

ANNEXE 1 : Renseignements sur l'altitude et l'azimut

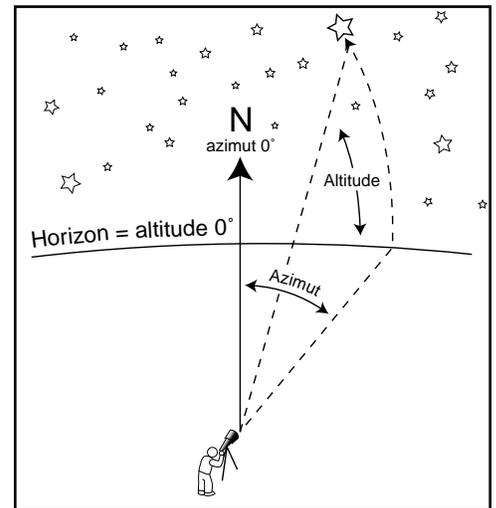
Nom : _____

Date : _____

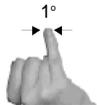
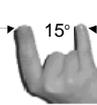
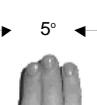
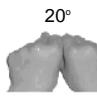
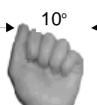
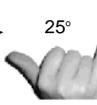
Ensemble, l'altitude et l'azimut constituent un **système de coordonnées** permettant de situer les corps visibles dans la voûte céleste.

L'**azimut** n'est qu'une variation sur les points cardinaux d'une boussole : l'observateur attribue 0° au nord, 90° à l'est, 180° au sud et 270° à l'ouest. Évidemment, le cercle complet, 360° , ramène au nord. (L'azimut d'un corps sera toujours entre 0° et 360° .) L'azimut définit tout arc allant de l'horizon à un point imaginaire sur la voûte céleste qui est directement au-dessus de l'observateur.

L'**altitude** n'est que la mesure, à l'aide d'un rapporteur, de l'angle formé par, d'une part, la ligne imaginaire entre l'observateur et l'horizon, et, d'autre part, la ligne imaginaire qui relie l'observateur au corps situé sur la voûte céleste (ou l'arc mentionné ci-dessus). 0° représente l'horizon et 90° le point au-dessus de l'observateur; l'altitude d'un corps sera toujours entre 0° et 90° .



La **technique de l'angle formé par la main** est une méthode pour mesurer de façon approximative l'altitude. Les illustrations ci-dessous montrent comment il est simple et facile de se servir de ses mains pour évaluer l'angle de perspective des phénomènes ou des corps célestes dans le ciel. Avec le bras tendu :

	ton petit doigt forme un angle projeté d'environ un degré;		l'écart entre ton index et ton petit doigt forme un angle projeté d'environ quinze degrés;
	trois doigts rapprochés forment un angle projeté d'environ cinq degrés;		tes deux poings forment un angle projeté d'environ vingt degrés;
	ton poing forme un angle projeté d'environ dix degrés;		l'écart entre ton pouce et ton petit doigt forme un angle projeté d'environ vingt-cinq degrés.

Remarque : La convention veut qu'on indique d'abord l'altitude puis l'azimut lorsqu'on précise la position d'un corps dans le ciel. L'altitude et l'azimut sont toujours relatifs à la position, à la date et à l'heure de l'observation (le point de référence). C'est pourquoi il faut interpréter les cartes du ciel par rapport au moment et au lieu (latitude et longitude) d'observation.



ANNEXE 2 : Fabrication d'un astrolabe

Nom : _____

Date : _____

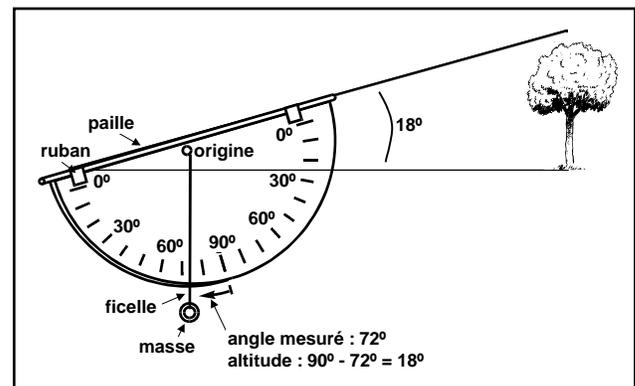
L'**astrolabe** est un instrument inventé par les astronomes arabes du Moyen-Âge. En suivant les directives ci-dessous, tu peux t'en construire une version pratique et peu coûteuse.

MATÉRIEL

- feuille de papier (20 cm x 30 cm)
- feuille de carton (20 cm x 30 cm) d'une bonne épaisseur
- ciseaux, règle, rapporteur
- ruban adhésif transparent, colle
- 20 cm de ficelle ou de fil à pêche de couleur
- plomb d'alourdissement utilisé pour la pêche à la ligne ou une autre petite masse (rondelle de robinet, écrou) pouvant être attaché à la ficelle
- paille (servant à boire) d'au moins 0,5 cm de diamètre

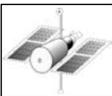
DIRECTIVES

1. Sur une feuille de papier, dessine un demi-cercle dont la base est de 20 cm. Indique bien le point d'origine du demi-cercle. Sous le demi-cercle, trace un rectangle dont la base est aussi de 20 cm et ayant une hauteur de 2 cm.
2. À l'aide du rapporteur et du point d'origine, note à la limite du demi-cercle les angles de 10° , 20° , 30° , et ainsi de suite jusqu'à 90° . Consulte le diagramme si tu as besoin d'aide.
3. Découpe avec soin le demi-cercle et le rectangle et colle-les sur la feuille de carton.
4. Découpe le carton en suivant le contour du papier. (Si tu souhaites que ton astrolabe dure longtemps, monte-le sur une pièce de contreplaqué qui épouse la taille du demi-cercle et du rectangle.)
5. Perce un trou à l'origine du demi-cercle.
6. Passe la ficelle ou le fil dans le trou et fais en sorte qu'elle ne puisse ressortir en employant un trombone, un nœud ou en apposant du ruban adhésif). La ficelle devrait maintenant pendre librement sur le demi-cercle.
7. Attache le plomb au bout de la ficelle, assure-toi qu'il dépasse le demi-cercle d'au moins 10 cm.
8. Fixe (au moyen de ruban adhésif ou de colle) la paille le long de la base du demi-cercle ou du rectangle et assure-toi que tu peux regarder par le trou de la paille.
9. Souviens-toi de soustraire le nombre obtenu de 90, tu obtiendras l'altitude de l'astre que tu observes.



L'astrolabe que tu as construit devrait ressembler à celui illustré ci-dessus. Tu devrais pouvoir observer facilement de gros objets par le trou de la paille. Ton instrument est maintenant prêt à être mis à l'épreuve sur le terrain lors d'une activité prévoyant la mesure de l'altitude de certains objets ou astres.

Attention! N'utilise pas ton astrolabe pour observer directement le Soleil.



ANNEXE 3 : Où est le nord?

