

Exposition :
Regards sur les Mathématiques,
Itinéraires Méditerranéens

Livret de formation

COMPTER

MESURER

REPERER

REPRESENTER

EMERGENCE

1. PRESENTATION

1.1 DE CE DOCUMENT

L'objectif de ce document est d'aider les personnes concernées à bien préparer leur visite de notre exposition. Il rappelle sa structure et donne des indications sur les contenus associés à chaque panneau en fonction du niveau des élèves visiteurs.

Quelques propositions sont faites également en fonction du temps disponible pour la visite.

Le lien de la page Internet de l'exposition est donné dans le pied de page : c'est là que seront données les informations pratiques en temps réel.

1.2 DE L'EXPO

L'exposition « **Regards sur les mathématiques, itinéraires méditerranéens** », est un voyage à travers la Méditerranée qui explore la circulation des savoirs scientifiques, ceux qui ont permis que se forment des idées et des concepts toujours vivants dans les mathématiques d'aujourd'hui. Images, textes, objets, instruments sont présentés autour de cartes montrant comment la science mathématique s'est développée et diffusée. Une frise chronologique permet par ailleurs de resituer les événements évoqués dans leur contexte historique, en mettant en évidence l'échelle considérable de temps sur laquelle cette aventure s'est déroulée.

C'est à partir des recherches des dernières décennies qu'on a mieux situé les apports respectifs des différentes civilisations autour de la Méditerranée, dans la perspective historique des interactions et de la transmission des savoirs. Les babyloniens ont posé les prémices du calcul et de la géométrie et fourni les bases expérimentales de l'astronomie. L'antiquité grecque a vu un développement considérable de ces concepts et la naissance du raisonnement scientifique. Les savants arabes du Moyen-Age, comme cela a été montré à la fin du XXe siècle, ont été non seulement les fondateurs de l'algèbre moderne, mais surtout les médiateurs entre la science antique et l'Europe médiévale. Il restait alors aux scientifiques de la Renaissance à synthétiser cet imposant corpus de savoirs pour permettre l'émergence de la science moderne.

2. DESCRIPTIF

Cette exposition, sans prétendre à l'exhaustivité, présente quelques-uns des événements historiques particulièrement significatifs regroupés dans cinq espaces : Compter, Mesurer, Repérer, Représenter, Emergence des mathématiques.

Pour la plupart de ces thèmes, une activité ou une animation est proposée. Un approfondissement « pour en savoir plus » est également disponible sous forme de document papier ou audio-visuel.

Carte de repérage



Frise



La route des chiffres en Méditerranée

COMPTES



Objectifs :

Observer les évolutions de la graphie des chiffres, selon les lieux et les époques.

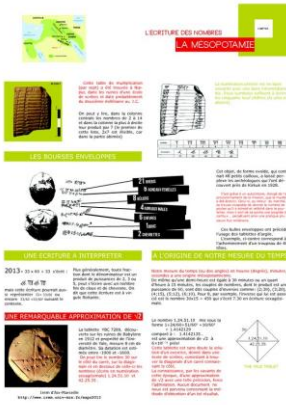
Niveau :

Tous niveaux

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Quelques repères historiques, un focus sur l'histoire particulière du zéro.

L'écriture des nombres



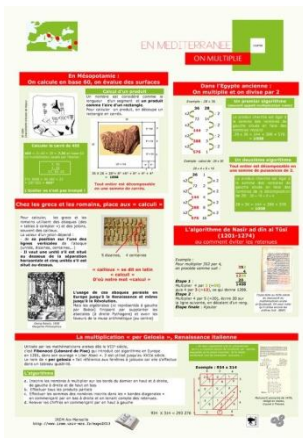
Objectifs :

Montrer comment l'écriture des nombres est née en Mésopotamie, il y a 4 000 ans.

La numération est en base 60, et n'utilise ni zéro, ni virgule. On retrouve ces écritures d'abord sur des bourses enveloppes utilisées pour le commerce, puis sur des tablettes d'argile. Ces tablettes gardent leur fonction première mais sont aussi utilisées comme supports pédagogiques dans les écoles de scribes (tables de multiplication, exercices résolus...).

Niveau : Collège

Multiplier autour de la Méditerranée



Sous-titres :

En Mésopotamie : On calcule en base 60, on évalue des surfaces

Dans l'Égypte ancienne : On multiplie et on divise par 2

Chez les grecs et les romains, place aux « calculi »

L'algorithme de Nasīr ad dīn al Tūsī

La multiplication « per Gelosia », Renaissance italienne

Objectifs :

A l'heure où l'enseignement de l'algorithmique est entré dans le secondaire, on pourrait penser qu'il s'agit d'une notion nouvelle apparue avec l'informatique.

En fait, dès que l'homme a eu besoin de calculer, il a construit des algorithmes pour effectuer ses calculs. Ce panneau montre quelques exemples célèbres pour effectuer des produits rencontrés à différentes époques autour de la méditerranée.

Niveau : À partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Sur différents exemples, on y reprend quelques techniques en explicitant les propriétés mathématiques qu'elles utilisent.

À noter :

- Dans une vidéo, on peut voir la mise en œuvre des algorithmes de multiplication sur abaque et « per gelosia »
- Sur la table devant le panneau, on peut s'exercer à effectuer des produits en utilisant les algorithmes présentés ici.



