



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée



Présentation

Contenu de l'outil : un diaporama - une carte de l'Égypte ancienne A3 - un texte sur « le pas de Béton » (bématiste) - une frise chronologique A3 et sa solution - des étiquettes à découper et à replacer sur la frise - un livret d'accompagnement et sa solution - des fiches « en savoir plus... »

Public : 9 à 12 ans

Durée : 2h

Matériel supplémentaire : un carton souple A3 et 2 clous - un vidéoprojecteur

OBJECTIFS :

- Découvrir quelques personnages importants et leurs apports dans l'histoire de l'astronomie
- Prendre conscience de l'évolution des idées au fil des siècles (nous n'avons pas toujours su ce que nous savons aujourd'hui)
- S'étonner de la progression chaotique dans le domaine intellectuel et scientifique

Déroulement

Projection d'un film (15 min) : « *Les mystères du cosmos, les pionniers de l'astronomie* » - Ce petit film présente sommairement les personnages importants de l'histoire de l'astronomie.

Diaporama (30 min) : Le diaporama permet de découvrir de façon plus précise les 7 personnages principaux qui ont fait avancer (ou reculer) la connaissance scientifique dans le domaine de l'astronomie : *Aristarque de Samos, Ératosthène, Ptolémée, Copernic, Giordano Bruno, Kepler et Galilée*. Le diaporama est interactif, l'animateur commente, explique et répond aux questions des enfants. Interrompre le diaporama à la 3^e diapositive pour effectuer l'activité du chapitre suivant, puis revenir au diaporama. Faire compléter la première page du livret aux enfants.

Expérience d'Ératosthène (15 min en extérieur au moment de la 3^e diapositive) : À partir d'une carte de l'Égypte ancienne, les enfants doivent prouver la rotondité de la Terre. Seront placés sur cette carte, deux clous (à Alexandrie et à Assouan, anciennement Syène). Le but étant de ne pas avoir d'ombre à Syène et une ombre à Alexandrie. Pour arriver à ce résultat, les enfants vont devoir courber la carte : la preuve est faite !

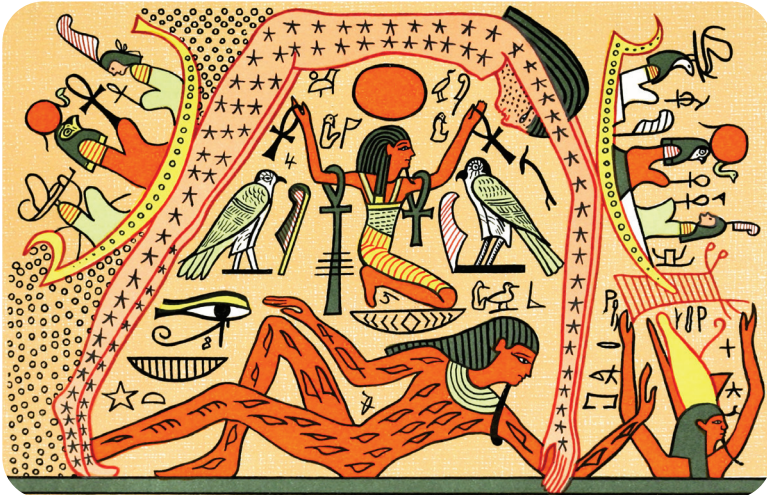
Frise chronologique collective (30 min) : À partir d'une frise où sont indiquées les dates clés de l'histoire de l'astronomie, les enfants doivent trouver les personnages et les événements qui s'y rapportent, puis les placer sur la frise. Ensuite, chaque enfant élève complète la frise sur la page centrale de son livret.

Illustration des événements (20 min) : À partir de la frise chronologique, les enfants cherchent sur Internet des images pour illustrer et s'approprier ces événements.



Les premières représentations

(entre -3000 et -500 avant J.-C.)



Dans la mythologie égyptienne, la déesse Nout représente le ciel, Shou l'air et Geb la terre. Cette image montre une partie du papyrus où l'on voit le corps de Nout, tenu en place par Shou, et celui de Geb, au sol.

En Mésopotamie (Irak actuel), les babyloniens se représentent le monde ainsi. La Terre ronde est une haute montagne qui repose sur les eaux. Entre le ciel et la terre s'étend la mer contre laquelle une digue en forme d'anneau protège le ciel. La Terre est creuse et contient de l'eau de mer. Le ciel en forme de voûte repose sur des fondations.





Aristarque de Samos

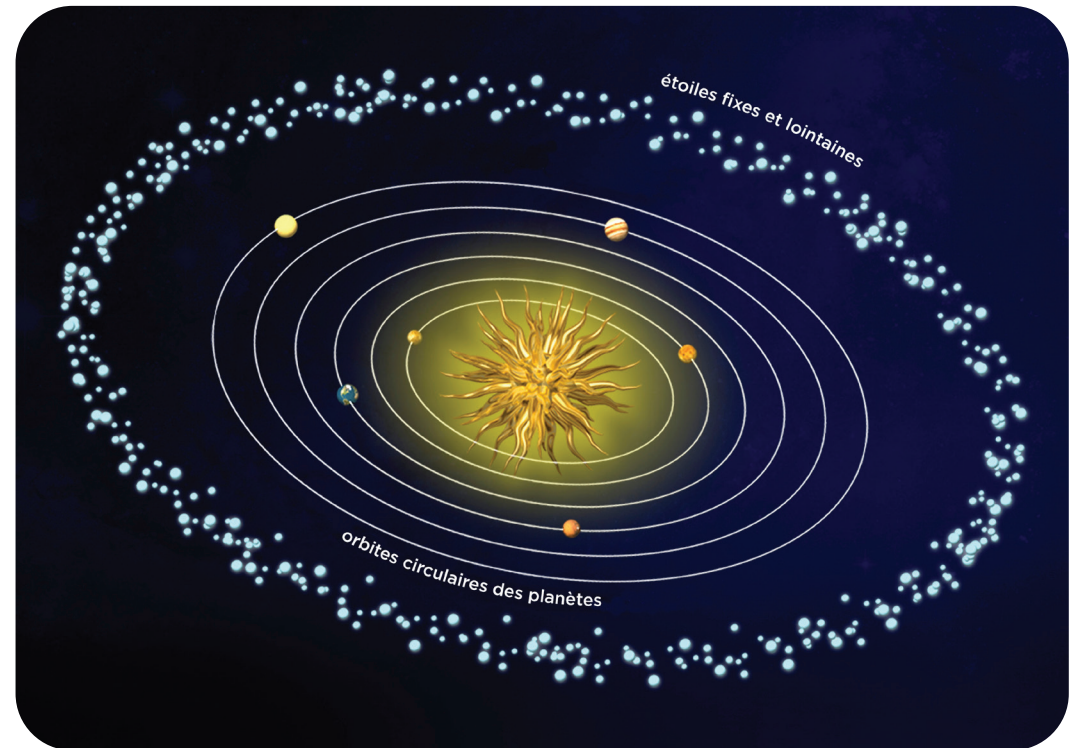
(environ 280 avant J.-C.)



Aristarque eut l'intuition du mouvement de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

Il lui semble plus logique que les planètes plus petites tournent autour des planètes plus grandes.

Il place donc le Soleil au centre de l'univers et décrit le mouvement de la Terre comme une rotation sur elle-même combinée avec un mouvement circulaire autour du Soleil.





Ératosthène

(environ 240 avant J.-C.)



Astronome et géographe grec, il est le directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie en Égypte.

Grâce à l'étude de l'ombre d'objets à différents endroits de la planète, il prouve la rotondité de la Terre et par le calcul, en déduit sa circonférence.



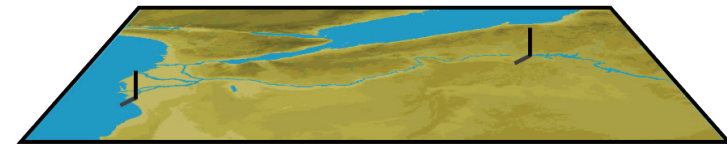
à Alexandrie

à Syène

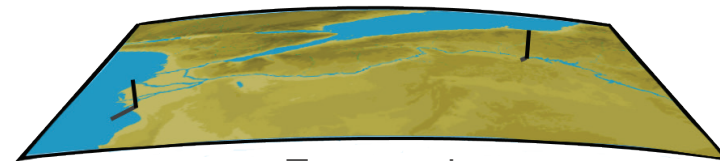


Ératosthène

(environ 240 avant J.-C.)



Terre plate



Terre ronde





Ératosthène (environ 240 avant J.-C.)

Ératosthène savait que la Terre était ronde car cela avait été démontré auparavant.