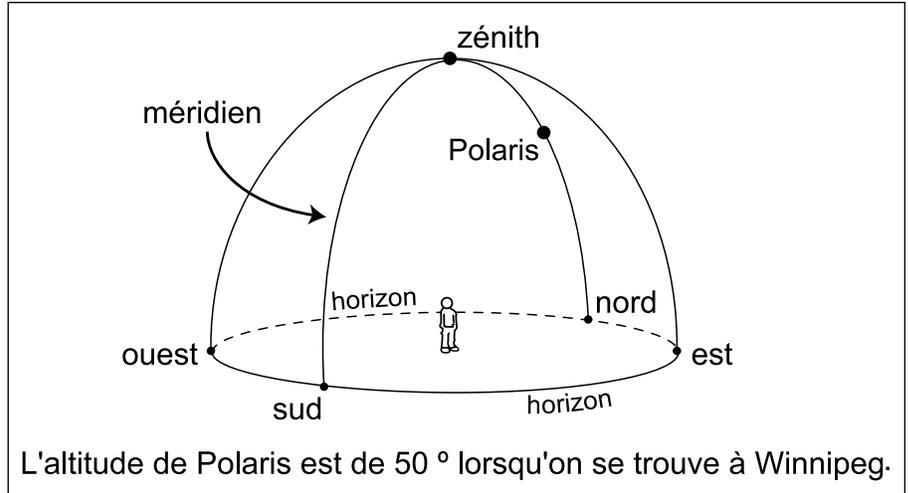
Nom : _____

Date : _____

Lorsqu'un observateur scrute la voûte céleste, le point dans le ciel directement au-dessus de lui s'appelle le **zénith**. Le zénith correspond à une altitude de 90° .

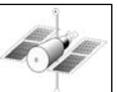
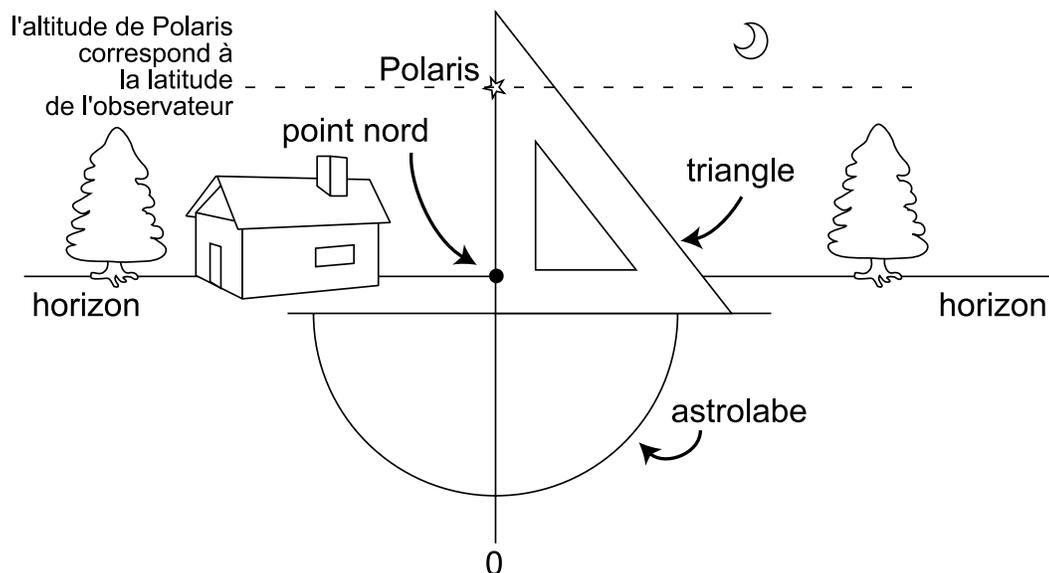
Le **méridien** est une ligne imaginaire dans le ciel qui passe par :

- le point nord à l'horizon;
- Polaris;
- le zénith; et
- le point sud à l'horizon.



Si l'observateur sait où se trouve dans le ciel l'étoile Polaire, appelée également Polaris, il peut déterminer où est le point nord à l'horizon à l'aide de son astrolabe et d'un triangle, tel qu'indiqué par le dessin ci-dessous. (La Voie lactée étant en révolution, la position de Polaris change continuellement, et elle se trouve de nos jours à une altitude de 89° par rapport au pôle Nord.)

Pour trouver Polaris dans le ciel, l'observateur doit connaître à quelle latitude géographique il se situe et où est le nord géographique.



ANNEXE 3 : Où est le nord? (suite)

Nom : _____

Date : _____

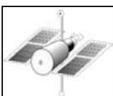
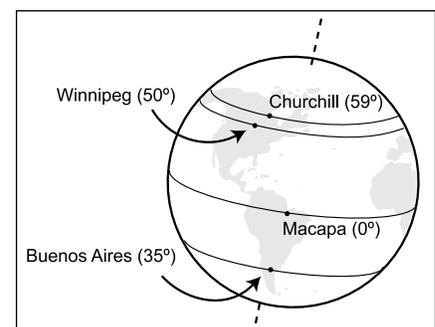
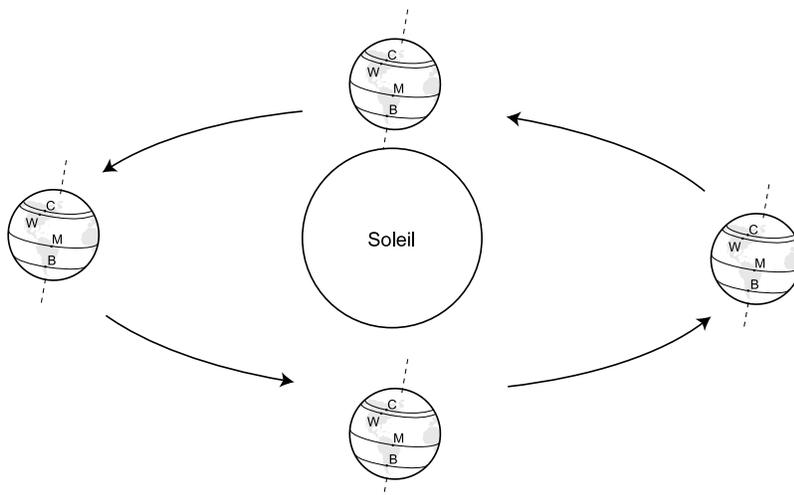
Dans l'hémisphère nord, la **latitude géographique** de l'observateur correspond toujours à l'altitude de Polaris vu par ce même observateur. Cela explique par l'**axe de rotation** de la Terre qui est incliné à 23° par rapport au plan de révolution de la Terre autour du Soleil (les astronomes appellent ce plan l'*équateur céleste* ou le *plan solaire*).



Polaris

Il faut noter que le nord géographique de la Terre ne correspond pas à son **nord magnétique**. Le pôle Nord magnétique se déplace continuellement sur la Terre (en 2000 il se situait à environ 81° N., 108° O., à 500 km à l'ouest du centre de l'île Ellesmere au Canada et à plus de 1000 km au sud du pôle Nord géographique). Puisqu'une boussole pointe vers le nord magnétique, il faut ajuster cette lecture afin de viser le nord géographique juste. Grâce aux calculs des géophysiciens qui peuvent déterminer la **déclinaison magnétique** de chaque lieu, on peut s'orienter vers le nord géographique en ajoutant cette déclinaison à la lecture de la boussole. À Winnipeg, la déclinaison magnétique est d'environ $4,5^\circ$ (pour l'année 2001). Lorsqu'une boussole à Winnipeg pointe vers le nord magnétique, elle pointe en fait à $4,5^\circ$ à l'ouest du nord géographique.

