

NOM, Prénom :

Classe :

Observer le ciel.

Avec plus de 6 000 ans d'Histoire, l'**astronomie** est probablement la plus ancienne des sciences, ses origines remontant au-delà de l'Antiquité dans les pratiques religieuses préhistoriques. Toutes les civilisations, sur tous les continents, y ont accordé une grande importance.

L'**astronomie** est la science de l'observation des astres, cherchant à expliquer leur origine, leur évolution et, à partir du XXème siècle, leurs propriétés physiques et chimiques.

En grec, *astronomie* signifie la « loi des astres ». Elle ne doit pas être confondue avec l'astrologie qui essaie de prédire l'avenir des hommes d'après le déplacement des astres.

1/ Quels "objets célestes" les anciens astronomes pouvaient-ils observer ?

- le Soleil :

.....

- la lune :

.....

- les étoiles :

.....

- les planètes :

.....

- les phénomènes exceptionnels :

.....

.....

2/ Quels problèmes cherchaient-ils à résoudre ?

- calculer les dimensions de l'Univers (distances entre la Terre et les autres étoiles, taille des différents objets...);

- expliquer le fonctionnement des différentes "sphères" tournant autour de la Terre (sphère des fixes, astres errants...);

- comprendre les phénomènes exceptionnels (éclipses, comètes, étoiles filantes...).

3/ Quelles méthodes utilisaient-ils ?

- l'observation directe du ciel (à l'oeil nu);

- les calculs mathématiques (géométrie, trigonométrie);

- les astrolabes, tables et éphémérides qui permettaient de répertorier les principaux phénomènes et d'établir leurs cycles.

Document n°1 : Schéma de l'Univers selon le système de l'astronome grec Ptolémée.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Document n°2 : Texte de l'astronome musulman Thâbi ibn Qurra.

Né en Mésopotamie, Thâbi ibn Qurra (vers 824-901) passa une grande partie de sa vie à Bagdad, la capitale du monde musulman. De langue syriaque, il connaissait aussi le grec et l'arabe ce qui lui permit d'avoir accès à la science grecque, d'en traduire de nombreux ouvrages et de rédiger lui-même une quarantaine de livres touchant à l'astronomie et à l'astrologie.

“ La Terre est située au milieu de l'Univers, elle a une forme circulaire comme celle d'une sphère ; son centre est le centre de l'écliptique et, à l'échelle de la *sphère des fixes*, elle est assimilable à un point qui n'a pas de dimension. [...]

La sphère de la Lune entoure les quatre éléments de la Terre [...]. Ensuite, le point le plus haut de la sphère de la Lune touche le point le plus bas de la sphère de Mercure. C'est de la même façon que se présentent tous les *astres errants* : il y a successivement la sphère de Vénus, la sphère du Soleil, la sphère de Mars, la sphère de Jupiter et la sphère de Saturne ; puis la *sphère des fixes* entoure tout cet ensemble.”

- “La Terre est située au milieu de l'Univers, elle a une forme circulaire”, cette phrase est-elle vraie ou fausse ?

.....

.....

.....

- Dans le texte de Thâbi ibn Qurra, qu'est-ce que sont la “*sphère des fixes*” et les “*astres errants*” ? Pourquoi les appelle-t-il ainsi ?

- *sphère des fixes* :

.....

.....

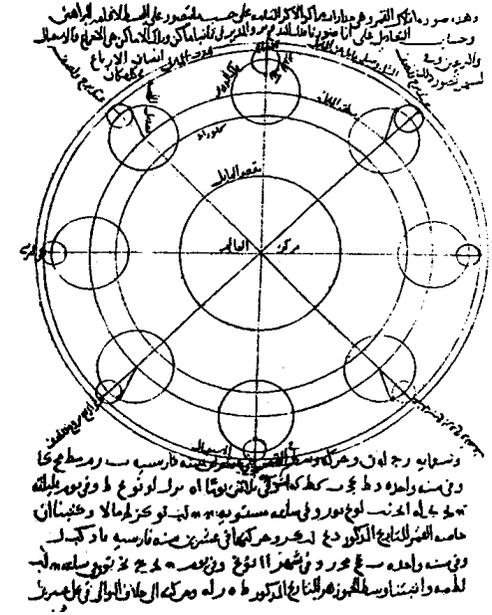
- *astres errants* :

.....