Les mathématiques en Occitanie

L'Occitanie, plaque tournante de la diffusion des connaissances



Sous-titres :

La présence arabe en Al-Andalus.
Gerbert d'Aurillac
Les traducteurs de Tolède
Fibonacci
Les traductions hébraïques
Les manuscrits d'arithmétique commerciale
La grande époque des livres imprimés
Pierre de Fermat

Objectifs :

Montrer comment du Xe au XIVE siècle, l'Occitanie, voisine des possessions ibériques des arabes, a joué le rôle de plaque tournante de la diffusion des connaissances méconnues en Europe : le savoir géométrique des mathématiciens grecs étudié et traduit par les lettrés et savants de langue arabe, ainsi que leurs apports en arithmétique et algèbre.

Niveau : À partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

Il enrichit les idées développées sur le panneau.
Pour faciliter la lecture du panneau, un commentaire audio accessible par QRcode reprend ces compléments.

Une tablette babylonienne : IM55357

MESURER



Sous-titres :

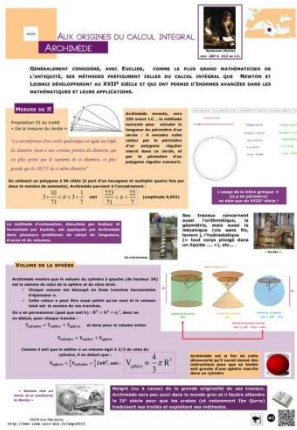
Objectifs :

Il s'agit d'un exemple de tablette babylonienne datant de 1800 av J-C. Elle expose un exercice donné dans les écoles de scribes de l'époque : celui-ci comporte plusieurs calculs dans un triangle rectangle, faisant appel aux propriétés des triangles semblables et à des calculs d'aires. Il s'agit des prémices du théorème de Pythagore, démontré seulement plus d'un millénaire plus tard.

Niveau : Collège

« Pour en savoir plus » :

- Commentaire audio sur les tablettes babyloniennes.
- Panneau à lire en lien avec celui sur la numération « Berceau de l'écriture des nombres : la Mésopotamie ».



Archimède, aux origines du calcul intégral



Sous-titre :

Généralement considéré, avec Euclide, comme le plus grand mathématicien de l'antiquité, ses méthodes préfigurent celles du calcul intégral que Newton et Leibniz développeront au XVIIème siècle et qui ont permis d'énormes avancées dans les mathématiques et leurs applications.

Objectifs :

Présenter deux exemples de méthodes utilisées par Archimède (encadrement de π par des nombres rationnels et calcul du volume de la sphère) qui préfigurent le concept de calcul intégral et différentiel apparu presque 2000 ans plus tard.

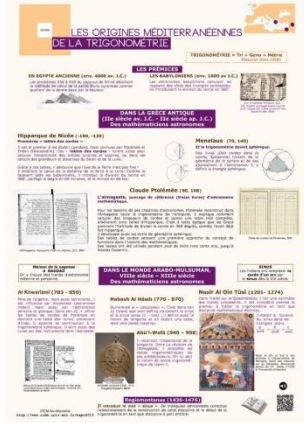
Niveau : A partir de la 3^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Détail du calcul d'Archimède pour l'approximation de π
- Deux démonstrations de sa fameuse « quadrature de la parabole », dont une en utilisant explicitement la méthode d'exhaustion.

A noter :

- Audio de présentation de ses autres apports aux sciences
- Animation vidéo Geogebra illustrant le calcul du volume de la sphère.



Les origines méditerranéennes de la trigonométrie

MESURER

Sous-titres :

Dans la Grèce Antique (II^e siècle av. J.C. - II^e siècle ap. J.C.), des mathématiciens astronomes : Hipparque de Nicée, Ménélaus, Ptolémée

Dans le monde arabo-musulman, VIII^e siècle – XIII^e siècle, des mathématiciens astronomes : Al Khwarizmi, Habash Al Hāsib, Nasīr Al Dīn Tūsī, Abū'l-Wafā ;

En Europe : Regiomontanus

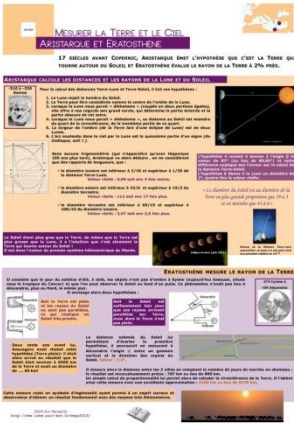
Objectifs :

Montrer comment la trigonométrie a émergé à partir de la demande des astronomes qui avaient un grand besoin de mesurer et calculer des angles. A partir des travaux des astronomes-mathématiciens de la Grèce Antique dont les travaux sont restés une référence jusqu'au Moyen Age, les mathématiciens arabo-musulmans les ont améliorés et transmis en Europe.

Niveau : A partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Une étude plus détaillée des travaux des mathématiciens-astronomes cités dans le panneau
- Audio de présentation du panneau



Aristarque et Eratosthène, mesurer la terre et le ciel



Sous-titre :

17 siècles avant Copernic, Aristarque émet l'hypothèse que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil et Eratosthène évalue le rayon de la Terre à 2% près.

Objectifs :

Pour Aristarque : présenter, dans une forme proche de l'original, ses hypothèses, calculs et valeurs obtenues pour les distances Terre-Lune, et Terre-Soleil. Donner la conclusion qu'il en a tirée. Comparer ses valeurs aux valeurs actuelles.

Pour Eratosthène : présenter le raisonnement qui lui a permis de calculer le rayon de la Terre avec une telle précision.

Niveau : À partir de la 3^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Détails d'une démonstration d'Aristarque, sous sa forme originelle et « traduite » en langage contemporain.



Un bijou pour observer le Ciel... L'astrolabe



Sous-titre :

En grec, astrolabe signifie "prendre les étoiles", parce qu'avec cet instrument de mesure, on peut en effet déterminer la position des astres et mieux "lire" le ciel. Ces superbes objets ont joué un rôle considérable dans la Science arabe.