Un observateur à Winnipeg (latitude 50° N.) verra Polaris à une altitude de 50° ; à Churchill (latitude 59° N.) Polaris apparaît dans le ciel à une altitude plus élevée, soit à 59° N. Vu de Macapa au Brésil (sur l'équateur, latitude 0°), Polaris est toujours à l'horizon (altitude de 0°), tandis qu'elle ne peut être observée à Buenos Aires en Argentine (latitude 35° S.) ni nulle part ailleurs dans l'hémisphère sud, la Terre elle-même faisant obstruction aux étoiles du ciel boréal.



ANNEXE 4 : Directives à suivre pour l'observation de corps célestes

Nom : _____

Date : _____

Matériel

- ton astrolabe
- une boussole
- ton tableau pour consigner les données liées à tes observations
- une carte céleste, un cherche-étoiles ou un planisphère simplifié

Directives

1. Prends connaissance de la position approximative de Polaris et de Véga (ou d'une autre étoile facile à repérer) dans le ciel nocturne. Tu devras observer ces étoiles, ainsi que la Lune, pendant trois nuits d'affilée.
2. À l'aide de la boussole, détermine d'abord où se situe le nord, il s'agit de l'azimut 0° . Tiens compte du fait que la boussole t'indique le nord magnétique et non le nord géographique. L'est est à 90° , le sud à 180° et l'ouest à 270° . Une bonne boussole comporte un cadran que l'on peut positionner pour déterminer l'azimut des astres. Consigne ces données dans ton tableau.
3. À l'aide de la technique de l'angle formé par la main, estime l'altitude des astres et inscris ces données dans ton tableau.
4. En te servant de l'astrolabe, regarde par le trou de la paille jusqu'à ce que tu aperçoives l'astre. Tout en maintenant l'instrument bien en place, utilise ta main libre pour serrer la ficelle contre l'échelle graduée de l'astrolabe jusqu'à ce que tu puisses déterminer l'altitude. Répète cette opération au moins deux fois pour chaque astre et inscris la moyenne dans ton tableau.

Remarque : Tu ne pourras comparer tes données à celles de tes camarades de classe que s'ils ont observé les mêmes astres à la même date et à la même heure.



ANNEXE 5 : Tableau de données liées à l'observation des astres

Nom : _____

Date : _____

Consigne tes données dans le tableau suivant :

	Corps célestes observés	Heure, date et lieu de l'observation	Azimut (en degrés) déterminé à partir d'une boussole	Altitude (en degrés) estimée au moyen de la technique de l'angle formé par la main	Altitude (en degrés) mesurée par l'astrolabe
Jour 1	Lune				
	Polaris				
	Véga				
Jour 2	Lune				
	Polaris				
	Véga				
Jour 3	Lune				
	Polaris				
	Véga				



ANNEXE 6 : Aide-mémoire pour l'observation de la Lune

Nom : _____

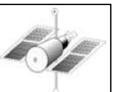
Date : _____

Pour l'observation, tu auras besoin :

- de ton astrolabe
- d'une boussole
- d'un tableau pour consigner les données liées à tes observations
- de cartes saisonnières des étoiles ou d'un cherche-étoiles

N'oublie pas que ...

- tu dois commencer ton observation à partir de la « nouvelle lune ». Cette date correspondra au Jour 1 de ton programme d'observation.
- tu dois observer la Lune à la même heure tous les soirs pendant 14 jours; 20 h est une heure qui convient bien à l'observation pendant les mois d'automne et de printemps alors que 18 h convient davantage à l'observation en hiver.
- tu dois consigner dans ton tableau l'altitude et l'azimut de la Lune que tu as mesurés au moyen de ton astrolabe et de ta boussole.
- tu dois dessiner la Lune comme elle est et ensuite inscrire le pourcentage de sa face qui est illuminé.
- tu dois observer la Lune pendant 14 jours consécutifs. Si un ciel nuageux t'empêche d'observer la Lune, indique-le dans ton tableau. Si tu ne peux observer le ciel un certain soir, transcris les données d'un(e) camarade de classe qui observe la Lune à la même heure que toi ou consulte un site Web.
- tu dois reporter tes données sur trois graphiques différents.



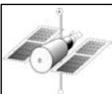
ANNEXE 7 : Tableau de données liées à l'observation de la Lune

Nom : _____

Date : _____

Consigne tes données dans le tableau suivant :

	Date, heure et lieu de l'observation	Altitude de la Lune	Azimut de la Lune	Apparence de la Lune	Pourcentage d'illumination de la face de la Lune
Jour 1					
Jour 2					
Jour 3					
Jour 4					
Jour 5					
Jour 6					
Jour 7					
Jour 8					
Jour 9					
Jour 10					
Jour 11					
Jour 12					
Jour 13					
Jour 14					