Grâce aux propriétés des angles alternes et externes, il en déduisit que l'angle a ($7,2^\circ$) était le même que l'angle formé par Alexandrie, le centre de la Terre et Syène.

Si l'on divise 360° par 50, on obtient $7,2^\circ$!

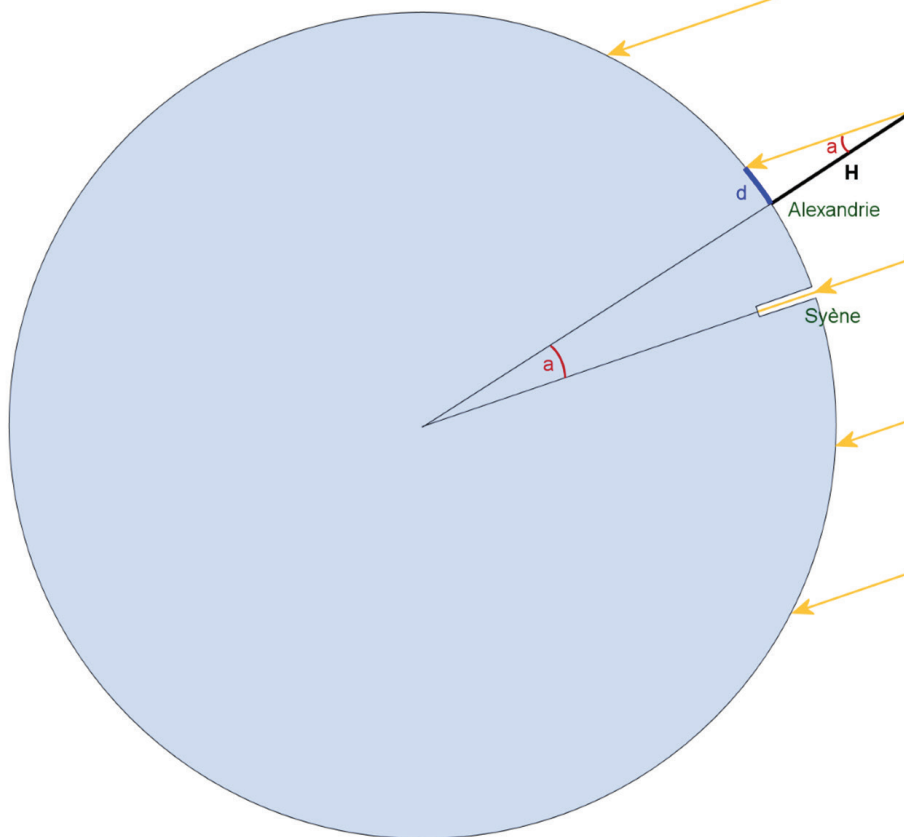
Ératosthène en déduit alors que la longueur de l'arc de cercle de la Terre entre Alexandrie et Syène représente un cinquantième de la circonférence terrestre.

Il ne lui restait plus qu'à faire mesurer la distance entre les 2 villes par un bématisse. Celle-ci était de 5000 stades. Un stade valant 157,5 m, il obtint la valeur de 787,5 km.

$$50 \times 787,5 = 39\,375 \text{ km}$$

On sait désormais que la valeur réelle est de 40 075 km. L'erreur de 700 km est extraordinairement faible compte tenu des moyens de l'époque.

Connaissant la circonférence, Ératosthène put aussi évaluer le rayon de la Terre. Il obtint une valeur de 6 270 km. La valeur réelle est de 6 380 km à l'équateur et là encore le résultat obtenu est très proche de la réalité.





Ptolémée

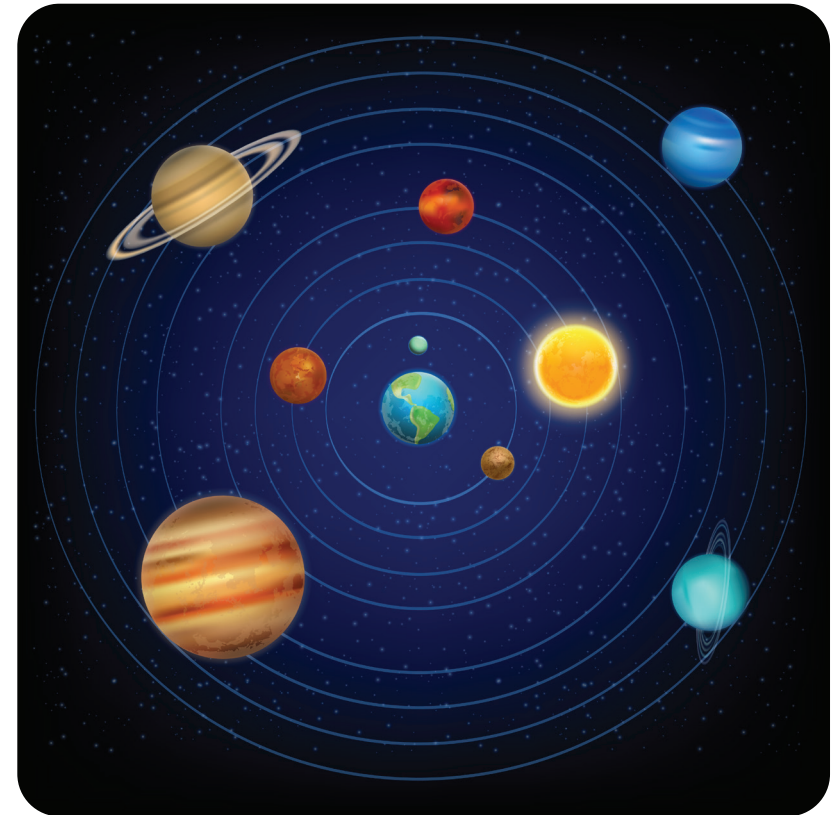
(environ 130 après J.-C.)



Le grand astronome grec Claude Ptolémée invente le premier modèle de système solaire.

L'astronome était persuadé que la Terre, créée par Dieu pour les hommes, était le centre fixe et immobile du monde... C'est ce qu'on appelle le **géocentrisme**.

Pourtant, avant Ptolémée déjà, Aristarque avait supposé que la Terre tournait sur elle-même et autour du Soleil, mais ses idées furent considérées comme impures et donc rejetées. Le modèle de Ptolémée persistera pendant 1 500 ans.



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée





Nicolas Copernic

(vers 1512)



La première grande révolution dans le domaine de l'astronomie vient avec les découvertes faites par le polonais Nicolas Copernic.

Selon lui, ce n'est pas la Terre qui est le centre du monde : elle tourne sur elle-même et autour du Soleil, qui occupe lui une place centrale.

Cette hypothèse, dite de l'**héliocentrisme**, avait déjà été énoncée au III^e siècle av. J.-C., par l'astronome grec Aristarque de Samos.





Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée





Giordano Bruno

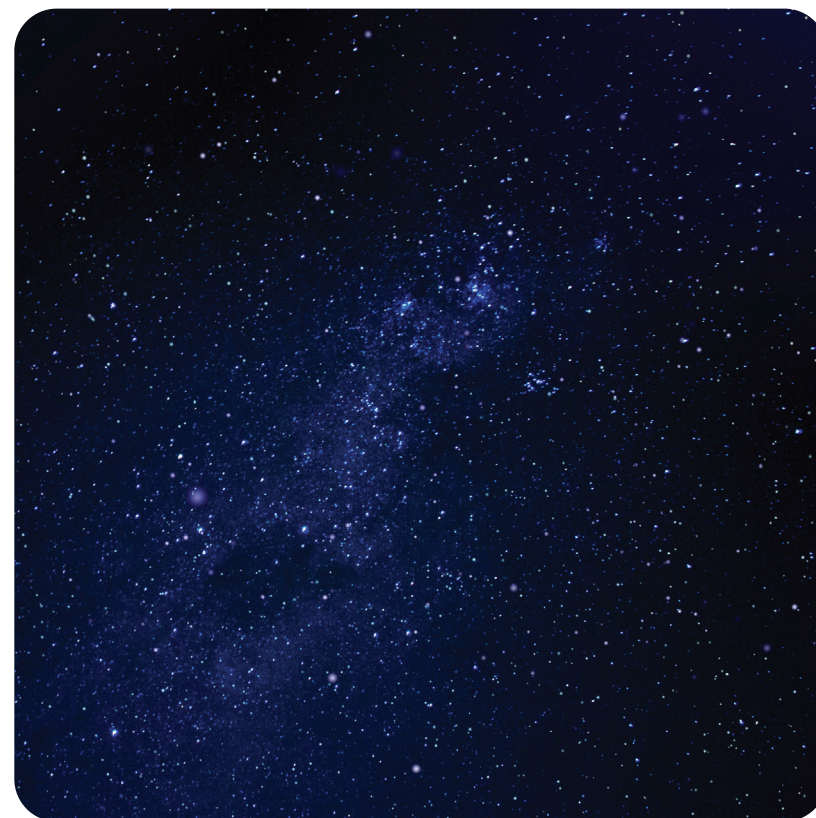
(1548-1600)



Sur la base des travaux de Nicolas Copernic, il montre, de manière philosophique, la pertinence d'un **univers infini**, peuplé d'une quantité innombrable de mondes identiques au nôtre.

