
- Enseigner les mathématiques en sixième à partir des grandeurs : Les VOLUMES, IREM de Poitiers, 2011.
- Les volumes en classe de sixième, Jean-Paul Guichard, Repères IREM n°76, juillet 2009, (http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/IWR09013.htm), article en ligne sur le Portail des IREM (Repères IREM).
- Le volume de la boule en troisième, Sébastien Peyrot, Repères IREM n°77, octobre 2009, (http://publimath.irem.univ-mrs.fr/biblio/IWR09016.htm), article en ligne sur le Portail des IREM (Repères IREM).
- Volume de la pyramide (dans l'histoire et en classe) : Le volume de la pyramide chez Euclide, Liu Hui, Cavalieri et Legendre, Mercier Jean-Paul, in Les mathématiques éclairées par l'histoire : Des arpenteurs aux ingénieurs, Vuibert, 2012
- Méthodes de démonstration des formules d'aires et de volumes dans l'enseignement allemand : Pourquoi démontrer ?, Cabassut Richard, Repères IREM n°47, 2012, article en ligne sur le Portail des IREM (Repères IREM).

PÔLE 5 : MESURER LE MONDE LOINTAIN

CLEA :

L'astronomie à l'école (école primaire, cycle 3, collège)
Hors série n°12 nouvelle édition des Cahiers Clairaut
lien https://ventes.clea-astro.eu/hors-serie/104-hs12-astronomie-a-l-ecole.html

Les saisons et les mouvements de la Terre-distance
Pierre Causeret et Liliane Sarrazin
lien https://www.belin-editeur.com/les-saisons-et-les-mouvements-de-la-terre

Mathématiques & Astronomie (école élémentaire, collège, lycée)
Hors série nouvelle formule des Cahiers Clairaut n°10 ISSN 0758-234X
lien https://ventes.clea-astro.eu/hors-serie/6-hs10-astronomie-et-mathematiques.html

Les constellations
Hors série n°11 ISSN 0758-234X
lien https://ventes.clea-astro.eu/hors-serie/82-hs11-les-constellations.html

Le Soleil
du cycle 3 au lycée
HS n°14 des Cahiers Clairaut
Lien https://ventes.clea-astro.eu/hors-serie/133-hs14-lesoleil.html

Site web du CLEA (Comité de Liaison des Enseignants Astronomes)
lien http://www.clea-astro.eu

Cahiers Clairaut
publication saisonnière (aux équinoxes et solstices)
n°167 septembre 2019 sur le Thème de l'Astronomie en Maternelle ISSN 0758-234X
lien https://ventes.clea-astro.eu/home/142-cc-167-automne-2019-imprime.html
Les cahiers Clairaut sont aussi en ligne (et en accès gratuit année n+3) : http://clea-astro.eu/archives/web/index.php

Lot de 6 maquettes CLEA
lien https://ventes.clea-astro.eu/maquettes/113-lot-de-6-maquettes.html

Accromath Mesurer l'univers volume n°4 . Hiver-Printemps 2009
lien http://www.accromath.uqam.ca/accro/wp-content/uploads/2013/04/Vol.4.1.pdf

Arpenter l'univers
Gilles Dodray
Comment observer, photographier & filmer le ciel en direct, Vuibert

Le Ciel à portée de main
50 expériences d'astronomie
Pierre Causeret, Jean-Luc Fouquet, Liliane Sarrazin-Vilas
lien https://www.belin-editeur.com/le-ciel-portee-de-main

La Lune à portée de main
Phases, éclipses, marées
Pierre Causeret, Jean-Luc Fouquet, Liliane Sarrazin-Vilas
lien https://www.belin-editeur.com/la-lune-portee-de-main

PÔLE 6 : MESURER LE CHANGEMENT CLIMATIQUE
Un livre de référence sur l'histoire du climat :
Histoire du climat depuis l'an mil Emmanuel Le Roy Ladurie Flammarion 1967.
Une étude du climat de certaines régions vu par un historien.

Site généraux sur la météo et le climat

Météo France :
http://www.meteofrance.fr
Le site de référence sur la météo et le climat, de nombreuses fiches sur les instruments de mesures, le climat passé…

Le site de la NOAA (National oceanic and atmospheric administration
https://www.ncdc.noaa.gov/

Météociel
http://www.meteociel.fr/
Permet de suivre en direct l'évolution de différents paramètres météo ; la pression, la température…

La page infoclimat, la météo, mais aussi de nombreuses fiches pédagogiques
https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/poitiers-biard/07335.html

La page Wikipédia sur les instruments de mesure de la météorologie :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Cat%C3%A9gorie:Instrument_de_mesure_m%C3%A9t%C3%A9orologique

Changement climatique et influence de différents facteurs
https://www.youtube.com/watch?v=-gHUHoqBn-Y
Evolution de la température avec en parallèle des facteurs comme le volcanisme, les cycles solaire ou la teneur en CO2 de l'atmosphère…

Records météo :

Sur Poitiers, les normales saisonnières, la météo passée, les prévisions...
https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1981-2010/poitiers-biard/phenomenes/07335.html

Dans le monde :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Records_de_temp%C3%A9rature_sur_Terre

Document pédagogique
* Enseigner les mathématiques en 5e à partir des grandeurs : Les TEMPERATURES, IREM de Poitiers, 2015.