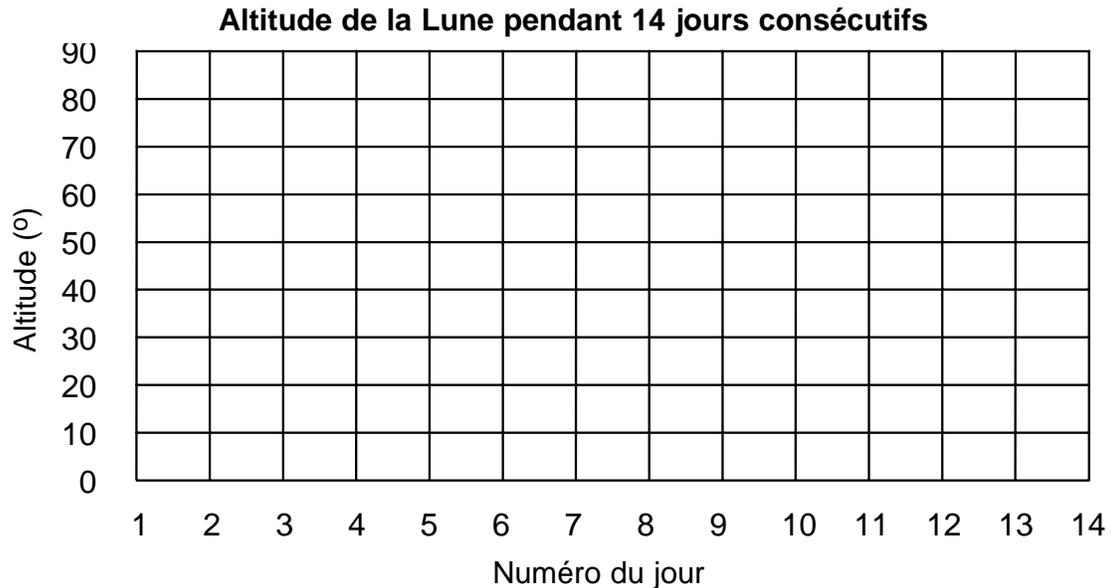


ANNEXE 8 : Graphiques pour l'observation de la Lune

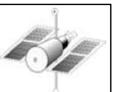
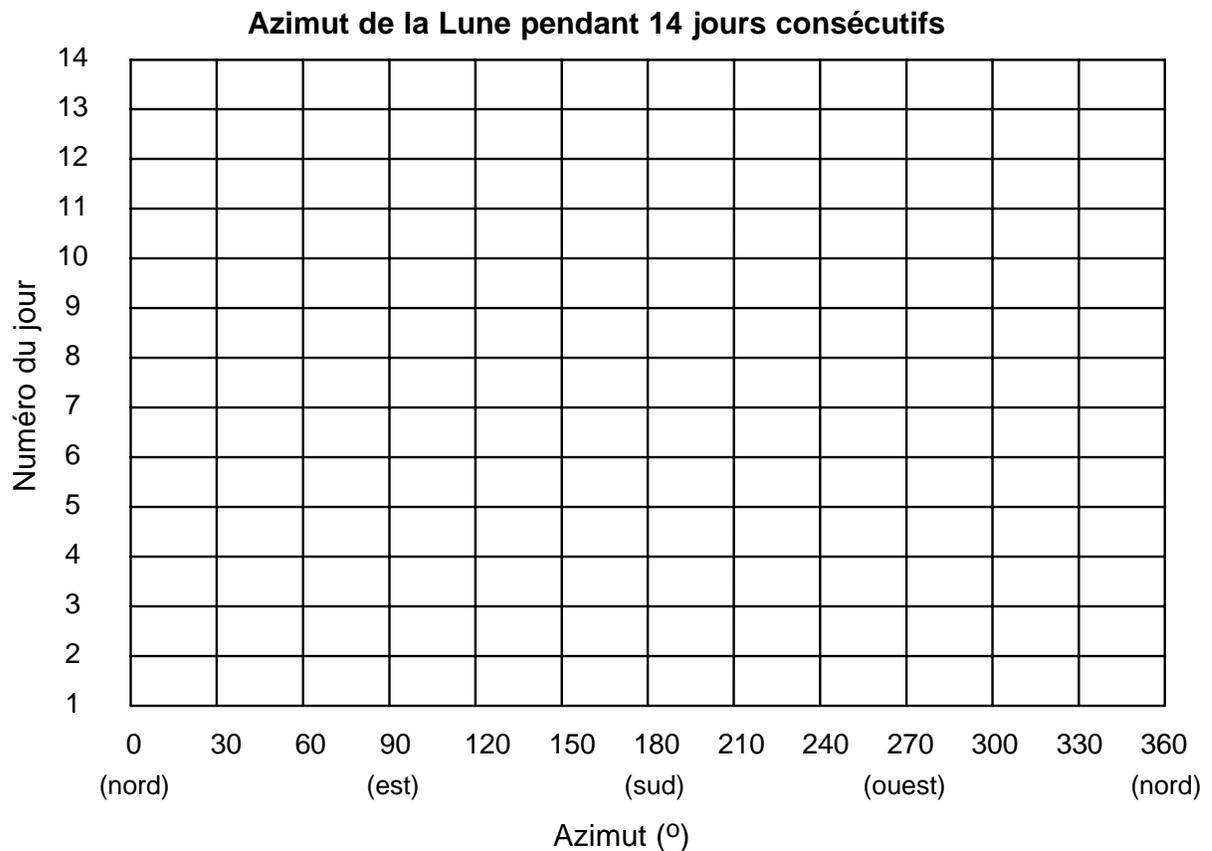
Nom : _____

Date : _____

Note clairement les points à partir de tes données. Relie les points par des lignes brisées.



Note clairement les points à partir de tes données. Relie les points par des lignes brisées.



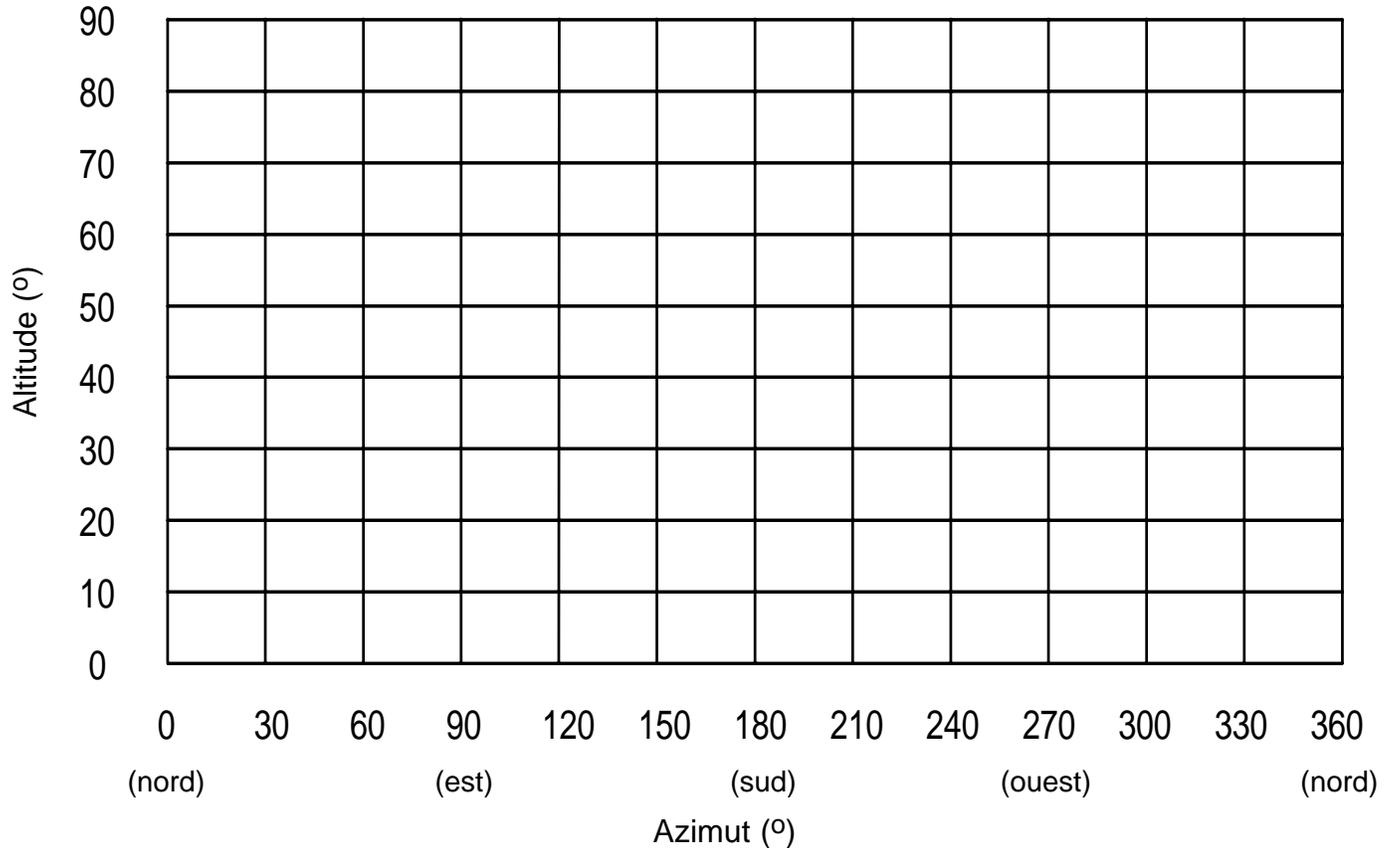
ANNEXE 9 : Graphique de l'altitude et de l'azimut de la Lune

Nom : _____

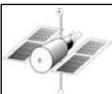
Date : _____

Note clairement les points à partir de tes données. Numérote chaque point selon le jour qui y correspond. Relie ensuite les points consécutifs par des lignes brisées.