Mais Bruno va plus loin : il veut renoncer à l'idée de centre. *« Il n'y a aucun astre au milieu de l'univers, parce que celui-ci s'étend également dans toutes ses directions »*.

Chaque étoile est un soleil semblable au nôtre, et autour de chacune d'elles tournent d'autres planètes, invisibles à nos yeux, mais qui existent.





Giordano Bruno

(1548-1600)

Pour Giordano Bruno, le monde est infini, sans clôture.

Accusé d'hérésie par l'Inquisition, il refuse de renier sa parole. Il est condamné à être **brûlé vif** au terme de huit années de procès.

Aujourd'hui, on peut voir sa statue sur le Campo de Fiori à Rome, la place sur laquelle il a subi son supplice.





Johannes Kepler

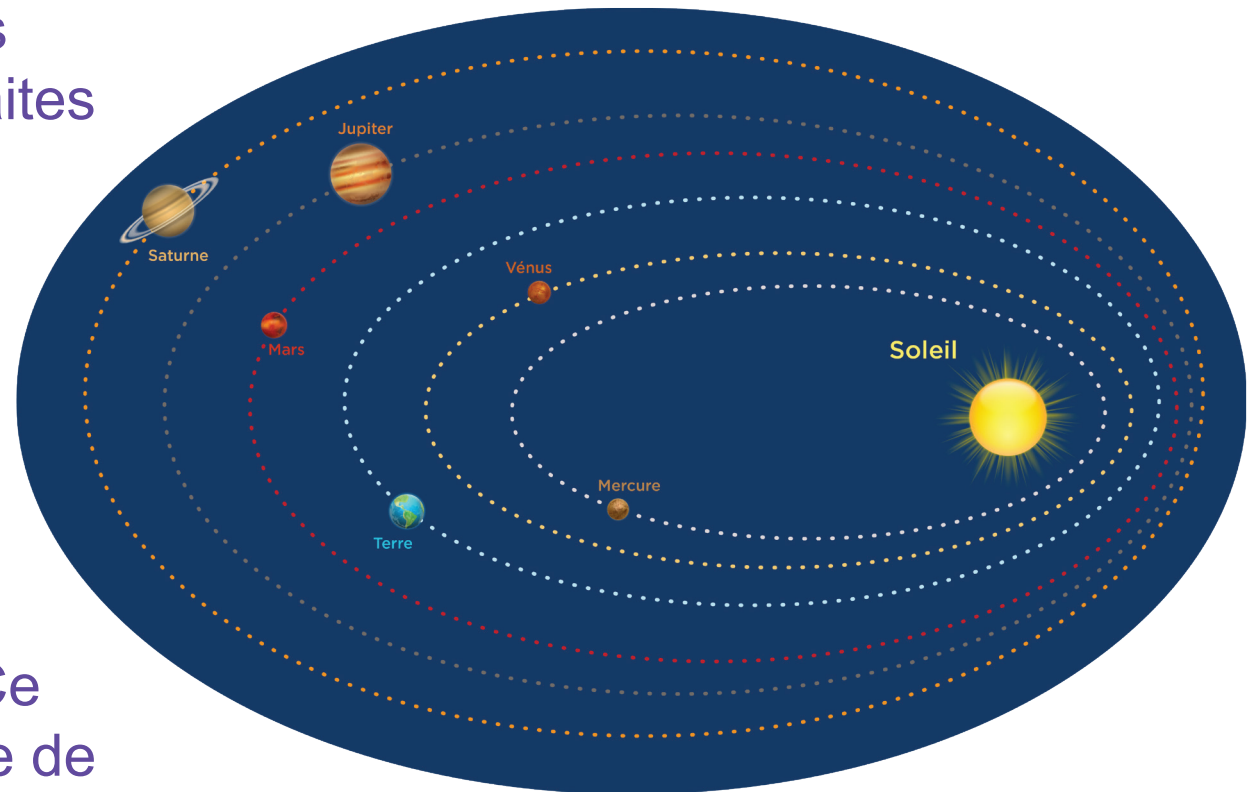
(vers 1609)

L'astronome allemand Johannes Kepler va faire des découvertes qui, à son époque, auront l'effet d'une véritable bombe.

En étudiant les découvertes faites par son maître

Tycho Brahé, Kepler perce le mystère du mouvement des planètes autour du Soleil.

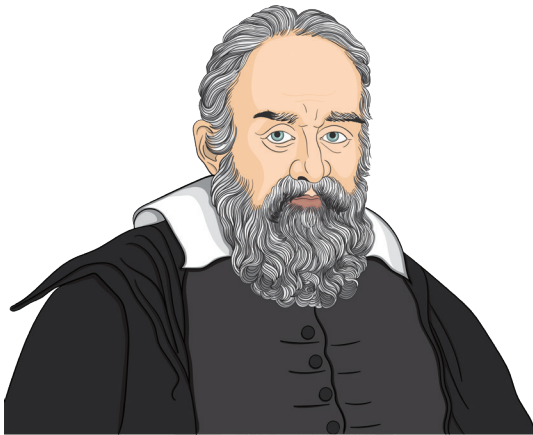
Oubliées les trajectoires circulaires des Grecs anciens : ce sont des **ellipses** que définissent les planètes. Ce modèle sert aujourd'hui encore de base à l'astronomie.





Galilée

(vers 1620)



C'est l'Italien Galileo Galilei, plus connu sous le nom de Galilée, qui **fabrique la première lunette astronomique.**



Grâce à cet objet, il découvrit des éléments jusqu'alors inconnus, comme des montagnes à la surface de la Lune et des satellites de Jupiter.





Galilée

Ses études confirment la théorie de Copernic.

Galilée provoque la colère de l'Église. Il est contraint de se rétracter pour éviter de brûler vif sur un bûcher.



Procès de Galilée

Après son procès, assigné à résidence, il continuera ses travaux dans la clandestinité durant 9 ans, jusqu'à sa mort en 1642.



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

Mer Méditerranée

Alexandrie

Memphis

Nil

Mer Rouge

Thèbes
(Louxor)

Syène
(Assouan)

Carte de l'Égypte ancienne



Le pas de Béton

Je m'appelle Béton et je suis au service de la reine. Mais auparavant j'ai fait beaucoup de choses. Dans ma jeunesse, j'ai participé aux jeux Olympiques, à la course de Marathon. Je ne l'ai pas gagnée, mais je suis tout de même arrivé troisième. La résistance, l'endurance, ça allait, il m'a manqué seulement un peu de vitesse. Mais ma plus grande qualité, c'est la régularité. Il faut dire que ce fut longtemps mon métier. Bématiste !

Ce mot ne te dit rien ? C'est normal, il y a beau temps que la profession a disparu, je suis le dernier des bématistes. Cela veut dire « compteur de pas ». Je peux marcher des heures et des heures en faisant le même pas, je veux dire un pas de la même longueur. C'est un véritable métier. Essaie ! Par exemple avec les carreaux du sol de ta chambre. S'il y en a. Ou bien dehors, avec les dalles des trottoirs. Quand on a besoin de déterminer une distance importante, on fait appel à mes services. Je pars d'un endroit et je marche, on compte mes pas jusqu'à ce que j'atteigne l'arrivée. On multiplie le nombre de pas que j'ai effectués par la longueur de mon pas et on a la distance. Simple, non ? Un véritable compteur. Mon grand-père déjà était bématiste, il a accompagné Alexandre le Grand en Asie. Il déterminait la longueur des étapes des armées, ni trop longues ni trop courtes. Il serait fier de moi.

Un jour, Ératosthène, un grand ami de Bérénice - ils venaient de la même ville, Cyrène - est venu me trouver et m'a proposé de...

Ératosthène était l'un des hommes les plus célèbres d'Alexandrie. Un savant de grande envergure. Rien moins que le directeur de la grande bibliothèque dont je t'ai parlé plus haut. Mathématicien, géographe, c'est même lui qui a inventé le mot géo-graphicos : dessinateur de la Terre. Il a fait une carte dont on se souvient encore, la carte du monde habité, depuis les portes d'Hercule, Gibraltar, jusqu'au Grand Taurus, en Inde. Une grande carte rectangulaire : en largeur, latitude, en longueur, longitude. Qu'est-ce qu'il était encore : grammairien, astronome, philologue... Enfin, il savait tout, ou presque.