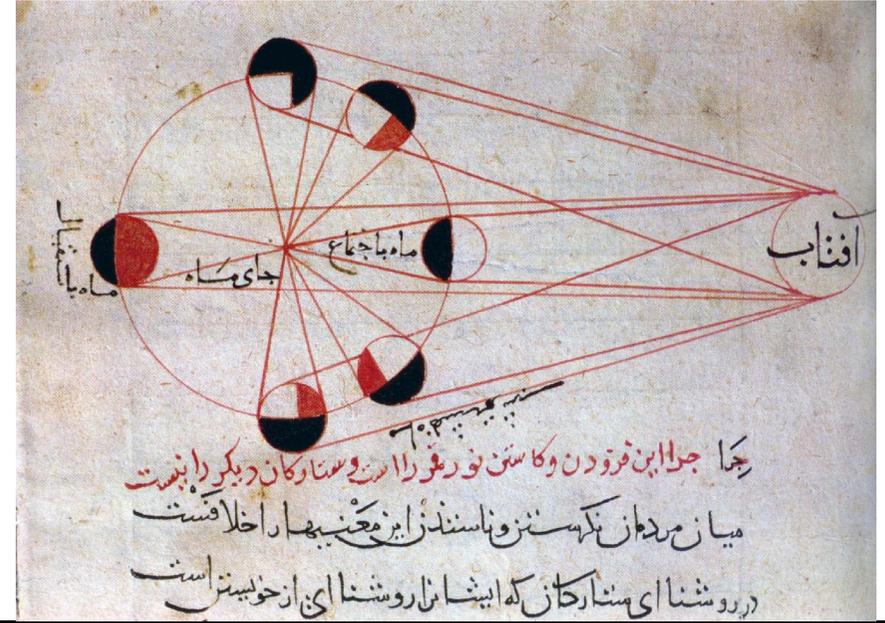
Document n°3 : Thâbi ibn Qurra propose une mesure des astres.

“ Le plus grand de tous les astres est le Soleil : il vaut environ 166 fois la Terre. Viennent ensuite les étoiles de première grandeur : chacune d'elle vaut environ 96 fois la Terre. Vient ensuite *Jupiter* qui vaut environ 82 fois la Terre. Vient ensuite *Saturne* qui vaut environ 79 fois la Terre. Vient ensuite *Mars* qui vaut une fois et demie la Terre. Vient ensuite *Vénus* qui vaut environ 1/37 de la Terre. Vient ensuite la Lune qui vaut environ 1/40 de la Terre. Vient ensuite *Mercur*e qui vaut 1/19 683 de la Terre.”

Document n°4 : Croquis d'un “système géocentrique” (Ibn al-Shatir, XIVème siècle).



Document n°5 : Illustration d'une éclipse de Lune par Al-Bîrûnî (XIème siècle)



NOM, Prénom :**Classe :****Mesurer le temps.**

*Pour mesurer le temps, il existe deux grands types de **calendriers** : les calendriers lunaires et les calendriers solaires.*

*De nos jours, la plupart des calendriers sont des calendriers solaires : **une année dure 365 jours**. Un jour correspond à la durée de la rotation de la Terre sur elle-même face au Soleil et une année correspond au temps de rotation de la Terre autour du Soleil. **Pourtant, les calendriers solaires existent depuis plus de 5 000 ans**. Les plus anciens que l'on connaisse remontent donc à des époques où la Terre était considérée comme un objet fixe placé au centre de l'Univers.*

***Comment les anciens astronomes ont-ils pu établir la durée d'une année solaire ?** Ils se sont basés sur l'observation du "Soleil apparent" (celui que l'on voit tourner autour de la Terre).*

*En effet, la trajectoire du Soleil (entre le point où il "se lève" et le point où il "se couche") varie dans le ciel mais elle revient à la même place tous les 365 jours, après être passée par quatre étapes importantes de **son cycle** : le solstice d'hiver, l'équinoxe de printemps, le solstice d'été et l'équinoxe d'automne.*

Solstice d'hiver :

.....