Objectifs :

Présenter ce fabuleux instrument : rapide historique, principe de fabrication, différentes parties, utilisations. Des photos d'instruments d'époques différentes sont données. Un exemple d'utilisation (détermination de la latitude d'un lieu d'observation) est détaillé.

Niveau : À partir de la 3^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Photos d'astrolabes

Instruments de mesure :



LES INSTRUMENTS A TRAVERS LE TEMPS

Etymologiquement, "Instrument" vient du latin "instruere" : "disposer, équiper", qui a donné "instruire".
L'instrument scientifique peut avoir plusieurs fonctions :

- mesurer, manipuler, comparer, compter, repérer, représenter
- accroître la puissance de nos forces (vis, levier, poulie, treuil)
- permettre l'expérimentation.

Les instruments scientifiques ont une place très importante dans la construction des savoirs scientifiques et nous avons souhaité en présenter certains dans cette exposition.

Nous ne disposons pas d'instruments scientifiques datant de la préhistoire néanmoins les alignements de Carnac datés de 3000 ans par exemple ont un lien indiscutable avec les observations astronomiques.

Au cours de la période protohistorique des progrès techniques considérables sont réalisés dans le travail des matériaux et nous devons aux astronomes babyloniens le zodiaque, la division du cercle en 360 degrés et du degré en soixante minutes.

Le miracle grec voit « l'homme penser avec sa main » selon Anaxagore. L'équerre ou le compas étaient des outils avant d'être des instruments scientifiques et le génie des mécaniciens grecs est certainement d'avoir mis en évidence les principes théoriques du savoir technique.

Reprenant les travaux des grecs, les scientifiques arabes utilisent des instruments comme l'astrolabe et les améliorent. Probablement inventé par Hipparque, perfectionné par Ptolémée, on retrouve l'astrolabe à toutes les époques, dans tout l'occident et en grande quantité.

Avec le besoin de mesurer l'inaccessible, probablement à des fins militaires, au moyen-âge il se développe des instruments assez rudimentaires comme les carrés et quadrants géométriques, les bâtons de Jacob,...

Même si le contenu mathématique de ces instruments est intéressant, la précision, elle, l'est beaucoup moins !

Il est donc naturel de trouver à la renaissance de nombreux instruments anciens et de voir apparaître d'autres instruments (en particulier pour mesurer des distances éloignées) afin de les faire évoluer. Le XVIème siècle voit donc fleurir toute une série d'instruments (pour la plupart en cuivre et laiton) reposant sur le principe de la mesure des angles (graphomètres, compas d'arpentage, cercles hollandais, théodolites,...). Ces instruments seront perfectionnés par les techniques de visée, par la précision des lectures d'angle et plus tard avec l'apparition de la lunette.

Nous avons choisi de manipuler, présenter certains de ces instruments afin de les comprendre, de les faire d'expérimenter mais également pour le plaisir des yeux !

IREM Aix-Marseille
http://www.irem.univ-mrs.fr/expo2013

Les instruments scientifiques ont une place très importante dans la construction des savoirs scientifiques et nous avons souhaité en présenter certains dans cette exposition afin de les comprendre, de les faire manipuler, d'expérimenter mais également pour le plaisir des yeux !

LE PRINCIPE DU CARRÉ GEOMETRIQUE

Qu'est-ce qu'un carré géométrique ?

Il s'agit d'un instrument de mesure d'angles, composé de deux règles en bois ou en métal, articulées à un angle droit. On le utilise pour mesurer des angles ou pour tracer des angles droits.

Utilisation : Pour mesurer un angle, on aligne une des règles avec une des cotés de l'angle. L'autre règle indique alors la mesure de l'angle.

Le Carré Géométrique

LE PRINCIPE DE L'ARBALESTRILLE

Le principe de l'arbalétrille : C'est un instrument de mesure de distance basé sur le principe de la similitude des triangles. On utilise une arbalétrille (un arc à double détente) pour mesurer la distance d'un point à un autre.

Utilisation : On se place à une certaine distance de la ligne de visée. On vise l'objet à mesurer. La distance mesurée est proportionnelle à la distance de l'objet.

L'Arbalétrille

LE PRINCIPE DU GRAPHOMETRE

Le principe du graphomètre : C'est un instrument de mesure d'angles et de distances. Il est composé d'un cercle gradué, d'un alidade et d'un niveau.

Utilisation : On utilise le graphomètre pour mesurer des angles et des distances. On aligne l'alidade avec une des cotés de l'angle à mesurer.

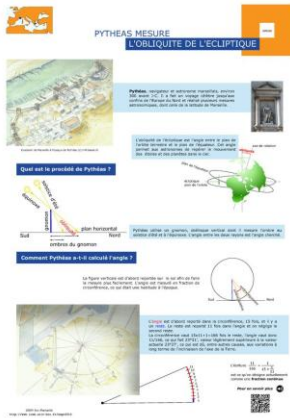
Le Graphomètre

LE PRINCIPE DU TRIGOMETRE

Le principe du trigonomètre : C'est un instrument de mesure de distance basé sur le principe de la trigonométrie. On utilise un triangle rectangle pour mesurer la distance d'un point à un autre.

Utilisation : On se place à une certaine distance de la ligne de visée. On vise l'objet à mesurer. La distance mesurée est proportionnelle à la distance de l'objet.