Sa dernière idée : mesurer la Terre. Tu as bien entendu, mesurer la Terre entière ! Et il était venu me voir pour que je l'aide, moi, Béton le bématiste ! J'étais honoré, tu peux me croire.

Que je te dise... À l'époque, pour les savants, la Terre était ronde, c'était une affaire entendue. Longtemps elle avait été plate, cylindrique même. Mais elle était ronde à présent. Tu ne peux pas savoir quelle chance nous avons. Car si elle n'avait pas été ronde, on n'aurait pas pu la mesurer.

L'idée d'Ératosthène était de mesurer un morceau de méridien, enfin, je ne rentre pas dans les détails. Ce n'est pas parce que je n'ai pas compris. Donc un morceau de méridien. Un méridien, c'est une ligne qui file nord-sud, elle passe par les pôles. Tu vois, je ne suis pas ignorant, on dit même que je suis assez subtil. Et c'était notre deuxième chance. Non pas que je sois subtil, mais que la ligne file nord-sud, une chance inespérée. Le Nil, le Nil qui fait vivre notre Égypte, le Nil au joli cours. Le Nil s'écoule du sud vers le nord, oui, tu as bien entendu. Le Nil épouse le tracé d'un méridien. C'est le seul endroit au monde qui offre cette situation rêvée, un long morceau de méridien marqué dans le sol.

La superbe idée d'Ératosthène consistait à mesurer le Nil depuis Alexandrie, au nord, jusqu'à Assouan, juste avant la première cataracte, au sud. Et comment ? C'est là que j'interviens. Ce que je vais te dire, c'est ce que j'ai fait vraiment. Je suis parti d'Alexandrie



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

et j'ai marché le long de la rive et l'on comptait mes pas, mes pas réguliers, et chaque soir, Ératosthène, qui me suivait sur un bateau - c'était moins fatigant ! - inscrivait sur un rouleau le nombre de pas que j'avais accomplis.

J'ai traversé le delta avec ses champs de papyrus, je suis passé par Memphis et j'ai longé les pyramides, Khéops, Khéphren et Mykérinos. Elles sont aussi majestueuses qu'on le dit, et j'ai vu le Sphinx endormi à leurs pieds et j'ai continué. Chaque jour je marchais, c'était mon métier, bématisse. Je m'arrêtais tout de même à midi, avec ce soleil ! Je faisais une petite sieste et je repartais jusqu'au soir.

J'en ai vu, des choses magnifiques. Mais le Nil ! Le Nil, on peut dire que j'ai eu le temps de le regarder. Je connais à présent tous ses méandres. Parfois il est resserré entre deux montagnes, parfois il s'étend comme un lac. Les Égyptiens disent qu'il est un don des dieux, et ils ont raison. Le soir, au coucher du soleil, je m'asseyais, fatigué, heureux d'avoir accompli ma tâche et je regardais la boule rousse s'enfoncer dans l'eau et disparaître, mangée par le fleuve paisible. J'en ai vu, des temples, plus beaux que dans mes rêves les plus fous, Karnak, Louxor, Kom Ombo, Edfou...

Mais je ne pouvais pas m'arrêter, prendre le temps de les admirer, il fallait que j'arrive avant la crue. Elle aurait effacé les rives et tout aurait été fichu, il m'aurait fallu tout recommencer. Et j'ai fini par arriver à Assouan. Ératosthène a déroulé le rouleau et a fait la somme de tous les pas que j'avais accomplis durant ma longue marche.

Souviens-toi que c'est avec mon pas qu'on a mesuré pour la première fois le tour de la Terre. Le pas de Béton ! La nuit est tombée, je me suis étendu sur la rive, satisfait de ce que je venais d'accomplir. J'étais fatigué. J'ai scruté le ciel, et entre la Vierge et le Lion, je les ai retrouvés, un, deux, trois, j'avais l'habitude de compter, quatre, mais j'étais si fatigué, cinq...

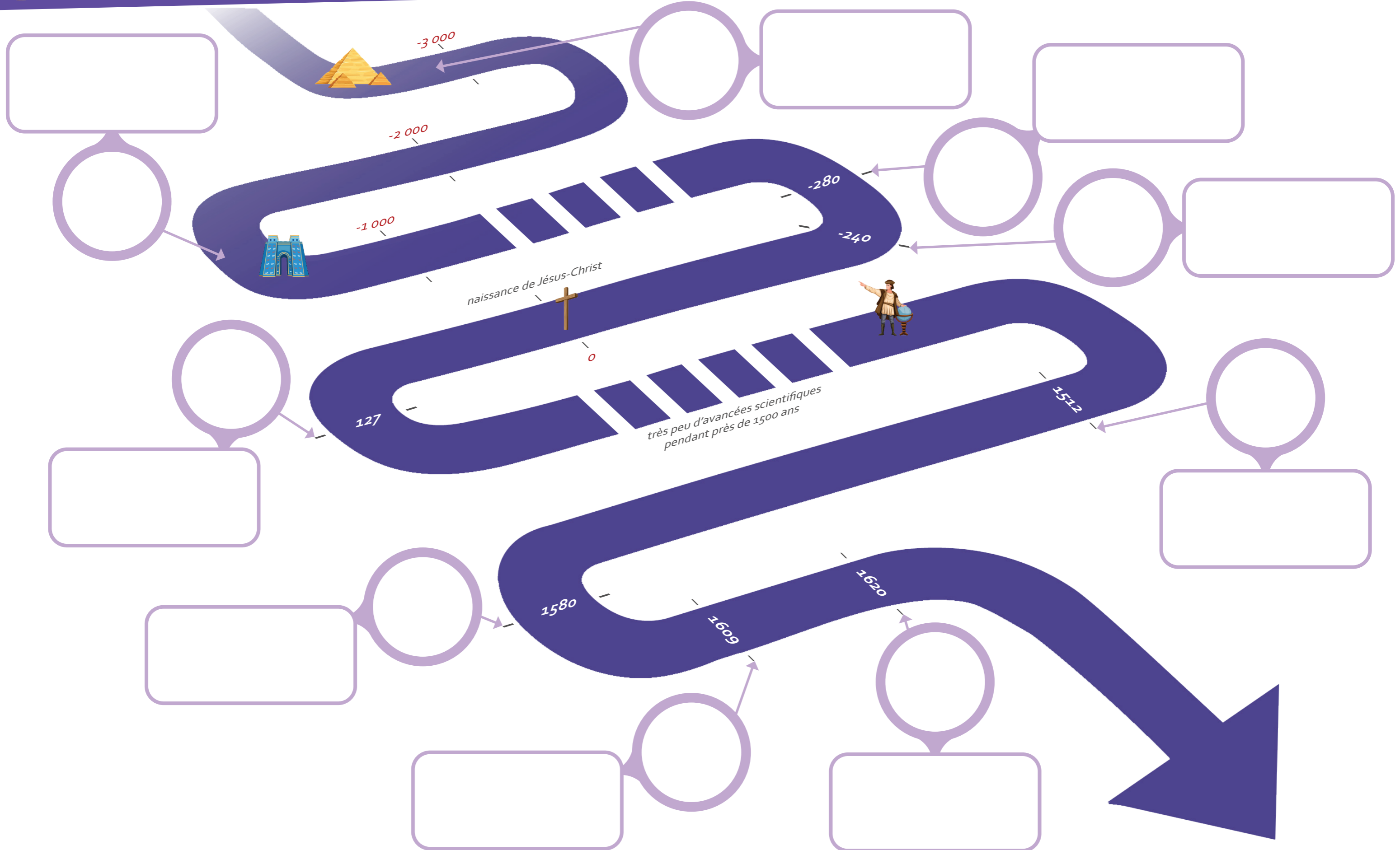
Denis Guedj





Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée





Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

Pour ce peuple, la Terre ronde est une haute montagne qui repose sur les eaux. La mer est entre le ciel et la terre.

babyloniens



égyptiens



Pour ce peuple, la déesse Nout représente le ciel, Shou l'air et Geb la terre. Le Soleil circule sur un chariot.

Ce grec a l'intuition du mouvement de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

Aristarque de Samos



Ératosthène



Il prouve que la Terre est ronde et mesure sa circonférence et son diamètre.

naissance de Jésus-Christ

Ptolémée



Il invente le premier modèle du système solaire en pensant que la Terre est le centre fixe et immobile du monde.

très peu d'avancées scientifiques pendant près de 1500 ans

Copernic



Pour lui, ce n'est pas la Terre qui est le centre du monde, elle tourne sur elle-même et autour du Soleil central.