Altitude et azimut de la Lune pendant 14 jours consécutifs



Interprète ton graphique et commente-le en te servant des termes « altitude » et « azimut » :



ANNEXE 11 : Exercice – Données liées à l'observation astronomique

Nom : _____

Date : _____

Pour chacun des scénarios suivants, construis un graphique approprié et écris une explication sommaire du phénomène.

SCÉNARIO 1	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jour de l'année</th> <th>Azimut du coucher du Soleil</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20^e</td><td>240°</td></tr> <tr><td>50^e</td><td>255°</td></tr> <tr><td>80^e</td><td>273°</td></tr> <tr><td>110^e</td><td>291°</td></tr> <tr><td>140^e</td><td>305°</td></tr> <tr><td>170^e</td><td>311°</td></tr> <tr><td>200^e</td><td>305°</td></tr> <tr><td>230^e</td><td>290°</td></tr> <tr><td>260^e</td><td>272°</td></tr> <tr><td>290^e</td><td>254°</td></tr> <tr><td>320^e</td><td>239°</td></tr> <tr><td>350^e</td><td>234°</td></tr> </tbody> </table>			Jour de l'année	Azimut du coucher du Soleil	20 ^e	240°	50 ^e	255°	80 ^e	273°	110 ^e	291°	140 ^e	305°	170 ^e	311°	200 ^e	305°	230 ^e	290°	260 ^e	272°	290 ^e	254°	320 ^e	239°	350 ^e	234°
	Jour de l'année			Azimut du coucher du Soleil																									
	20 ^e			240°																									
	50 ^e			255°																									
	80 ^e			273°																									
	110 ^e			291°																									
	140 ^e			305°																									
	170 ^e			311°																									
	200 ^e			305°																									
	230 ^e			290°																									
	260 ^e			272°																									
	290 ^e			254°																									
320 ^e	239°																												
350 ^e	234°																												

SCÉNARIO 2	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>mois de l'année</th> <th>altitude maximale de la Pleine Lune</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>janvier</td><td>60,5°</td></tr> <tr><td>février</td><td>54,8°</td></tr> <tr><td>mars</td><td>48,1°</td></tr> <tr><td>avril</td><td>35,4°</td></tr> <tr><td>mai</td><td>24,4°</td></tr> <tr><td>juin</td><td>19,9°</td></tr> <tr><td>juillet</td><td>18,2°</td></tr> <tr><td>août</td><td>20,8°</td></tr> <tr><td>septembre</td><td>29,8°</td></tr> <tr><td>octobre</td><td>42,4°</td></tr> <tr><td>novembre</td><td>50,2°</td></tr> <tr><td>décembre</td><td>60,1°</td></tr> </tbody> </table>			mois de l'année	altitude maximale de la Pleine Lune	janvier	60,5°	février	54,8°	mars	48,1°	avril	35,4°	mai	24,4°	juin	19,9°	juillet	18,2°	août	20,8°	septembre	29,8°	octobre	42,4°	novembre	50,2°	décembre	60,1°
	mois de l'année			altitude maximale de la Pleine Lune																									
	janvier			60,5°																									
	février			54,8°																									
	mars			48,1°																									
	avril			35,4°																									
	mai			24,4°																									
	juin			19,9°																									
	juillet			18,2°																									
	août			20,8°																									
	septembre			29,8°																									
	octobre			42,4°																									
novembre	50,2°																												
décembre	60,1°																												

SCÉNARIO 3	Tableau de données	Graphique : _____ _____	Explication sommaire																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Jour de l'année</th> <th>Azimut du lever de la Lune</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20^e</td><td>61°</td></tr> <tr><td>50^e</td><td>86°</td></tr> <tr><td>80^e</td><td>98°</td></tr> <tr><td>110^e</td><td>120°</td></tr> <tr><td>140^e</td><td>125°</td></tr> <tr><td>170^e</td><td>113°</td></tr> <tr><td>200^e</td><td>95°</td></tr> <tr><td>230^e</td><td>68°</td></tr> <tr><td>260^e</td><td>54°</td></tr> <tr><td>290^e</td><td>64°</td></tr> <tr><td>320^e</td><td>851°</td></tr> <tr><td>350^e</td><td>106°</td></tr> </tbody> </table>			Jour de l'année	Azimut du lever de la Lune	20 ^e	61°	50 ^e	86°	80 ^e	98°	110 ^e	120°	140 ^e	125°	170 ^e	113°	200 ^e	95°	230 ^e	68°	260 ^e	54°	290 ^e	64°	320 ^e	851°	350 ^e	106°
	Jour de l'année			Azimut du lever de la Lune																									
	20 ^e			61°																									
	50 ^e			86°																									
	80 ^e			98°																									
	110 ^e			120°																									
	140 ^e			125°																									
	170 ^e			113°																									
	200 ^e			95°																									
	230 ^e			68°																									
	260 ^e			54°																									
	290 ^e			64°																									
320 ^e	851°																												
350 ^e	106°																												

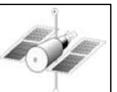


ANNEXE 12 : Grille d'évaluation pour l'observation des corps célestes

Nom : _____

Date : _____

	oui	non	remarques
Les observations ont été recueillies selon le calendrier ou l'horaire déterminé à l'avance.			
La position des corps est clairement indiquée (altitude et azimut).			
Le lieu, la date et l'heure de chaque observation sont clairement indiqués et permettent d'interpréter des régularités.			
Les observations qualitatives sont suffisamment détaillées.			
Les observations sont présentées dans un tableau bien structuré et étiqueté.			
Les observations manquantes ou irrégulières (qui risquent de fausser l'analyse) sont clairement signalées.			
L'élève a expliqué l'absence de certaines données et les irrégularités dans son diagramme.			
L'élève a fait preuve d'initiative et de débrouillardise pour sa collecte de données.			
Les diagrammes ou les graphiques créés sont appropriés et facilitent l'interprétation des observations.			
Les diagrammes ou les graphiques sont bien étiquetés et bien disposés.			
L'élève a exploité les technologies de l'information.			
Le rapport d'étude est bien organisé et lucide.			
L'élève a complété son travail selon les délais fixés à l'avance ou négociés en cours de route.			
L'élève a fait appel à diverses sources d'information qu'il a convenablement indiquées dans son rapport d'étude.			