Le Trigonomètre



Pythéas mesure l'obliquité de l'écliptique

REPERER

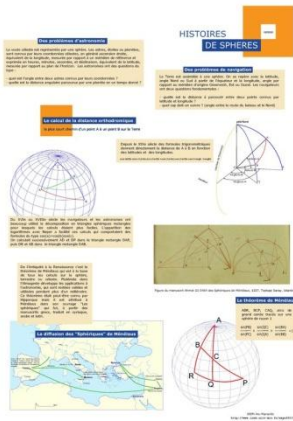
Objectifs :

Pythéas, navigateur et astronome marseillais du 3ème siècle avant J-C, a effectué plusieurs mesures astronomiques, remarquables pour l'époque. On expose là celle de l'angle entre le plan de l'équateur et celui de l'écliptique, faisant appel à une technique à la fois très simple et très astucieuse.

Niveau : Lycée.

« Pour en savoir plus » :

- Commentaire audio montrant la généralisation faite au XVIIIe siècle avec la théorie des fractions continues.
- Panneau à lire en lien avec celui sur la géométrie sphérique « Histoire de sphères » et avec l'animation autour de la sphère armillaire.



Histoires de sphères

REPÈRE

Objectifs :

Naviguer sur mer ou observer le ciel a posé depuis longtemps des questions mathématiques aux hommes. Les solutions ont amené la constitution de la trigonométrie sphérique, depuis Hipparque au 2ème siècle av. J-C jusqu'aux traités modernes à la Renaissance. On explicite le cas de la mesure des distances sur la Terre qui a donné lieu à de nombreuses techniques, perfectionnées au fil des siècles.

Niveau : Lycée.

« Pour en savoir plus » :

- Document qui explicite les différentes démonstrations des formules de trigonométrie sphérique utilisées au cours des siècles.

Les premiers temps de l'astronomie en Méditerranée

REPERER



Sous-titres :

L'astronomie dans la préhistoire

L'astronomie mésopotamienne : une astronomie basée sur l'observation et l'arithmétique

L'astronomie égyptienne : une astronomie pratique

Objectifs :

Sur ce panneau, on voit que les observations astronomiques et le souhait de mesurer le temps ont existé bien avant l'écriture.

En évoquant les astronomies mésopotamiennes et égyptiennes, le panneau montre aussi que très tôt, observations astronomiques et connaissances mathématiques ont été intimement liées.

Niveau : À partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Une présentation des contenus de quelques tablettes
- Le principe des horloges égyptiennes

À noter :

- La lecture de ce panneau est à compléter par celle des panneaux « L'astronomie grecque » et « L'astronomie perse et arabe »



L'astronomie grecque, philosophique et géométrique



Sous-titre :

Une astronomie philosophique et géométrique

Objectifs :

Ce panneau présente quelques étapes importantes de l'évolution considérable de la vision de l'Univers de Thalès (-625 ; -547) à Ptolémée (90 ; 168). On y trouve en particulier les premiers modèles mathématiques conçus par les astronomes grecs.

L'astronomie devenant l'une des quatre branches des mathématiques, on y voit comment connaissances astronomiques et mathématiques se sont depuis lors mutuellement nourries.

Niveau : À partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

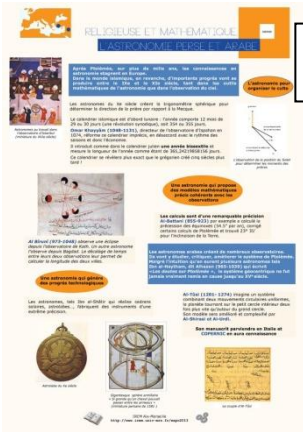
- Le mouvement apparent des planètes et le modèle mathématique d'Eudoxe (vers 410-347 av. J.C.)
- Le modèle d'Aristarque (320-250 av. J.C.)
- La mécanique d'Appolonius (262-190 av. J.C.)
- Ce que l'astronomie contemporaine doit à Hipparque (190 - 120 av. J.C.)

À noter :

- La lecture de ce panneau est à compléter par celle des panneaux « Les premiers temps de l'astronomie » et « L'astronomie perse et arabe »
- Une animation géogebra modélise le mouvement rétrograde de Mars



L'astronomie arabe et perse, religieuse et mathématique



Sous-titre :

Une astronomie

Objectifs :

L'interaction entre astronomie, mécanique et mathématiques devient de plus en plus forte. Le panneau montre que les astronomes du monde arabo-musulman, d'abord animés par des motifs religieux, ont su réaliser d'immenses progrès technologiques pour la construction d'instruments d'observation de plus en plus performants. Il témoigne de l'extrême précision de leurs calculs et de leurs modèles mathématiques de plus en plus cohérents avec leurs observations.

Niveau : À partir du collège

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Le couple d'Al-Tusi

À noter :

- La lecture de ce panneau est à compléter par celle des panneaux « Les premiers temps de l'astronomie » et « L'astronomie perse et arabe »
- Une animation géogebra modélise le mouvement rétrograde de Mars
- Une sphère armillaire est exposée.
On peut aussi voir une vidéo montrant quelques aspects pédagogiques de la sphère armillaire.



Galilée, une nouvelle dimension à l'observation du ciel



Octobre 1604: une nouvelle étoile apparaît dans le ciel, aussi brillante que Vénus. En montrant qu’il s’agit bien d’une étoile, par ses méthodes purement observationnelles, libérées du dogmatisme ambiant, Galilée (alors professeur de mathématiques à Padoue) va porter un premier coup de boutoir au modèle Aristotélicien et à l’immuabilité de sa « sphère des fixes ».

Objectifs :

Présenter le moment charnière de janvier 1610 où Galilée point sa lunette vers le Ciel, observe des choses ou phénomènes inattendus (ombres sur la Lune, « étoiles » mobiles autour de Jupiter, forme oblongue de Saturne, phases de Vénus), et a la fulgurante intuition de ce qu’il voit effectivement. Le « pour en savoir plus » raconte très bien l’importance, pour expliquer cette intuition, du « bain » culturel et artistique dans lequel se trouvait Galilée.