Giordano Bruno



Il pense que l'univers est infini, peuplé d'une quantité innombrable de mondes identiques au nôtre.

Galilée



Il fabrique la première lunette astronomique et découvre des montagnes sur la Lune et des satellites de Jupiter.

Kepler

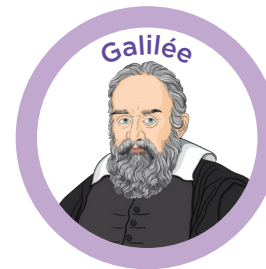
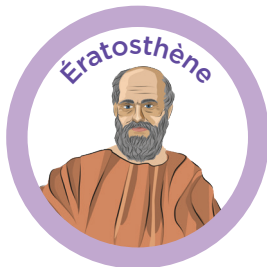


Il perce le mystère du mouvement des planètes autour du Soleil et décrit des trajectoires elliptiques.

SOLUTION



Étiquettes pour la frise (à découper)



Pour ce peuple, la déesse Nout représente le ciel, Shou l'air et Geb la terre. Le Soleil circule sur un chariot.

Pour ce peuple, la Terre ronde est une haute montagne qui repose sur les eaux. La mer est entre le ciel et la terre.

Ce grec a l'intuition du mouvement de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

Il prouve que la Terre est ronde et mesure sa circonférence et son diamètre.

Il invente le premier modèle du système solaire en pensant que la Terre est le centre fixe et immobile du monde.

Pour lui, ce n'est pas la Terre qui est le centre du monde, elle tourne sur elle-même et autour du Soleil central.

Il pense que l'univers est infini, peuplé d'une quantité innombrable de mondes identiques au nôtre.

Il perce le mystère du mouvement des planètes autour du Soleil et décrit des trajectoires elliptiques.

Il fabrique la première lunette astronomique et découvre des montagnes sur la Lune et des satellites de Jupiter.



A



B



C



D



E



F



G



H



I

Il prouve que la Terre est ronde et mesure sa circonférence et son diamètre.

J

Il perce le mystère du mouvement des planètes autour du Soleil et décrit des trajectoires elliptiques.

K

Pour ce peuple, la Terre ronde est une haute montagne qui repose sur les eaux. La mer est entre le ciel et la terre.

L

Il fabrique la première lunette astronomique et découvre des montagnes sur la Lune et des satellites de Jupiter.

M

Pour lui, ce n'est pas la Terre qui est le centre du monde, elle tourne sur elle-même et autour du Soleil central.

N

Il pense que l'univers est infini, peuplé d'une quantité innombrable de mondes identiques au nôtre.

O

Pour ce peuple, la déesse Nout représente le ciel, Shou l'air et Geb la terre. Le Soleil circule sur un chariot.

P

Il invente le premier modèle du système solaire en pensant que la Terre est le centre fixe et immobile du monde.

Q

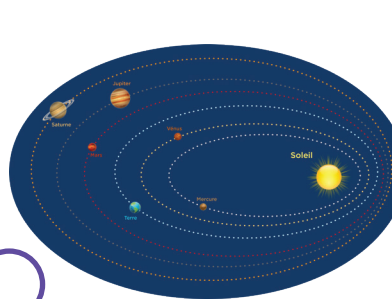
Ce grec a l'intuition du mouvement de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

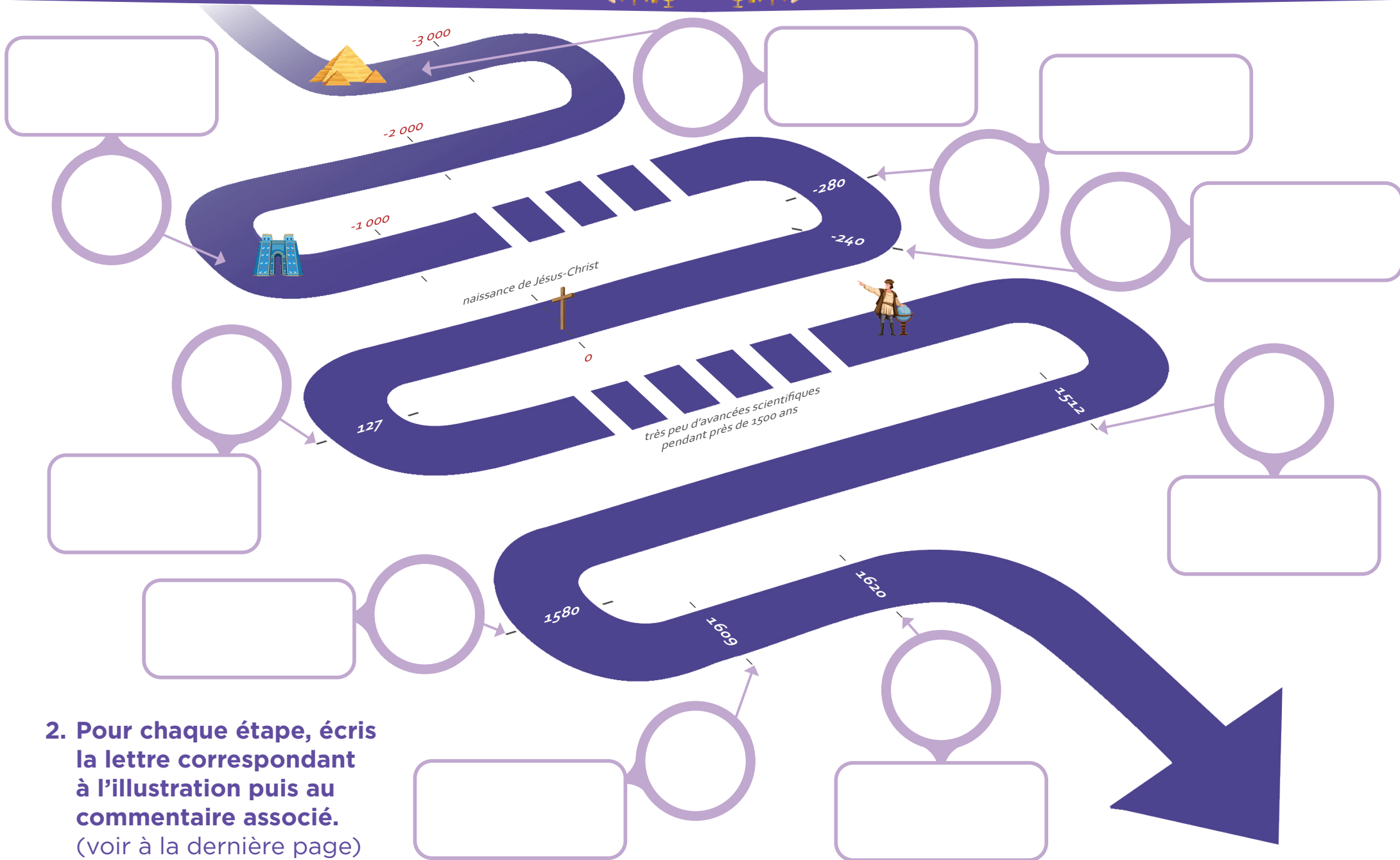
R

Livret d'accompagnement

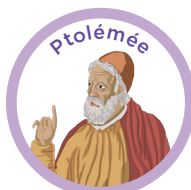
Prénom :

1. Retrouve la légende de chaque représentation de l'univers :





2. Pour chaque étape, écris la lettre correspondant à l'illustration puis au commentaire associé.
(voir à la dernière page)



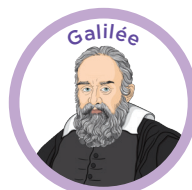
A



B



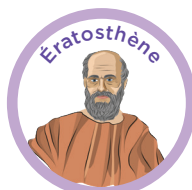
C



D



E



F



G



H



I

Il prouve que la Terre est ronde et mesure sa circonférence et son diamètre.

J

Il perce le mystère du mouvement des planètes autour du Soleil et décrit des trajectoires elliptiques.

K

Pour ce peuple, la Terre ronde est une haute montagne qui repose sur les eaux. La mer est entre le ciel et la terre.

L

Il fabrique la première lunette astronomique et découvre des montagnes sur la Lune et des satellites de Jupiter.

M

Pour lui, ce n'est pas la Terre qui est le centre du monde, elle tourne sur elle-même et autour du Soleil central.

N

Il pense que l'univers est infini, peuplé d'une quantité innombrable de mondes identiques au nôtre.

O

Pour ce peuple, la déesse Nout représente le ciel, Shou l'air et Geb la terre. Le Soleil circule sur un chariot.

P

Il invente le premier modèle du système solaire en pensant que la Terre est le centre fixe et immobile du monde.