ANNEXE 13 : Évaluation d'un diagramme ou d'un graphique

Nom : _____

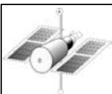
Date : _____

AR – Amélioration requise

S – Satisfaisant

E – Excellent

Habilités de l'élève	AR	S	E	Remarques
Éléments de base				
▪ choisit le bon type de diagramme ou de graphique				
▪ utilise une ou des échelles appropriées pour les axes				
▪ choisit un ou des points de départ et un ou des intervalles appropriés sur les axes				
▪ précise clairement les axes				
▪ utilise une légende appropriée				
▪ donne un titre qui décrit bien le diagramme ou le graphique				
Données				
▪ utilise un traitement mathématique des données qui est approprié				
▪ dispose correctement les données sur le diagramme ou le graphique				
▪ réussit à démontrer par son diagramme ou son graphique des tendances ou des rapports pertinents				
Présentation				
▪ met en évidence le titre				
▪ utilise bien l'espace du diagramme ou du graphique				
▪ utilise bien l'espace du papier				
▪ fait preuve de propreté et de clarté				
▪ dresse un diagramme ou un graphique facile à interpréter et illustrant des tendances ou des rapports				
Interprétation				
▪ définit et explique les tendances ou les rapports ainsi que les écarts				
▪ reconnaît les forces et les faiblesses de son diagramme ou de son graphique				



ANNEXE 14 : Renseignements sur la navigation d'après les étoiles

Nom : _____

Date : _____

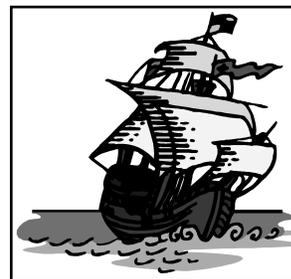
La **navigation**, le fait de se déplacer en bateau ou autrement, est une technologie humaine très ancienne. Un aspect essentiel de la navigation est de savoir où l'on est et vers où l'on se dirige. On présume qu'à ses premiers essais, le voyageur se fiait aux repères géographiques et à la mémoire du trajet de l'aller pour effectuer celui du retour.

En Amérique du Nord, les communautés autochtones vivant dans les Plaines s'en remettaient aux positions saisonnières des étoiles et des constellations pour la tenue de certaines de leurs cérémonies. Ils connaissaient intimement les liens existant entre les divers phénomènes saisonniers tels que les solstices et les équinoxes, et la disposition des étoiles annonçant ces phénomènes.

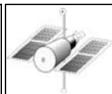


La « navigation d'après les étoiles » (à noter que cette méthode de navigation fait appel aux étoiles, au Soleil, à la Lune et aux planètes) permit aux marins de s'orienter sur de grandes étendues d'eau où l'on ne voit que la nappe d'eau. L'observation minutieuse de la position et du mouvement des astres, et des régularités qui en ressortent, donnèrent aux marins un grand nombre de repères célestes pour les guider. Les Polynésiens savaient quelles îles correspondaient à certains astres à leur zénith; les Vikings avaient identifié l'étoile polaire comme repère fondamental.

Les Arabes et les Européens exploitèrent la trigonométrie, l'azimut et l'altitude : enfin, divers instruments tels que l'astrolabe, le sextant, l'octant, la sphère armillaire, le quadrant, le quadrant azimutal et le quartier de Davis vinrent à permettre la détermination de coordonnées comme la latitude et la longitude. Les navires hollandais possédaient deux globes céleste et terrestre à partir desquels on pouvait calculer la position en mer grâce à la comparaison des deux globes. L'Observatoire royal de Greenwich en Angleterre fut établi afin de conférer aux navires anglais une navigation supérieure à celle de leurs concurrents maritimes aux XVIII^e et XIX^e siècles.



En raison de la **précession** (effet gyroscopique de l'attraction exercée par la Lune sur les océans), l'axe de la Terre décrit un cercle. La Terre met environ 26 000 ans à compléter ce cycle. Ceci a pour conséquence, entre autres, que la Terre change périodiquement d'étoile polaire (« l'étoile qui se trouve toujours au même endroit », selon les Lakotas) puisque celle-ci est tout simplement l'étoile située sur l'axe de la Terre à la fin du cycle. Polaris, l'étoile Polaire actuelle, s'écarte d'environ 0,75 degré du nord géographique. En l'an 3 000 avant notre ère, l'étoile polaire était Thuban, dans la constellation du Dragon, et en l'an 14 000 de notre ère, ce sera Véga, dans la constellation de la Lyre, qui jouera ce rôle. Pendant bien des siècles, il n'y a eu aucune véritable étoile polaire, aucune étoile, donc, qui aurait permis de déterminer les quatre points cardinaux. L'exécution de certaines danses du soleil a déjà été régulièrement reportée pour tenir compte de la précession, qui modifie, comme le savent si bien certains aînés, les points de repère pour la navigation dans le ciel.



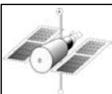
ANNEXE 15 : Feuille de route - La navigation d'après les étoiles

Nom : _____

Date : _____

Pendant les présentations en classe, note en abrégé les réponses aux questions suivantes.

Peuples	À quelle époque renvoie cette présentation?	Quels astres servaient de points de repère?	Quels instruments étaient employés et comment?	Pourquoi la navigation était-elle importante pour ce peuple?



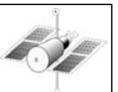
ANNEXE 16 : Comparaison des sciences et de la technologie

Nom : _____

Date : _____

	Résolution de problèmes		
	Étude scientifique	technologiques (processus de design)	Prise de décisions
But :	Satisfaire sa curiosité à l'égard des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Composer avec la vie de tous les jours, les pratiques et les besoins des humains.	Identifier divers points de vue ou perspectives à partir de renseignements différents ou semblables.
Procédé :	Que savons-nous ? Que voulons-nous savoir ?	Comment pouvons-nous y arriver ? La solution fonctionnera-t-elle ?	Existe-t-il des solutions de rechange ou des conséquences ? Quel est le meilleur choix en ce moment ?
Produit :	Une compréhension des événements et des phénomènes dans le monde naturel et fabriqué.	Un moyen efficace d'accomplir une tâche ou de satisfaire un besoin.	Une décision avisée compte tenu des circonstances.
Exemples :	Question scientifique	Problème technologique	Enjeu STSE
	<p>Pourquoi mon café refroidit-il si vite ?</p> <p><i>Une réponse possible :</i> L'énergie calorifique est transférée par conduction, convection et rayonnement.</p>	<p>Quel matériau permet de ralentir le refroidissement de mon café ?</p> <p><i>Une solution possible :</i> Le polystyrène (verre) ralentit le refroidissement des liquides chauds.</p>	<p>Devrions-nous choisir des verres en polystyrène ou en céramique pour notre réunion ?</p> <p><i>Une décision possible :</i> La décision éventuelle doit tenir compte de ce que dit la recherche scientifique et technologique à ce sujet ainsi que des facteurs tels que la santé, l'environnement, et le coût et la disponibilité des matériaux.</p>

Adaptation autorisée par le ministre d'Alberta Learning de la province de l'Alberta (Canada), 2000.