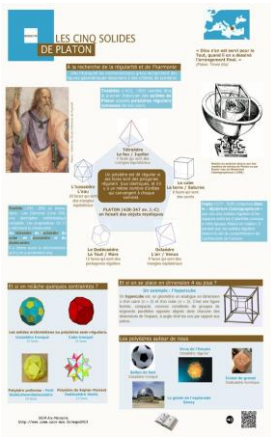
Niveau : À partir de la 4^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Extrait de la conférence de JM-Leblond : « Galilée, homme de sciences et de culture » de janvier 2009 à la cité des Sciences.

À noter :

- Flash-code d’accès à Wolframalpha pour voir un temps réel la position des satellites galiléens de Jupiter.



Les cinq solides de Platon



Sous-titres :

A la recherche de la régularité et de l'harmonie
Euclide et les cinq polyèdres
Et si on relâche quelques contraintes ?
Et si on se place en dimension 4 ou plus ?
Les polyèdres autour de nous.

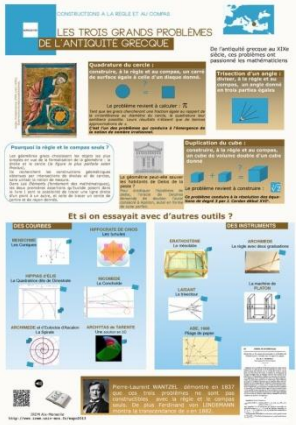
Objectifs:

Après un rapide rappel du contexte dans lequel les polyèdres de Platon ont été introduits, donner l'envie d'aller voir ce que deviennent ces solides lorsqu'on relâche des contraintes de la définition, comment se comporte ses définitions en dimension supérieure.

Niveau : À partir du collègue

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Des pistes sont données pour répondre aux questions ci-dessus. En particulier, on y trouvera les 13 polyèdres archimédiens et une bibliographie.
- Audio de présentation des objectifs du panneau



Trois grands problèmes de l'antiquité Constructions à la règle et au compas



Sous-titres :

Pourquoi la règle et le compas seuls ?

Quadrature du cercle

Duplication du cube

Trisection de l'angle

Et si on essayait avec d'autres outils ? des courbes, des instruments

Pierre Laurent Wantzel

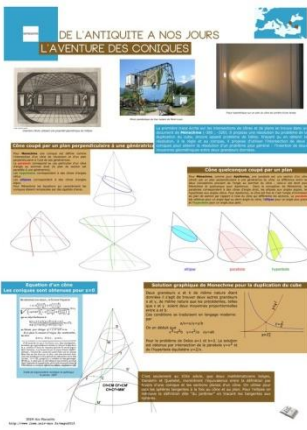
Objectifs :

Montrer que les mathématiciens grecs (les géomètres en autres) étaient capables de se passionner pour des problèmes sans réelles applications apparentes. Mais ces problèmes montrent que leur souci de rigueur les conduisaient à rechercher les outils qui leurs permettraient de l'atteindre au mieux.

Niveau : A partir du collègue

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Un document détaillé explicite les principales solutions proposées par les grecs (et quelques autres) en contournant un peu les contraintes : d'autres instruments plus ou moins proche de la règle et du compas, et d'autres courbes moins faciles à dessiner que le cercle. Dans ce document, les preuves de toutes les solutions présentées sont aussi fournies.
- Pour faciliter la lecture du panneau, un commentaire audio accessible par QRcode explicite la présentation du panneau.



Menechme et Apollonius, les coniques



Objectifs :

Depuis Menechme et Apollonius les études des ellipses, paraboles et hyperboles ont connu d'énormes développements. On en montre quelques aspects, à la fois théoriques et appliqués.

Niveau : Lycée.

« **Pour en savoir plus** » : Document papier montrant :

- un exemple d'application des coniques à la résolution d'un problème de vision
- l'usage de la terminologie des coniques en littérature



La géométrie de la perspective

A la renaissance italienne, les artistes s'emparent des mathématiques

Objectifs :

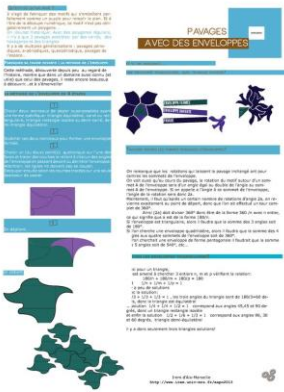
Ce panneau insiste sur l'apport des artistes de la renaissance italienne aux mathématiques.

En se libérant de contraintes de la géométrie d'Euclide, (deux droites parallèles peuvent dans leur représentation se couper), ils ont ouvert la voie à de nouvelles géométries, et ont tenté de théoriser la perspective.

Le panneau présente des représentations de la perspective avant et après, cite quelques passages des ouvrages les plus utilisés par les peintres et les architectes de la renaissance.

Un atelier joint à ce panneau permet de s'initier au dessin de la perspective avec une reconstitution de l'intersecteur de d'Alberti.

Niveau : Tous niveaux, à partir du collège



Les pavages

REPRESENTATION

Objectifs:

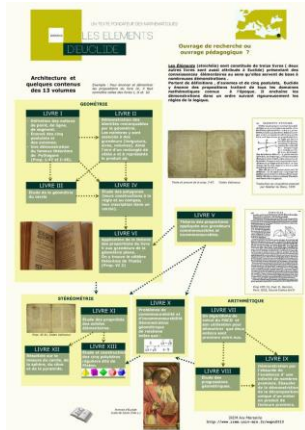
Les pavages et la méditerranée ont une longue histoire commune qui justifierait une exposition à elle seule...Il s'agit ici de décrire une technique particulièrement élégante et récréative dans un premier temps, particulièrement féconde pour qui voudra s'y pencher, pour créer ses propres pavages. En dimension 2 une enveloppe suffit. Mais quelle enveloppe ?