Q

Ce grec a l'intuition du mouvement de la Terre sur elle-même et autour du Soleil.

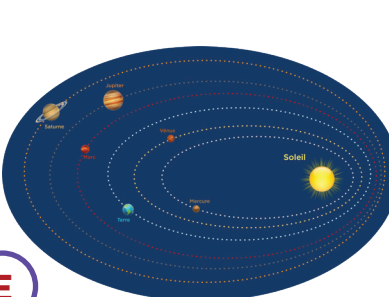
R

Livret d'accompagnement

Prénom :

SOLUTION

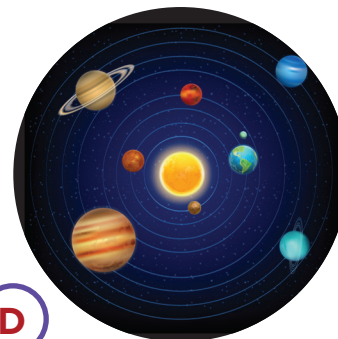
1. Retrouve la légende de chaque représentation de l'univers :



E



C



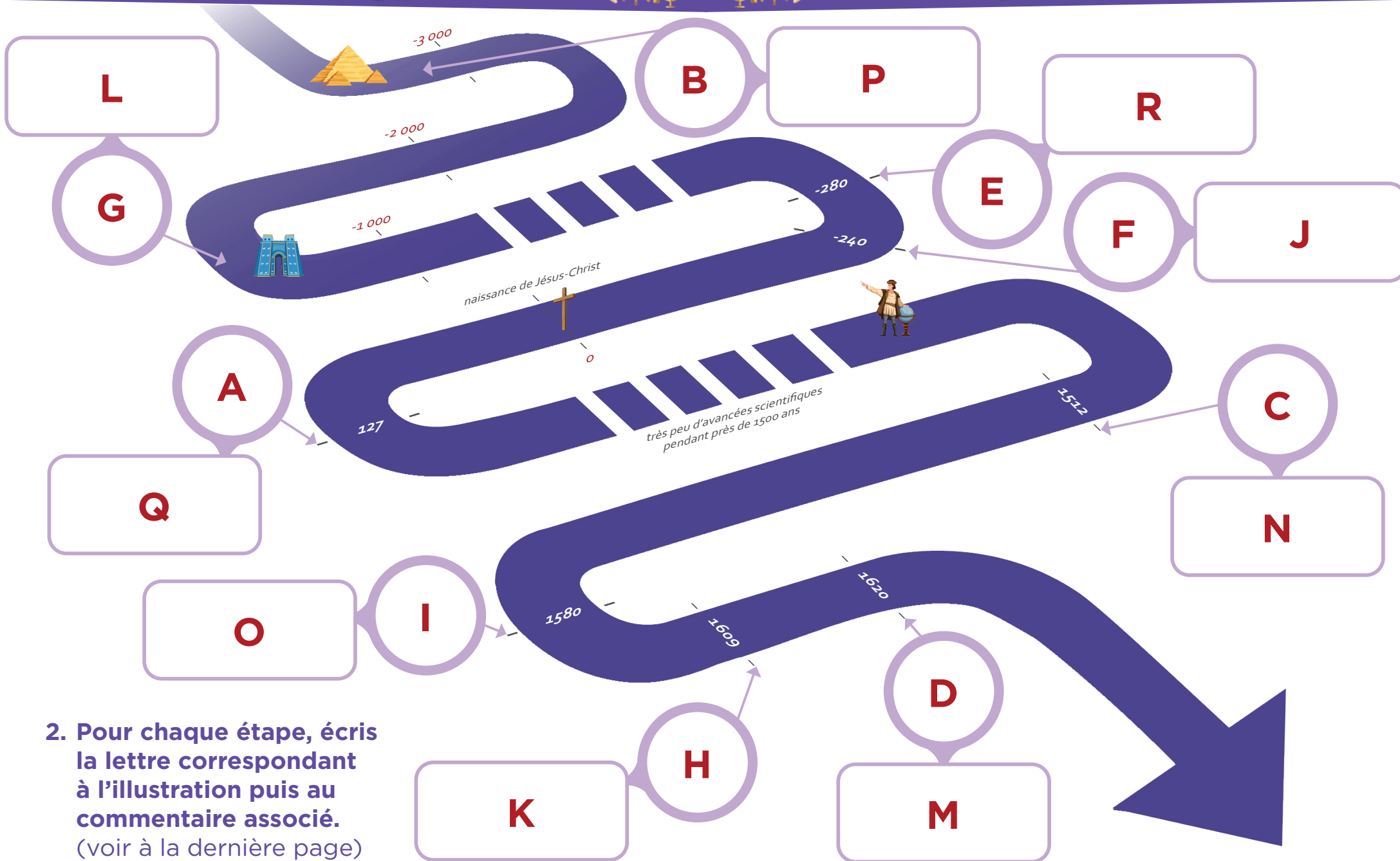
D



B



A





Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée



En savoir plus...

En Égypte antique (-4000 à -1000 environ) : Pour les Égyptiens de l'Antiquité, l'aspect du ciel avait une signification mythologique, religieuse et symbolique. Toutefois, dans la civilisation égyptienne, les observations astronomiques n'avaient pas une finalité astrologique aussi prononcée qu'en Mésopotamie.

Pour les Égyptiens, le Ciel est une déesse, Nout, et la Terre un dieu Geb. Notons que ce sera le contraire chez les Grecs où le Ciel est un dieu, Ouranos, et la Terre une déesse, Gaïa.

Les Égyptiens effectuent de nombreuses observations du ciel nocturne. Ils divisent le ciel en 36 décans et développent le premier calendrier comptant 365 jours vers -3000.

Les Mésopotamiens (vers -1000) : Si les Mésopotamiens effectuent de très nombreux relevés astronomiques (Soleil, Lune, planètes, étoiles), c'est essentiellement à des fins astrologiques et divinatoires.

Les observations célestes sont tournées vers la recherche de signes divins dans les phénomènes astraux, ce qui s'accompagne d'une recherche d'une meilleure compréhension de leurs mouvements périodiques. Cette période vit l'accumulation de données astronomiques nombreuses et régulières, qui devaient constituer une base pour les évolutions postérieures.

Aristarque de Samos (vers -280) : Pour cet astronome et mathématicien grec, le Soleil et les étoiles sont fixes et immobiles. C'est la Terre qui tourne sur elle-même et se déplaçant sur un cercle centré sur le Soleil. À une époque où, selon Archimède, la plupart des astronomes adhéraient au géocentrisme, soit la Terre immobile, il semble que l'hypothèse héliocentrique d'Aristarque n'eut pas grand succès.

Selon Vitruve, Aristarque serait également l'inventeur du scaphé, un cadran solaire hémisphérique.

Aristarque de Samos observe que la Lune met à peu près une heure à parcourir une distance égale à son diamètre. Il observe d'autre part que les éclipses totales de Lune durent deux heures : 100 % du globe lunaire est plongé dans le cylindre d'ombre de la Terre durant ces deux heures. Il en déduit que le diamètre de ce cylindre est égal à trois diamètres de Lune et que par conséquent le diamètre de la Terre est trois fois plus grand que celui de la Lune. Il est plus précisément 3,7 fois plus grand que celui de la Lune.

Ératosthène de Cyrène (vers -240) : Cet astronome, mathématicien et géographe grec, était le directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie. Considéré comme le plus grand savant du III^e siècle av. J.-C., il est l'inventeur de la géographie, terme encore utilisé de nos jours.

On attribue en général l'idée de la sphéricité de la Terre à l'école pythagoricienne ou à Parménide dès le VI^e siècle av. J.-C. La Terre est déjà considérée comme sphérique par Platon (V^e siècle av. J.-C.) et par Aristote (IV^e siècle av. J.-C.). Mais Ératosthène est le premier à démontrer la rotondité de la Terre.

Ératosthène déduit la circonférence de la Terre (ou méridien terrestre) d'une manière purement géométrique vers 230 av. J.-C. Il compare l'observation qu'il fait sur l'ombre de deux objets situés en deux lieux, Syène (aujourd'hui Assouan) et Alexandrie, considérés



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

comme étant sur le même méridien, le 21 juin (solstice d'été) au midi solaire local. C'est à ce moment précis de l'année que dans l'hémisphère nord le Soleil occupe la plus haute position au-dessus de l'horizon. Or, dans une précédente observation, Ératosthène remarque qu'il n'y a aucune ombre à cette heure dans un puits à Syène (ville située à peu près sur le tropique du Cancer) à cette époque ; ainsi, à ce moment précis, le Soleil est à la verticale et sa lumière éclaire directement le fond du puits. Ératosthène remarque cependant que le même jour à la même heure, un gnomon situé à Alexandrie forme une ombre ; le Soleil n'est donc plus à la verticale. En comparant l'ombre et la hauteur du gnomon, Ératosthène déduit que l'angle entre les rayons solaires et la verticale est de $1/50$ d'angle plein, soit 7,2 degrés ($360^\circ/50$).