.....

Équinoxe de printemps :

.....

.....

Solstice d'été :

.....

.....

Équinoxe d'automne :

.....

.....

Document n°1 : Le calendrier des pharaons.

Les astronomes égyptiens avaient déjà établi, au début du III^{ème} millénaire av.J-C, un calendrier solaire avec une année de 365 jours divisée en 12 mois de 30 jours.

L'année était aussi séparée en trois saisons comptant chacune quatre mois : la saison de "l'inondation", l'*hiver* (qui correspond à la saison des labours et des semences) et l'*été* (la saison des moissons).

Mais ce calendrier avait un grave défaut : l'année était trop courte d'un quart de jour (on sait aujourd'hui que la Terre tourne autour du Soleil en 365 jours et six heures).

Cet écart, insignifiant au début, augmentait chaque année (1 jour tous les 4 ans, 30 jours tous les 120 ans...) et, au bout de quelques siècles, les dates du calendrier officiel ne correspondaient plus du tout au cycle naturel des saisons.

En fait, pour les Égyptiens, c'était le début de la crue du Nil qui marquait le commencement de l'année. Pour la prévoir, les astronomes utilisaient l'apparition de l'étoile Sothis (appelée aujourd'hui *Sirius*) dans le ciel quelques minutes avant le lever du Soleil. A partir de cela, les prêtres pouvaient fixer avec plus de précision les dates des différentes fêtes de l'année.

- De nos jours, qu'est-ce qu'une "année bissextile" ? A quoi sert-elle ?

.....

.....

.....

.....

Document n°2 : Les calendriers grecs.

Différents calendriers furent en usage parmi toutes les cités grecques : athénien, delphique, thébain, corinthien, etc.

Les noms des mois, divisés en 3 *décades* (dix jours), sont donc très variables selon les régions. Un des plus connus est le calendrier luni-solaire des Athéniens. Pour accorder mois lunaire et année solaire, ils faisaient alterner des *mois pleins* (30 jours) et des *mois caves* (29 jours), pour un total de 354 jours auxquels ils ajoutaient un treizième mois supplémentaire.

Vers 500 av. J.-C., un astronome nommé Cléostrat de Ténédos aurait découvert l'*octaétéride* : il s'agit d'un cycle de 8 ans au cours duquel on ajoute 3 mois intercalaires de 30 jours dans les troisième, cinquième et huitième années. Ce calcul était fondé sur 1 année solaire de 365,25 jours et 1 mois lunaire de 29,5 jours. Mais ce système faisait qu'en 80 ans la Lune retardait d'environ 15 jours. La précision aurait été améliorée ensuite par des astronomes comme Méton, Callippe...

En Grèce, le compte des années variait aussi d'une cité à l'autre : on nommait les années d'après leur place dans le règne des souverains ou l'élection des magistrats importants.

Puis une chronologie générale fut établie à partir des **Jeux Olympiques** : une *olympiade* était une période de quatre ans à partir des premiers Jeux Olympiques (en -776) et les historiens utilisaient les listes des vainqueurs comme référence pour fixer les événements.

Document n°3 : D'où viennent les noms des mois de notre calendrier ?

Le calendrier que nous utilisons aujourd'hui est, en fait, le calendrier romain. Il s'agit même du *calendrier julien* établi par Jules César en 46 av.J-C (*en 708 après la fondation de Rome*) d'après les calculs de l'astronome Sosigène d'Alexandrie.