La technique est décrite sur le panneau, un atelier avec papiers, ciseaux, enveloppes et maquettes accompagne le panneau et permet de passer à l'action.

Une démonstration rapide (sur le modèle des démonstrations de Luca Pacioli sur les solides de Platon) permet de se convaincre du nombre réduit de formes d'enveloppe permettant de créer des pavages.

Niveau : Tous niveaux

Contenu du « Pour en savoir plus » : Pas de PESP



Un texte fondateur des mathématiques : Les Éléments d'Euclide

Ouvrage de recherche ou ouvrage pédagogique ?
L'architecture des treize livres



Objectifs :

Les treize livres des « Éléments » (stoichéia), présentent des connaissances « élémentaires » au sens qu'elles servent de base à nombreuses démonstrations. C'est le plus ancien ouvrage de mathématiques connu rédigé dans un souci de rigueur scientifique et logique. Pour montrer en quoi « Les Éléments » constituent une véritable œuvre encyclopédique et un outil pédagogique, le panneau présente quelques contenus et la manière dont les 13 livres s'articulent, enchaînant les démonstrations dans un ordre suivant rigoureusement la logique d'Aristote.

Niveau : À partir de la 4^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

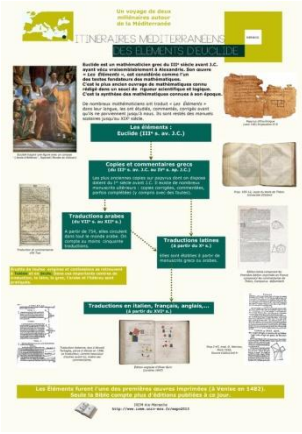
- quatre versions différentes des définitions, postulats et axiomes du livre I, base de la géométrie euclidienne.
- Un exemple de proposition « problème » : la proposition I. 1 (construction d'un triangle équilatéral à la règle et au compas).
- Deux exemples de proposition « théorème » : la proposition I. 4 (un cas d'égalité des triangles) et la proposition I. 47 (le théorème de Pythagore).
- Le fameux cinquième postulat.

À noter :

- La lecture de ce panneau est à compléter par celle du panneau « Itinéraires méditerranéens des Éléments d'Euclide » et de la carte montrant comment cet ouvrage a circulé autour de la Méditerranée pendant deux millénaires avant de nous parvenir.
- Audio de présentation du panneau

Itinéraires des Éléments d'Euclide

Un voyage de deux millénaires autour de la Méditerranée.



Objectifs :

Les treize livres des « Éléments » constituent le plus ancien ouvrage de mathématiques connu rédigé dans un souci de rigueur scientifique et logique. Ils ont été étudiés pendant plus de deux millénaires et passionnent encore aujourd'hui les chercheurs. « Les Éléments » restent à l'heure actuelle les textes les plus édités dans le monde après la Bible.

Pour montrer comment « Les Éléments » nous sont parvenus, le panneau décrit les quatre grandes étapes de la diffusion de cette œuvre : des textes grecs et arabes aux textes latins et enfin aux langues vernaculaires.

Niveau :

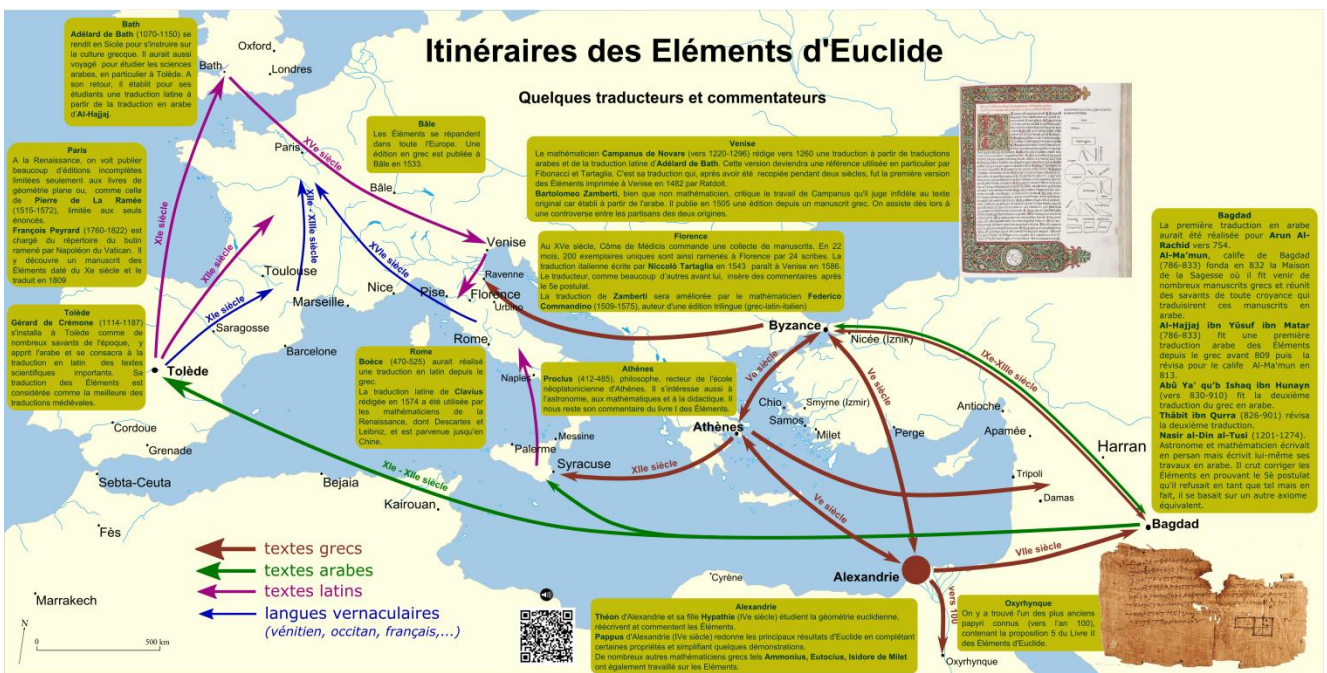
À partir de la 4^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Une liste des traductions importantes à chacune des étapes.
- Une liste des grandes éditions françaises de 1516 à nos jours.
- Une chronologie des mathématiciens ayant travaillé sur le texte et des éditions importantes.