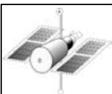


ANNEXE 17 : Grille d'évaluation pour la présentation

Nom : _____

Date : _____

Critères	Niveau de rendement			
	1	2	3	4
Contenu	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés n'étaient pas pertinents.	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés n'étaient pas toujours pertinents.	<input type="checkbox"/> Les renseignements étaient pertinents et détaillés.	<input type="checkbox"/> Les élèves ont présenté des renseignements pertinents qui dépassaient les attentes préétablies.
Intérêt et enthousiasme	<input type="checkbox"/> Les élèves qui présentaient ont manifesté très peu d'intérêt et d'enthousiasme pour leur sujet.	<input type="checkbox"/> Les élèves qui présentaient semblaient par moment manquer d'intérêt et d'enthousiasme pour leur sujet. <input type="checkbox"/> La classe n'était pas très intéressée ni enthousiaste.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs étaient nettement intéressés par leur sujet et leur enthousiasme était évident. <input type="checkbox"/> La classe a été manifestement attentive lors de la présentation.	<input type="checkbox"/> L'intérêt des présentateurs pour leur sujet était exceptionnel, de même que leur enthousiasme. <input type="checkbox"/> La classe était très intéressée lors de la présentation.
Clarté et organisation du matériel	<input type="checkbox"/> Les renseignements présentés étaient confus.	<input type="checkbox"/> Les renseignements étaient plutôt vagues. <input type="checkbox"/> La présentation était plus ou moins organisée.	<input type="checkbox"/> Les renseignements ont été présentés de façon claire. <input type="checkbox"/> La présentation était bien organisée.	<input type="checkbox"/> Tous les renseignements ont été présentés avec clarté. <input type="checkbox"/> La présentation était très bien organisée. <input type="checkbox"/> Les élèves ont souligné les idées principales et les ont appuyées par des exemples pertinents.
Utilisation de supports audiovisuels	<input type="checkbox"/> Les présentateurs n'ont pas employé de supports audiovisuels.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé des supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient de piètre qualité. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels étaient plus ou moins pertinents à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé des supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient bien conçus. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels étaient pertinents à la présentation.	<input type="checkbox"/> Les présentateurs ont employé de puissants supports audiovisuels. <input type="checkbox"/> Les supports visuels étaient très bien réalisés et ils se sont démarqués par leur couleur, leur clarté et leur aspect soigné. <input type="checkbox"/> Les supports audiovisuels ont été conçus afin de renforcer la présentation et cet objectif a été atteint.

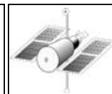


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
<p>Les peuples antiques (jusqu'à 1000 av. J.-C. en Europe, en Asie et en Afrique)</p> <p>Les peuples précolombiens (jusqu'à 1500 apr. J.-C. en Amérique)</p>	<p>Les monuments mégalithiques (menhirs, dolmens, cromlechs, alignements), les structures orientées (monolithes, tumulus ou cairns) et divers pictogrammes anciens et hiéroglyphes témoignent du fait que les anciens peuples, par exemple les Amérindiens, les Celtes, les Mayas, les Mésopotamiens, les Égyptiens, les Polynésiens, observaient les astres et possédaient une certaine compréhension de leur mouvement. L'archéoastronomie est l'étude de ces premières utilisations de l'observation des astres par les humains.</p>
<p>Les astronomes chinois (dès 3000 av. J.-C.)</p>	<p>En raison de son isolement du monde occidental pendant des millénaires, l'astronomie chinoise demeura peu connue par les peuples méditerranéens, entre autres. Néanmoins les Chinois établirent parallèlement des calendriers pour prédire les éclipses (2600 av. J.-C.), ils conçurent leur propre système de constellations (2400 av. J.-C.), ils perfectionnèrent divers instruments d'astronomie semblables à la sphère armillaire (400 av. J.-C. à 1100 apr. J.-C.), et ils érigèrent des observatoires dont celui de Beijing (en 1279) qu'on peut encore visiter. Lors de la dynastie des Ming (1368 à 1644), l'astronomie chinoise périclita. Elle eut un second souffle lorsque les Jésuites arrivèrent en Chine au XVII^e siècle, cependant ces Européens n'avaient pas le droit d'enseigner l'héliocentrisme.</p>
<p>Thalès de Milet, philosophe grec (624-537 av. J.-C.)</p>	<p>Thalès de Milet enseignait que la Terre était un disque plat et immobile qui flottait sur l'eau. La voûte céleste tournait autour du monde au même rythme, une révolution par 24 heures. Une année comptait 365 jours.</p>
<p>Les philosophes grecs (600 à 200 av. J.-C.)</p>	<p>À force d'observer le mouvement des astres dans le ciel, les Grecs vinrent à conclure que la Terre était une sphère : cela expliquait pourquoi l'étoile Canopus était visible d'Alexandrie, mais jamais d'Athènes plus au nord. Lors des éclipses lunaires on pouvait aussi voir l'ombre sphérique de la Terre projetée sur la Lune. Ces philosophes étaient géocentriques : la Terre était au centre de l'Univers.</p> <p>Outre Thalès, Aristote, Aristarque et Hipparque, on retient le nom des astronomes grecs suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anaximène (un modèle mécanique du système solaire); ▪ Héraclite d'Éphèse (chaque matin un nouveau Soleil); ▪ Anaxagore (le Soleil est une énorme pierre enflammée); ▪ Démocrite (la Voie lactée est un ensemble d'étoiles faibles et non un nuage, une idée délaissée pendant 2000 ans!); ▪ Philolaos (des sphères concentriques associées à chaque planète et à la Terre tournent autour d'un grand feu); ▪ Xénophane (une Terre plate et infiniment étendue); ▪ Hiketas (la rotation diurne de la Terre); ▪ Ephantos (la Terre est au centre du système solaire); ▪ Héraclide du Pont (la rotation de la Terre sur son axe, la Terre au centre du système solaire, mais avec certaines planètes héliocentriques); ▪ Callipos et Hipparque (l'année vaut 365,25 jours); ▪ Ératosthène (le diamètre de la Terre est de 40 000 km, environ).
<p>Aristote, philosophe grec (384-322 av. J.-C.)</p>	<p>Selon Aristote, le cosmos était parfait dans sa conception, et le cercle et la sphère en étaient des principes géométriques fondamentaux. Il postula que tous les astres de la voûte céleste décrivaient des cercles parfaits, des « épicycles », autour de la Terre, elle-même une sphère. Deux coquilles sphériques concentriques enveloppaient la Terre : la région sublunaire (terre, eau, air, feu, éther) et au-delà la sphère des étoiles fixes mue par un moteur divin. La conception aristotélicienne de l'Univers prévaudra pendant les 15 prochains siècles.</p>