Il établit un cycle de 4 ans au cours duquel les 3 premières années contenaient 365 jours, et la quatrième 366 jours. Le jour supplémentaire fut ajouté au mois de *février*.

Janvier : c'est le mois dédié au dieu *Janus*, le dieu des passages.

Février : du latin *februare* (purifier), c'est le mois dédié aux rites de purification.

Mars : c'est le mois dédié au dieu de la guerre, *Mars*.

Avril : du latin *aprire* qui signifie "ouvrir", c'est le mois des bourgeons.

Mai : ce mois doit son nom à une ancienne divinité, mal connue, nommée *Maïa* ou *Maius*.

Juin : ce mois commémore l'élection du premier consul de Rome, *Junius Brutus*.

Juillet : c'est le mois de naissance de Jules César, appelé *Julius* puis *juillet* au Moyen-Age.

Août : du latin *augustus*, ce mois est consacré à l'Empereur Octave surnommé Auguste.

Septembre* : du latin *septem* (sept), c'était le septième mois de l'ancienne année romaine.

Octobre* : du latin *octo* (huit), c'était le huitième mois de l'ancienne année romaine.

Novembre* : du latin *novem* (neuf), c'était le neuvième mois de l'ancienne année romaine.

Décembre* : du latin *decem* (dix), c'était le dixième mois de l'ancienne année romaine.

* A l'origine, le calendrier romain comptait 10 mois, puis les mois de *janvier* et de *février* ont été ajoutés et le début de l'année fut fixé au 1er *janvier*.

La date du *solstice d'hiver* fut aussi fixée au 25 décembre, ce qui explique peut-être la date actuelle de la fête chrétienne de Noël.

Document n°4 : La datation de l'ère chrétienne (2007 ap.J-C ?).

C'est à un moine surnommé *Denys le Petit* (mort vers 640), que l'on doit la datation de l'an 1 de l'époque chrétienne.

Installé à Rome, Denys le Petit accomplit un remarquable travail de traducteur de textes grecs et latins et il établit une manière générale de calculer la date de la fête de Pâques.

A l'aide des textes anciens, il essaya de calculer l'année de naissance de Jésus-Christ et il la fixa *en l'an 753 après la fondation de Rome*. Dans son calcul, il n'y a pas d'année 0 et l'an 1 de l'ère chrétienne a commencé au 1er janvier suivant.

En fait, il semble certain aujourd'hui, d'après de nouvelles études des textes, que Jésus soit né quelques années avant l'an 1 calculé par Denys. Mais cette date devint officielle en 613 dans les textes du pape Boniface IV puis elle fut généralisée à toute l'Europe à partir de 800, sous le règne de l'Empereur Charlemagne.

Document n°5 : Le calendrier musulman.

Le calendrier musulman est un *calendrier lunaire* qui commence avec l'*Hégire* (lorsque Mahomet s'enfuit de La Mecque en 622). L'année compte douze mois de 29 ou 30 jours, soit 354 ou 355 jours par an, si bien que chaque année, le calendrier "hégirien" se décale de dix ou onze jours par rapport au calendrier chrétien. Un siècle d'années solaires correspond à environ 103 années lunaires.

Ainsi, l'année 2007 du calendrier chrétien correspond à l'année 1428 du calendrier musulman.

De même, les fêtes musulmanes (comme le début et la fin du mois de *Ramadan*) sont calculées en fonction des phases de la lune et elles peuvent être placées dans n'importe quelle saison de l'année solaire.