Avec l'aide d'un bématiste (voir le pas de Béton), Ératosthène aurait ensuite évalué la distance entre Syène et Alexandrie à environ 5 000 stades.

Grâce à un petit calcul, il déduit que la circonférence de la Terre est de 250 000 stades.

La longueur exacte du stade utilisé par Ératosthène nous est inconnue, mais elle se déduit facilement de la distance nord-sud de 790 km entre Alexandrie et Syène, ce qui donne 158 m par stade. Si on suppose donc qu'il a utilisé le stade égyptien de 157,5 m, on obtient une circonférence de la Terre d'environ 39 375 km, mesure très proche de la réalité (les mesures actuelles donnent à l'équateur 40 075 km).

Claude Ptolémée (vers 130) : Ptolémée est un astronome, astrologue, mathématicien et géographe grec qui vécut à Alexandrie (Égypte). Il est également l'un des précurseurs de la géographie.

Il rédige l'*Almageste* qui est le seul ouvrage antique complet sur l'astronomie qui nous soit parvenu. Il s'est appuyé sur les astronomes babyloniens avaient consigné soigneusement, pendant des siècles, de précieuses observations (positions des astres, datations des éclipses...) et avaient élaboré des techniques de calcul pour la prévision de phénomènes astronomiques.

Ptolémée pense que la Terre ne tourne pas et son argument est le suivant : la Terre ne peut pas tourner, car si c'était le cas, lorsqu'on lance une roche en l'air, elle tomberait derrière nous.

Dans son traité, Ptolémée propose une théorie géométrique pour décrire les mouvements du Soleil, de la Lune et des planète (astres errants), ainsi qu'un catalogue des étoiles (astres fixes). La théorie des épicycles et les tables astronomiques qui l'accompagnent sont une nouvelle mise en forme de l'œuvre d'Hipparque. Elles resteront la référence pendant de nombreux siècles dans les mondes occidentaux et arabes. L'Univers y est conçu comme géocentrique, ce qui a livré l'ouvrage à l'oubli à la fin de la Renaissance, quand le modèle héliocentrique de Copernic, Kepler et Galilée a fini par s'imposer malgré les réticences de l'Église.

Nicolas Copernic (1473-1543) : Copernic est un astronome polonais, également chanoine, médecin et mathématicien.

Il propose une rupture radicale dans l'organisation du cosmos jusque-là établie : les systèmes du monde admis à son époque avaient un point commun, leur géocentrisme : la Terre était immobile au centre de l'univers, tous les astres tournant autour. Au contraire, Copernic place le Soleil au centre de l'univers, la Terre devenant une planète tournant autour de ce point fixe ; c'est l'héliocentrisme.



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée



Pour justifier cette remise en cause totale, Copernic met en exergue les défaillances des systèmes astronomiques existants. Ensuite, leur incapacité à décrire avec précision les phénomènes observés. Enfin, le manque d'ordre et d'harmonie dans ces systèmes extrêmement complexes. Concernant la théorie de Ptolémée, il ajoute une sévère critique de l'astucieuse invention de ce dernier, l'équant, qui viole le principe de l'uniformité des mouvements circulaires par rapport à leur centre, ce qui la rend irréaliste aux yeux de Copernic.

Pour son auteur, la grande force de ce système héliocentrique est qu'il introduit ordre et harmonie dans le cosmos. Il y a en particulier une corrélation logique entre les distances des planètes au centre du système et leur période de révolution. En effet, plus l'orbite d'une planète est grande, plus il lui faudra de temps pour faire une révolution complète autour du Soleil (ce qui n'était pas le cas pour Mercure et Vénus dans le système de Ptolémée, ces deux planètes ayant la même période de révolution que le Soleil). Copernic n'a plus besoin des monstrueux épicycles des planètes que Ptolémée avait introduits pour expliquer leurs rétrogradations. Il élimine également l'incroyable coïncidence qui donnait par exemple à Mars, Jupiter et Saturne la même période d'un an sur ces épicycles (de tailles pourtant inégales). Sa théorie explique en outre pourquoi les planètes internes, Vénus et Mercure, ne s'écartent jamais beaucoup du Soleil et ne se retrouvent jamais en opposition par rapport à lui.

Le système de Copernic permet même de mesurer les distances de chaque planète au Soleil, ce qui était impossible dans un système géocentrique. C'est ce qui permettra plus tard à Johannes Kepler de calculer les trajectoires de ces astres, et d'établir les lois du mouvement dans le système solaire, lois sur lesquelles Isaac Newton s'appuiera pour élaborer sa théorie de la gravité.

Copernic a retardé de plusieurs années la parution de l'œuvre de sa vie. Ses croyances et la peur de la réaction de l'Église en sont les principales raisons. Ce texte ne sera publié que le jour de sa mort.

Giordano Bruno (1548-1600) : Ce frère et philosophe dominicain poursuit les travaux de Nicolas Copernic, il développe une théorie de l'héliocentrisme et tente de démontrer, de manière philosophique, l'existence d'un univers infini dépourvu de centre comme de circonférence, peuplé d'une « quantité innombrable d'astres et de mondes identiques au nôtre ».

Célèbre est la preuve donnée par Giordano Bruno sur la relativité du mouvement. Selon Aristote, la Terre est immobile ; la preuve, c'est que, si l'on fait tomber du haut d'un arbre ou d'une tour une pierre, elle tombe verticalement ; si la Terre tournait, elle se déplacerait pendant le temps de la chute, l'endroit où la pierre tomberait serait décalé dans le sens inverse du mouvement terrestre. Bruno démonte cette fausse preuve de la fixité de la Terre. Si on lâche une pierre du haut du mât d'un bateau en mouvement, elle tombera toujours au pied du mât, quel que soit le mouvement du bateau par rapport à la rive. En montrant qu'on ne peut envisager le mouvement d'un corps dans l'absolu, mais seulement de manière relative, en relation avec un système de référence, Bruno ouvre la voie aux travaux de Galilée, et ce principe au fondement du référentiel inertiel, l'est encore pour la théorie de la relativité restreinte : « Toutes choses qui se trouvent sur la Terre se meuvent avec la Terre. La pierre jetée du haut du mât reviendra en bas, de quelque façon que le navire se meuve. »



Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

Dans ces ouvrages, il expose une vision cosmographique révolutionnaire. Soutenant les thèses coperniciennes, il les dépasse en imaginant un univers peuplé d'une infinité de mondes : « Nous affirmons qu'il existe une infinité de terres, une infinité de soleils et un éther. »

Mais ses propos ne sont pas du goût de l'Inquisition qui le poursuit. Elle l'accuse d'athéisme et d'hérésie. À l'issue d'un procès qui dure huit ans, ponctué d'interrogatoires menés par le cardinal Robert Bellarmin et de propositions de rétractation qu'il accepte puis rejette, le pape Clément VIII ordonne sa condamnation à mort. Il meurt brûlé vif.

Johannes Kepler (1571-1630) : Astronome allemand célèbre pour avoir étudié l'hypothèse héliocentrique de Nicolas Copernic, affirmant que la Terre tourne autour du Soleil et surtout pour avoir découvert que les planètes ne tournent pas autour du Soleil en suivant des trajectoires circulaires parfaites mais des trajectoires elliptiques.

Kepler a découvert les trois relations mathématiques, aujourd'hui dites lois de Kepler, qui régissent les mouvements des planètes sur leur orbite. Ces relations sont fondamentales car elles furent plus tard exploitées par Isaac Newton pour mettre au point sa théorie de la gravitation universelle. Dans son *Astronomia Nova* il entrevoyait déjà la loi de la gravitation universelle. Il explique à propos de la pesanteur et de l'attraction terrestre que « deux corps voisins et hors de la sphère d'attraction d'un troisième corps s'attireraient en raison directe de leur masse. » Pour mieux se faire comprendre, il écrit ce qui sera considéré comme le premier livre de science-fiction, *Le Songe ou l'Astronomie lunaire*. Il veut montrer les problèmes posés par l'attraction et la pesanteur en imaginant un voyage de la Terre à la Lune par deux personnages : la violence du départ, la diminution progressive de la pesanteur qui à la fin s'annule (l'état d'apesanteur de nos jours !) puis l'attraction croissante de la Lune qui reste néanmoins plus faible que sur la Terre.