À noter :

- La lecture de ce panneau est à compléter par celle de la carte montrant comment cet ouvrage a circulé autour de la Méditerranée avant de nous parvenir et par la lecture du panneau « Un ouvrage fondateur des mathématiques : « Les Éléments » d'Euclide ».
- Des reproductions de différentes versions des Éléments sont aussi exposées.





La Grèce, berceau de la démonstration



Sous-titres :

- Aristote, le père fondateur.
- Thales, Pythagore, Platon, Euclide
- Qu'est-ce qu'une démonstration ?
- Raisonnements connus et pratiqués par les grecs.
- Et si on supprimait quelques règles et axiomes utilisés par Euclide ?

Objectifs :

Les grecs ont été les premiers à considérer que l'on ne doit pas se fier à ce que l'on perçoit et que tout énoncé doit être validé par une démonstration. Même si des démonstrations existaient bien avant Aristote, il a été le premier à essayer de dégager les bases de raisonnements corrects. Les fondements logiques qu'il a commencé à développer sont toujours ceux que l'on enseigne aujourd'hui dans les collèges et lycées. Les variantes plus récentes citées ne remettent pas en cause ses travaux. Euclide, lui a mis en application les principes d'Aristote pour construire son œuvre dans laquelle toute proposition n'est démontrée que si les propositions utiles à sa validation ont été établies.

Niveau : À partir du lycée

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- On y développe les raisons qui ont favorisé la naissance et l'essor de la logique en Grèce.
- Une annexe sur le 5ème postulat de la géométrie d'Euclide et les géométries qui en découlent.
- Une 2ème annexe est consacrée à la logique linéaire, très récente (1985) qui peut paraître surprenante mais très utile à certaines applications informatiques. (non disponible actuellement)
- Audio de présentation des objectifs du panneau



L'algèbre ... avant la lettre



Sous-titre :

Aujourd’hui, lorsque nous pensons à l’algèbre, nous l’associons immédiatement au symbolisme (recours aux inconnues ou variables nommées par des lettres). Mais l’algèbre, comme ensemble de moyens pour résoudre des problèmes, est bien antérieure. Les textes qui suivent décrivent par exemple des recettes pour résoudre une grande variété de problèmes liés à la vie courante (partages, impôts, topographie, ...).

Objectifs :

Donner des exemples de résolution de petits problèmes concrets sans l’utilisation de l’algèbre formelle que nous connaissons. En effet ce formalisme a commencé à émerger finalement très tard (vers le VIIIème siècle avec notamment Al-Khwarizmi) mais les différentes cultures mathématiques avaient déjà, plusieurs millénaires avant JC, mis au point des recettes de résolution pré-algébrique.

4 exemples sont donnés, de Babylone à la Grèce, en passant par l’Egypte et la Chine. On indique la formulation originelle du problème et l’équation correspondante dans le formalisme d’aujourd’hui.

Un exemple détaillé d’utilisation de la méthode dite « de fausse position », très couramment utilisée, est traité.

Niveau : À partir de la 3^e

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Solution d’Euclide de sa proposition XI
- Détails de la résolution par le scribe Ahmès

À noter :

- Audio de présentation des objectifs du panneau
- Sur la table devant le panneau, énoncé de trois petits problèmes à résoudre par fausse position

Diophante d'Alexandrie, le père de l'algèbre ?



Sous-titres :

Les arithmétiques

Où l'on voit pour la première fois l'apparition de symboles

Comment s'écrivent les polynômes avec ces symboles.

Exemples de problèmes

Et maintenant que reste-t-il ?

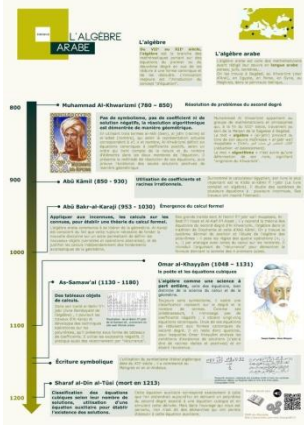
Objectifs :

On attribue la paternité de l'algèbre à plusieurs savants : Diophante (III^e siècle) ou Al Khwarizmi ? que faut-il en penser ? Dans le panneau on essaie de donner les éléments pour faire comprendre les apports de Diophante à l'algèbre.

Niveau : À partir du lycée.