1/ Quel peuple fut le premier à utiliser un calendrier solaire de 365 jours ?

a) les Égyptiens	b) les Grecs
c) les Romains	d) les Chrétiens

2/ Quel peuple fut le premier à utiliser une année *bissextile* tous les quatre ans ?

a) les Égyptiens	b) les Grecs
c) les Romains	d) les Chrétiens

3/ Quel peuple établissait ses chronologies en fonction des Jeux Olympiques ?

a) les Égyptiens	b) les Grecs
c) les Romains	d) les Chrétiens

4/ Quel peuple comptait les années à partir de la fondation de sa ville principale ?

a) les Grecs	b) les Romains
c) les Chrétiens	d) les Musulmans

5/ Quel peuple utilisait un calendrier lunaire ?

a) les Grecs	b) les Romains
c) les Chrétiens	d) les Musulmans

6/ Quel peuple a repris le calendrier des Romains mais en comptant les années à partir de la naissance de Jésus ?

a) les Grecs	b) les Romains
c) les Chrétiens	d) les Musulmans

NOM, Prénom :**Classe :****Les découvertes de Nicolas Copernic (1473-1543).**

Nicolas Copernic était un religieux (un “chanoine”) polonais qui exerça de nombreuses activités : astronome mais aussi médecin, professeur de mathématiques, économiste, régisseur de domaine...

Vers 1510, il proposa de nouvelles méthodes pour mesurer et expliquer les déplacements des “sphères célestes” et en particulier des “planètes” (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter, Saturne) dont personne n’arrivait à expliquer les trajectoires. En effet, vus de la Terre, ces “astres errants” donnent l’impression d’avancer à des vitesses différentes, parfois de stationner voire même de partir en sens inverse !

Pour expliquer cela, Copernic proposa de ne plus considérer la Terre comme le centre fixe de l’Univers (“géocentrisme”) mais le Soleil : la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Les étoiles sont donc fixes et les autres “planètes” tournent elles aussi autour du Soleil.

Ces nouvelles hypothèses sur “l’héliocentrisme” permettaient des calculs plus précis mais elles étaient en contradiction totale avec les textes sacrés de la Bible. Pour ne pas être condamné par l’Église, Copernic ne publia ses découvertes qu’à la fin de sa vie : il mourut au moment de la parution de son livre (De revolutionibus orbium coelestium) et il ne put pas défendre ses idées contre toutes les critiques qui lui furent adressées.

Document n°1 : Les sept nouvelles propositions de N. Copernic (traduit du latin).

Première hypothèse : Il n’y a pas de centre unique pour toutes les sphères qui se déplacent dans le ciel.

Deuxième hypothèse : Le centre de la Terre n’est pas le centre de l’Univers mais seulement celui de l’orbite de la Lune.

Troisième hypothèse : Toutes les orbites entourent le Soleil qui se trouve donc au centre de toutes et c’est pourquoi le centre du monde se trouve au voisinage du Soleil.

Quatrième hypothèse : [...] La distance entre le Soleil et la Terre est minuscule en comparaison de la hauteur de la sphère des étoiles.

Cinquième hypothèse : **Tout mouvement qui paraît appartenir à la sphère des étoiles ne provient pas d’elle mais de la Terre.** [...] La Terre accomplit un tour complet autour de ses pôles tandis que la sphère des étoiles demeure immobile.

Sixième hypothèse : **Les mouvements qui nous paraissent appartenir au Soleil ne proviennent pas de lui mais de la Terre** et de son orbite avec laquelle nous effectuons des révolutions autour du Soleil comme n’importe quelle autre planète. La Terre est donc entraînée par plusieurs mouvements.

Septième hypothèse : **Les mouvements rétrogrades et directs des planètes ne proviennent pas de celles-ci mais de la Terre.** Le mouvement seul de la Terre suffit donc à expliquer un grand nombre d’irrégularités apparentes dans le ciel.

Document n°2 : Résumé de la création du monde et de la vie telle qu’elle est racontée par le premier livre de la Bible (la Genèse).

1er jour : Dieu crée le ciel et la Terre. Il sépare la lumière des ténèbres (“*Que la lumière soit*”). Il appelle la lumière “jour” et les ténèbres “nuit”.