Galileo Galilei dit Galilée (1564-1642) : Ce scientifique italien fabrique la première lunette astronomique. Grâce à cet objet qui grossit une vingtaine de fois, de physicien il devient astronome. Il découvre des éléments jusqu'alors inconnus, comme des montagnes à la surface de la Lune.

En quelques semaines, il découvre la nature de la Voie lactée, dénombre les étoiles de la constellation d'Orion et constate que certaines étoiles visibles à l'œil nu sont en fait des amas d'étoiles. Il étudie également les taches solaires sur le Soleil.

Le 7 janvier 1610, Galilée fait une découverte capitale : il remarque trois petites étoiles à côté de Jupiter. Après quelques nuits d'observation, il découvre qu'il y en a une quatrième et qu'elles accompagnent la planète : ce sont les satellites visibles de Jupiter. Les études menées par Galilée viennent confirmer la théorie de Copernic. La preuve qu'un objet céleste peut tourner autour d'autre chose que la Terre est apportée.

Le 25 juillet 1610, Galilée tourne sa lunette astronomique vers Saturne et découvre ses anneaux. Le mois suivant, Galilée trouve une astuce pour observer le Soleil à la lunette et découvre les taches solaires. Il en donne une explication satisfaisante.

En septembre 1610, poursuivant ses observations, il découvre les phases de Vénus. Pour lui, c'est une nouvelle preuve de la vérité du système copernicien, car s'il est facile d'interpréter ce phénomène grâce à l'hypothèse héliocentrique, il est beaucoup plus difficile de le faire à l'aide de l'hypothèse géocentrique.

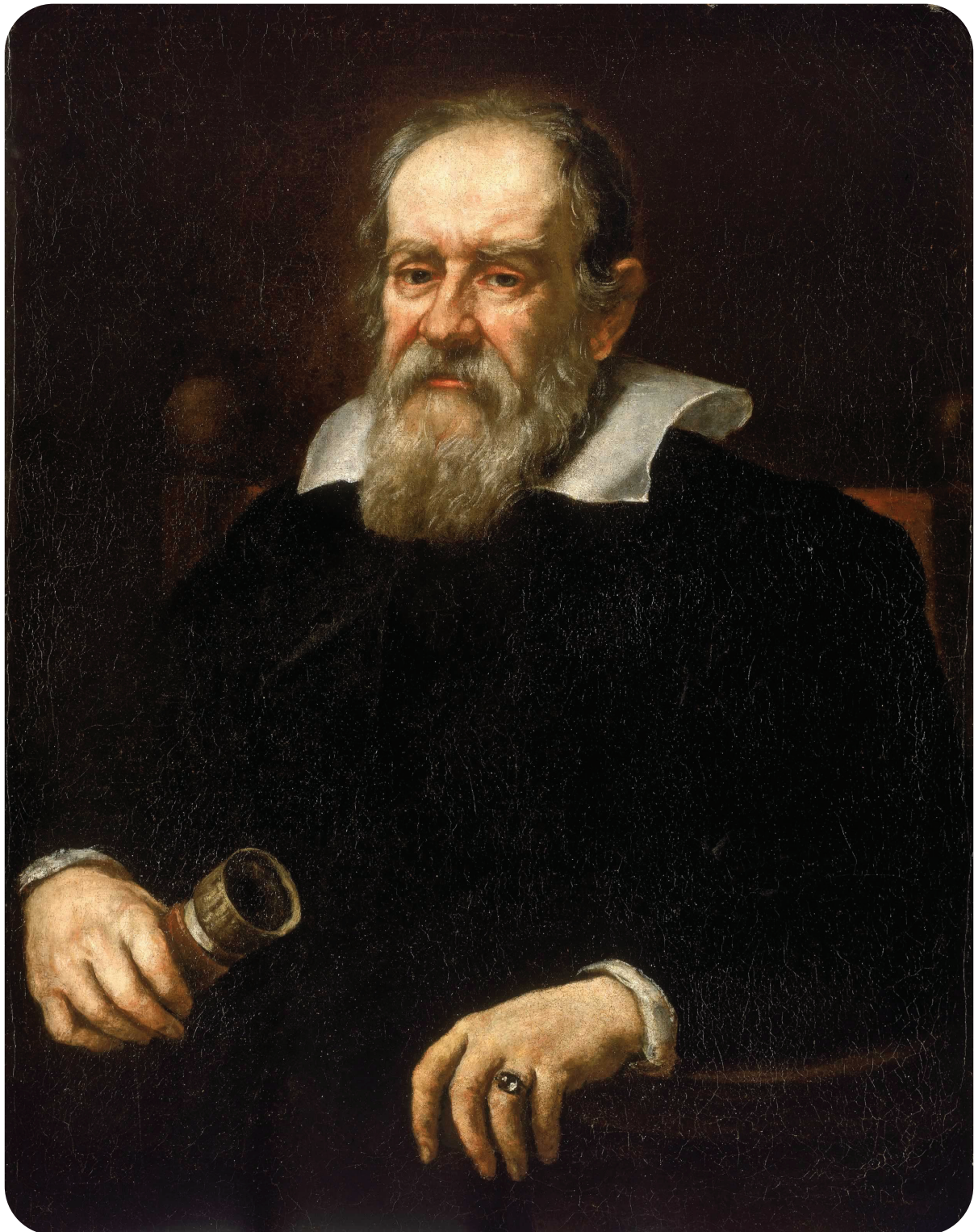


Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

En 1632, Galilée publie un livre, « Dialogue sur les deux grands systèmes du monde », qui expose sa théorie héliocentrique.

La parution de cet ouvrage va provoquer la colère de l'Église, et à l'issue d'un procès, l'homme de sciences sera contraint de se rétracter pour éviter le sort réservé aux hérétiques : brûler vif sur un bûcher. Assigné à résidence, il continuera ses travaux dans la clandestinité durant 9 ans, jusqu'à sa mort en 1642.





Histoire de l'astronomie ancienne

d'Ératosthène à Galilée

Conception pédagogique : Sophie GALLEZOT / [Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole](#) - Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Conception graphique : Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Édition : [Écolothèque de Montpellier Méditerranée Métropole](#)

Version : n° 1 - janvier 2024

Crédits iconographiques

Logo de l'outil : © Kit8.net / Shutterstock.com

Représentation égyptienne du monde : domaine public

Représentation mésopotamienne du monde : © Morphart Creation / Shutterstock.com

Aristarque de Samos : © aipsidtr / Shutterstock.com

Représentation de l'univers d'Aristarque : © Javier Jaime / Shutterstock.com

Ératosthène : © GoXxu Chocolate / Shutterstock.com

Soleil : © snyGGG / Fotolia.com

Obélisque : © Dr. Norbert Lange / Shutterstock.com

Puits : © benchart / Shutterstock.com

Carte de l'Égypte ancienne : Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Bédouin avec son chameau : © Hennadii H / Shutterstock.com

Schéma de l'expérience d'Ératosthène : © Alexandre NICOLAS / [Académie de Montpellier](#)

Ptolémée : © GoXxu Chocolate / Shutterstock.com

Système solaire de Ptolémée : © Siberian Art / Shutterstock.com

Représentation ancienne du système de Ptolémée : domaine public

Copernic : © GoXxu Chocolate / Shutterstock.com

Système solaire de Copernic : © Siberian Art / Shutterstock.com

Représentation ancienne du système de Copernic : domaine public

Giordano Bruno : © kubra_sayik / Shutterstock.com

Ciel étoilé : © Antrakt2 / Shutterstock.com

Représentation de Bruno sur le bûcher : © domaine public

Johannes Kepler : © BlueRingMedia / Shutterstock.com

Système solaire de Kepler : © yaruna / Shutterstock.com

Galilée : © madjembe / Shutterstock.com

Lunette de Galilée : © Zde / [wikimedia.commons.org](https://commons.wikimedia.org/)

Lune : © a.imagestock / Shutterstock.com

Jupiter et ses satellites : © Allexandar / Shutterstock.com

Tableau de Galilée avec les ecclésiastiques : domaine public

Tableau du procès de Galilée : domaine public

Pyramides : © Edge Creative / Shutterstock.com

Porte de Babylone : © Mansoor Aliart / Shutterstock.com

Christophe Colomb : © Simply Amazing / Shutterstock.com

Égyptien : © Macrovector / Shutterstock.com

Babylonien : © matrioshka / Shutterstock.com

Paire de ciseaux : © nice17 / Shutterstock.com

Représentation du monde par les Mésopotamiens : © Macrovector / Shutterstock.com

Représentation du monde par les Égyptiens : © Macrovector / Shutterstock.com

Tampon solution : © ducu59us / Shutterstock.com

Portrait de Galilée : domaine public