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Un exemple de problème traité par Diophante et traduit en langage algébrique moderne.
- Un tour d'horizon plus complet sur les œuvres de Diophante.
- Audio de présentation des objectifs du panneau



L'algèbre arabe



Sous-titres :

- L'algèbre arabe
- Muhammad Al-Khwarizmi
- Abū Kāmil
- Abū Bakr-al-Karajī
- Omar al-Khayyām
- As-Samaw'al
- Sharaf al-Dīn al-Tūsī
- Écriture symbolique

Objectifs :

Montrer comment l'algèbre arabe a émergé entre le IXe et le XIIe siècle en Orient avant de se développer en Europe grâce à la présence arabe en péninsule ibérique. Grâce aux traducteurs des textes grecs et arabes nous sont parvenus les œuvres des précurseurs d'Orient, présentés sur le panneau.

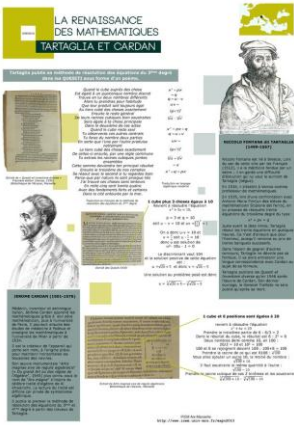
Niveau : À partir du lycée

Contenu du « Pour en savoir plus » :

- Une première partie situera ces précurseurs de l'algèbre venu de l'Orient musulman dans leur contexte et le rôle des arabes d'Occident dans la transmission du savoir algébrique.
- Une deuxième partie montrera sur deux exemples comment al Khwarizmi résolvait une équation du second degré et comment al Khayyam résolvait une équation du troisième degré.
- Audio de présentation des objectifs du panneau

Animation :

- L'équerre d'Al Khwarizmi pour résoudre une équation du second degré.



Rencontre avec les algébristes italiens : Tartaglia et Cardan



Sous-titres :

Niccolo Fontana dit Tartaglia
 Jérôme Cardan
 Etude d'une résolution d'une équation du 3^{ème} degré

Objectifs :

Etudier un exemple (texte original, traduction littérale et traduction en algèbre actuelle) et montrer comment Tartaglia a résolu une équation du 3^{ème} degré. Pour résoudre des problèmes posés lors d'une joute mathématique, Tartaglia trouve la formule qu'il ne dévoile pas. Ce sera Jérôme Cardan qui publiera le premier la méthode de résolution des équations du 3^{ème} et 4^{ème} degré à partir des travaux de Tartaglia.

Niveau : À partir du lycée.



Aux sources de la science moderne, Galilée



Sous-titre :

« Père de la méthode expérimentale », « Fondateur de la science moderne », sont des expressions très souvent associées au nom de Galilée. Il a marqué très fortement cette époque charnière de l’histoire des sciences et a été un expérimentateur et un observateur hors-norme.

Objectifs :

Faire découvrir l’histoire de Galilée, sa « méthode scientifique » et des exemples de ses écrits.

Niveau :

À partir de la 4^e

Contenu du « Pour en savoir plus » : rien

À noter :

- Manipulation du plan incliné et de la courbe brachystochrone.



La circulation moderne des savoirs, les Annales de Gergonne



Objectifs :

Le premier grand journal de mathématiques a vu le jour à Nîmes. De 1810 à 1832 il a publié 786 articles de mathématiciens débutants ou chevronnés, français et étrangers. Cette initiative a inauguré une façon nouvelle de communiquer, devenue pérenne et imposant un schéma toujours en vigueur aujourd'hui, y compris dans les autres disciplines scientifiques : la publication dans des journaux spécialisés.

Niveau : Collège.

« Pour en savoir plus » :

Commentaire audio sur la vie de Joseph-Diaz Gergonne et des éléments sur les articles des Annales.

En guise de conclusion

« Ce qui frappe après ce survol rapide, c'est la continuité de ce développement des mathématiques : d'une rive de la Méditerranée à l'autre, du III^e siècle avant notre ère au XVII^e siècle, des Grecs aux Européens, en passant par les Arabes, c'est bien la même rationalité que l'on voit à l'œuvre, transcendant les époques, les frontières et les langues. »

Hélène Bellosta,

Institut français d'études arabes de Damas

Cette exposition a été conçue et réalisée par le groupe "Epistémologie et Histoire des Mathématiques", Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques, Aix-Marseille Université :

André BONNET

Martine BOSC

Karim BOUCHAMMA

Annie BROGLIO

Marie-Renée FLEURY

Jean-Louis MALTRET, responsable de l'exposition

Christian MARCHAL

Valérie THERIC

Et le personnel de l'IREM d'Aix-Marseille

Nous remercions les sources et soutiens :

Bibliothèque Nationale de France <http://www.gallica.fr>

Fédération Française des jeux Mathématiques <http://www.ffjm.org>

Musée Galilée, Florence <http://www.museogalileo.it>

NUMDAM, Numérisation de documents anciens mathématiques <http://www.numdam.org>

Observatoire de Marseille <http://www.oamp.fr>

Publimath, Base de données ADIREM-APMEP <http://publimath.irem.univ-mrs.fr>

Wikimedia Commons, Médiathèque en ligne <http://commons.wikimedia.org>

Marouane Benmiled, Ecole Nationale d'Ingénieurs, Tunis

Ahmed Djebbar, Université de Lille

Jean-Marie Gassend, Institut de Recherche sur l'Architecture Antique, Aix-en-Provence

Christian Gerini, Université du Sud Toulon-Var

Pierre Jullien, Université de Provence

Annie Pajus, IREM Paris, Université Paris Diderot

Christine Proust, Laboratoire SPHERE, Paris

Virginie Ragno, Lycée St Exupéry, Marseille

Nathan Sidoli, University of Toronto

Bernard Vitrac, Anthropologie et Histoire des Mondes Antiques, Paris