2ème jour : Dieu crée le “firmament” (le ciel) pour séparer les “eaux d’en haut” d’avec les “eaux d’en bas”.

3ème jour : Dieu rassemble les “eaux d’en bas” en une seule masse et fait apparaître le continent. Il appelle le continent “terre” et la masse des eaux “mers”. Puis Dieu crée la végétation (herbes, arbres fruitiers...) sur la surface de la terre.

4ème jour : Dieu crée des “luminaires” pour séparer le jour et la nuit - le soleil, la lune et les étoiles - et les place dans le firmament.

5ème jour : Dieu crée toutes les espèces de poissons, dans les mers, et toutes les espèces d’oiseaux, dans le ciel.

6ème jour : Dieu crée toutes les espèces de “bestiaux, bestioles et bêtes sauvages” et les répand sur la terre. Puis il crée le premier homme : “*Faisons l’homme à notre image, comme notre ressemblance, et qu’ils dominent sur les poissons de la mer, les oiseaux du ciel, les bestiaux, toutes les bêtes sauvages et toutes les bestioles qui rampent sur la Terre.*” Il crée ensuite la femme et les bénit.

7ème jour : Dieu estime que son ouvrage est achevé, il se repose et fait du septième jour un jour de repos. “*Telle fut l’histoire du ciel et de la terre, quand ils furent créés.*”

- Que signifient les mots “géocentrisme” et “héliocentrisme” ?

.....

.....

.....

.....

.....

- Pourquoi Copernic a-t-il voulu changer les anciennes règles d’observation du ciel ?

.....

.....

.....

.....

.....

- Pourquoi les découvertes de Copernic étaient-elles en contradiction avec le texte de la Bible ?

.....

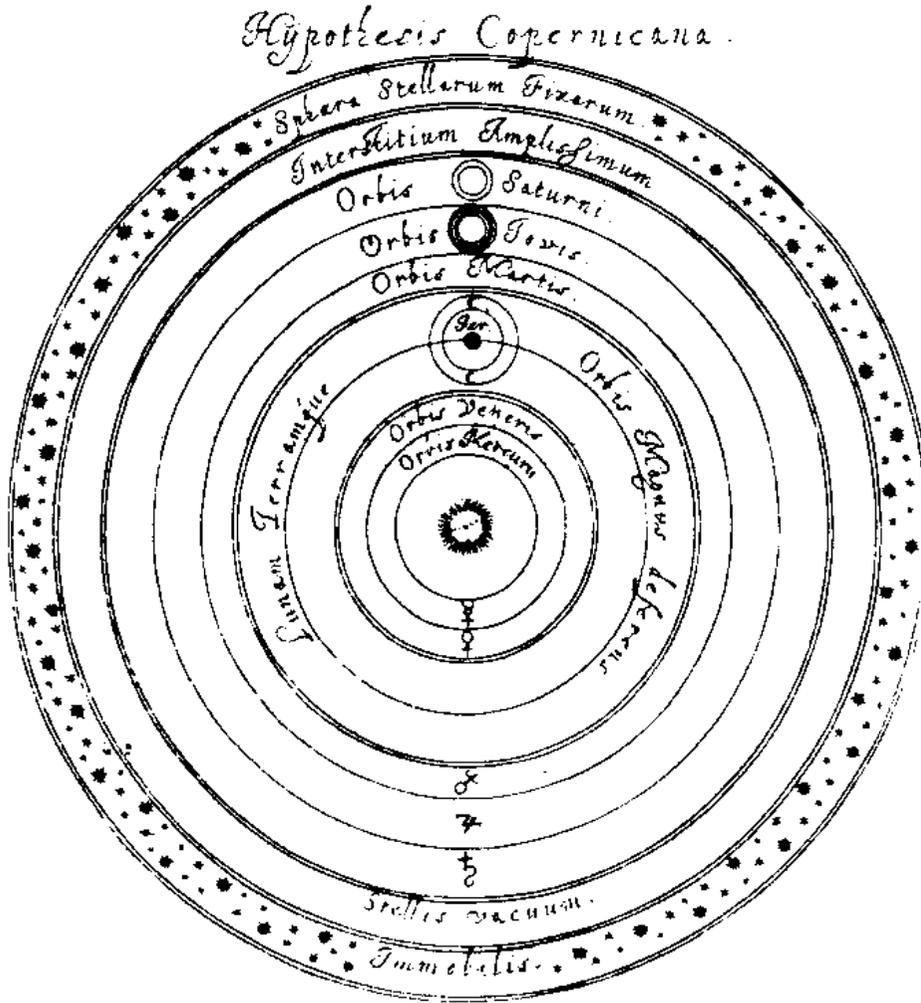
.....

.....

.....

.....

Document n°3 : Schéma de l'Univers selon le système établi par N. Copernic.



Document n°4 : Copernic n'a pas résolu tous les problèmes...

Nicolas Copernic a présenté une méthode totalement nouvelle pour observer le ciel mais, avec les moyens de son époque, il n'a pas répondu à toutes les questions posées par ce retournement complet de l'Univers.

Néanmoins, ses hypothèses ont ouvert la voie à toutes les nouvelles recherches des astronomes qui l'ont suivi.

1/ Copernic n'a pas donné de preuve irréfutable de son système *héliocentrique* : c'est **Galilée** qui, en 1610, grâce à sa première *lunette astronomique* a observé les différentes *phases* de Vénus pour montrer que, effectivement, elle tournait autour du Soleil.

2/ Copernic, même avec son nouveau système, n'a pas réussi à donner un calcul exact du trajet des différentes planètes : c'est **Johannes Kepler** qui, en 1609, expliquera que, en fait, les orbites des planètes ne sont pas des cercles mais des *ellipses* autour du Soleil.

3/ Copernic n'a pas expliqué tous les bouleversements physiques liés à son nouveau système : pourquoi ne ressentons-nous pas les mouvements de la Terre ? pourquoi une pomme tombe-t-elle sur le sol alors que la lune reste dans le ciel ?... C'est **Isaac Newton** qui, en 1687, décrira *la loi universelle de la gravitation*.

4/ En plaçant le Soleil au centre de l'Univers, Copernic n'imaginait pas que, en fait, le Soleil fait partie des milliards d'étoiles qui composent notre *galaxie* qui, elle-même, se déplace dans l'Univers. Ceci ne fut découvert qu'en 1750 par **Thomas Wright**.

Document n°5 : Les principales découvertes astronomiques depuis Copernic jusqu'à nos jours.

- 1609** : Johannes Kepler décrit les orbites des planètes non pas comme des cercles mais comme des ellipses, ce qui permet de prévoir leur trajectoire avec précision.
- 1610** : Galilée fabrique la première lunette astronomique et il découvre, grâce à elle, les 4 plus gros satellites de Jupiter, les phases de Vénus et les anneaux de Saturne.
- 1633** : Galilée est jugé par l'Église catholique. Pour éviter d'être condamné à mort, il doit reconnaître qu'il s'est trompé et que la Terre est bien au centre de l'Univers.
- 1672** : Isaac Newton invente le premier télescope, composé de miroirs et, en **1687**, Johannes Hevelius publie un catalogue de 1 500 étoiles répertoriées.
- 1781** : William Herschel découvre une nouvelle planète, **Uranus**, grâce à son télescope.
- 1846** : Johanne Galle découvre une nouvelle planète, **Neptune**.
- 1860** : invention de la *spectroscopie*, une nouvelle technique d'observation grâce à la décomposition de la lumière venue des planètes et des étoiles.
- 1905** : Albert Einstein énonce une nouvelle théorie, celle de la *relativité restreinte*, puis, en **1915**, il énonce les règles de la *relativité générale*.
- 1925** : Edwin Hubble découvre des galaxies extérieures à la Voie Lactée (notre galaxie).
- 1930** : Clyde Tombaugh découvre **Pluton** qui est alors considérée comme une planète.
- 1950** : Fred Hoyle décrit la théorie du *Big Bang* pour expliquer l'origine de l'Univers.
- 1957** : lancement du premier satellite artificiel autour de la Terre, *Sputnik*.
- 1961** : le Russe Youri Gagarine est le premier homme dans l'espace.
- 1969** : l'Américain Neil Armstrong est le premier homme sur la lune.
- 1990** : lancement du premier télescope spatial, baptisé Hubble.

- En 1995, les astronomes ont découvert les premières "exoplanètes" et, chaque année, ils en détectent de nouvelles. De quoi s'agit-il ?

.....

.....

.....

NOM, Prénom :

Classe :

L'Homme qui mesura la Terre.

1ère page :

1/ Où se situe l'action de cette bande dessinée (ville, pays) ? En quelle année ?

.....
.....

2/ Qui était Ératosthène ?

.....
.....

2ème page :

3/ Sur quel monument Ératosthène rencontre-t-il le roi Ptolémée ? A quoi servait ce monument ?

.....
.....

4/ Quel était le projet d'Ératosthène ?

.....
.....

5/ Pourquoi Ératosthène pensait-il que la Terre était ronde ?

.....
.....

3ème page :

6/ Expliquez brièvement de quelle manière Ératosthène a réussi à calculer sa circonférence de la Terre. Ses calculs étaient-ils justes ?

.....
.....
.....
.....

NOM, Prénom :

Classe :

L'Homme qui mesura la Terre.

1ère page :

1/ Où se situe l'action de cette bande dessinée (ville, pays) ? En quelle année ?

.....
.....

2/ Qui était Ératosthène ?

.....
.....

2ème page :

3/ Sur quel monument Ératosthène rencontre-t-il le roi Ptolémée ? A quoi servait ce monument ?

.....
.....

4/ Quel était le projet d'Ératosthène ?

.....
.....

5/ Pourquoi Ératosthène pensait-il que la Terre était ronde ?

.....
.....

3ème page :

6/ Expliquez brièvement de quelle manière Ératosthène a réussi à calculer sa circonférence de la Terre. Ses calculs étaient-ils justes ?

.....
.....
.....
.....

NOM, Prénom :

Classe :

IDD : L'Histoire de l'Astronomie.

1/ Quelle découverte fut faite par le savant grec Ératosthène en 220 av.J-C ?

.....
.....
.....

2/ Quels "objets célestes" les anciens astronomes pouvaient-ils observer sans aucun instrument ?

.....
.....
.....

3/ Comment les anciens astronomes imaginaient-ils l'univers ? Quelle était la place des différents objets célestes ?

.....
.....
.....

4/ Qu'est-ce qu'un "calendrier solaire" ? Combien de jours dure-t-il ?

.....
.....
.....

5/ Quelle grande découverte fut faite par l'astronome N. Copernic ?

.....
.....
.....

Question supplémentaire : Quel peuple fut le premier à utiliser un calendrier solaire de 365 jours ?

.....

NOM, Prénom :

Classe :

IDD : L'Histoire de l'Astronomie.

1/ Quelle découverte fut faite par le savant grec Ératosthène en 220 av.J-C ?

.....
.....
.....

2/ Quels "objets célestes" les anciens astronomes pouvaient-ils observer sans aucun instrument ?

.....
.....
.....

3/ Comment les anciens astronomes imaginaient-ils l'univers ? Quelle était la place des différents objets célestes ?

.....
.....
.....

4/ Qu'est-ce qu'un "calendrier solaire" ? Combien de jours dure-t-il ?

.....
.....
.....

5/ Quelle grande découverte fut faite par l'astronome N. Copernic ?

.....
.....
.....

Question supplémentaire : Quel peuple a inventé les noms des mois de notre calendrier ?

.....