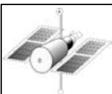


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Aristarque de Samos, astronome grec (310-230 av. J.-C.)	Aristarque de Samos est un des philosophes qui proposa que la Terre tournait autour du Soleil avec une période d'un an; cette théorie héliocentrique n'avait alors aucune preuve et fut mise de côté pendant plusieurs siècles. Aristarque développa aussi une méthode pour estimer la distance Terre-Lune et la distance Terre-Soleil, et il proposa que les étoiles ne semblaient pas bouger tout simplement parce qu'elles étaient très éloignées. L'œuvre d'Aristarque ne sera connue en Europe qu'après la mort de Copernic.
Hipparque de Nicée, astronome grec (env. 190-120 av. J.-C.)	Hipparque de Nicée excella tant comme observateur que comme théoricien : à l'aide de la division babylonienne du cercle en 360°, il compléta un catalogue de 850 étoiles « fixes » et il découvrit la précession des équinoxes.
Claude Ptolémée, astronome et astrologue grec-égyptien (env. 150 apr. J.-C.)	Le mouvement de certains « astres errants » tels que les planètes (en grec « planète » veut dire errant) ne se conformait pas aux « épicycles » d'Aristote, ces orbites parfaitement circulaires autour de la Terre. Ptolémée proposa que ces astres avaient des épicycles dont les centres traçaient à leur tour de petits épicycles où le centre était la Terre; le mouvement aristotélien fut donc confirmé par un ensemble complexe de 40 cercles jouant l'un dans l'autre. Ptolémée compila aussi un catalogue de quelque mille étoiles, il estima la distance du Soleil et de la Lune et il légua une description détaillée des instruments astronomiques de l'époque.
Les astronomes arabes (750-1400)	L'émergence de la civilisation arabe vit réapparaître l'observation systématique du ciel dans le monde occidental, quoiqu'à des fins astrologiques. Les astronomes arabes du Moyen-Âge traduisirent les ouvrages d'Aristote et de Ptolémée et adoptèrent d'abord leurs théories. Les astronomes arabes inventèrent ou perfectionnèrent des instruments de mesure sophistiqués (le sextant, l'astrolabe, la boussole, la sphère armillaire) et calculèrent avec une grande précision le mouvement apparent des planètes. Ces observations menèrent plusieurs d'entre eux (par exemple Jabir Ibn Afflah de Séville, Ibn Ruchd ou Averroès de Cordoue et Ibn al-Haytham d'Iraq) à remarquer de sérieuses incompatibilités dans les modèles aristotélien et ptoléméen de l'Univers.
Abd al-Rahman al-Sufi, astronome persan (env. 960)	Abd al-Rahman al-Sufi remania le catalogue de Ptolémée et attribua aux 1022 étoiles connues des noms arabes, la plupart encore en usage aujourd'hui (par exemple Bételgeuse et Aldébaran).
Ulugh Begh, astronome mongol (1393-1449)	Ulugh Begh fit construire le dernier et le plus élaboré des observatoires islamiques médiévaux, à Samarkand (en Ouzbékistan moderne) en 1433.
Nicolas Copernic (Mikolaj Kopernik), astronome polonais (1473-1543)	Copernic remit en question le modèle géocentrique de Ptolémée et proposa que les planètes tournaient autour du Soleil en orbites parfaitement circulaires, sauf la Lune qui tournait autour de la Terre. De plus, la Terre était en rotation autour de son axe, et le Soleil était très rapproché de la Terre en comparaison avec les autres étoiles. Sa théorie fut vivement contestée par les astronomes et par l'Église : Martin Luther le traita de fou. Mais on ne le persécuta pas parce que plusieurs n'y virent qu'un exercice mathématique pour expliquer les phénomènes célestes, et non une réalité physique.
Nicolas de Cusa, astronome allemand (1401-1464)	Contrairement à Copernic qui proposait un Univers fermé et sphérique, de Cusa postula un Univers infini sans centre ni surface. Il croyait aussi que les étoiles étaient d'autres soleils avec leurs propres planètes (récemment confirmé par les astronomes modernes) et que ces planètes extrasolaires pouvaient être habitées (cela reste à voir). L'intellectuel italien Giordano Bruno, diffuseur des idées de Copernic et de de Cusa, fut excommunié et brûlé vif à Rome en 1600 pour cause d'hérésie, l'Inquisition ne pouvant tolérer que la Terre ne soit pas au centre d'un Univers clos avec seul notre monde comme berceau de la vie.

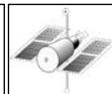


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Tycho Brahé, astronome danois (1546-1601)	Passionné de l'astronomie dès un jeune âge, Brahé observa en 1572 une supernova (en latin, « nova stella » veut dire nouvelle étoile) et cette découverte lui démontra que la voûte céleste n'était pas immuable dans le temps. Appuyé par le roi danois qui lui fit construire un observatoire sur l'île de Hveen (près de Copenhague, l'île est aujourd'hui suédoise et s'appelle Ven), Brahé démontra que la trajectoire d'une comète n'était pas circulaire comme l'aurait prédit Copernic, rédigea un catalogue stellaire (sans télescope!) et mesura avec une grande précision le mouvement des planètes. (Galilée critiquera plus tard la complexité inutile et le coût exorbitant des instruments de Brahé, mais ce dernier était un obsédé de l'observation précise.) Brahé vint à croire que les planètes tournaient autour du Soleil mais que celui-ci tournait autour de la Terre... ce fut son compromis géo-héliocentrique.
Johannes Kepler, astronome allemand (1571-1630)	Architecte de la cinématique planétaire qui prévaut encore aujourd'hui, Kepler élaborait malgré sa pauvreté humiliante (il était continuellement poursuivi par des créanciers) une explication mathématique d'ensemble pour le mouvement des planètes. Sa première explication de ce mouvement, à l'âge de 25 ans, fut un échec retentissant, même si ses propos étaient à la fois complexes et originaux. Embauché par Brahé qui flairait son génie, Kepler mit six ans à calculer l'orbite de Mars. À la lumière des découvertes de Brahé, il constata que l'erreur de ses premiers essais était de demeurer accroché au concept millénaire des orbites parfaitement circulaires. Il se ravisa et proposa en 1609 un modèle héliocentrique d'orbites elliptiques, dans lequel une planète se déplace plus rapidement lorsqu'elle est près du Soleil que lorsqu'elle en est éloignée. L'héliocentrisme triompha enfin sur le géocentrisme, quoiqu'il sera éventuellement remplacé lui aussi par une vision plus galactique de l'Univers. Néanmoins, les lois de Kepler sur le mouvement orbital sont encore utilisées aujourd'hui pour calculer, par exemple, la trajectoire des sondes spatiales.
Galilée (Galileo Galilei), scientifique italien (1564-1642)	Le génie pragmatique de Galilée l'amena à créer, à partir d'une toute nouvelle invention hollandaise, une lunette de rapprochement pour les navires vénitiens, ce qui représentait pour eux un grand atout commercial et stratégique. Grâce à ce « télescope » qu'il utilisa pour la première fois en hiver 1609-1610 et qui ne grossissait que trois fois, Galilée put aussi découvrir dans le ciel plus de phénomènes en quelques mois que tout ce qui avait été observé au cours des 25 siècles précédents : les montagnes lunaires, les taches solaires (les astres n'étaient plus des sphères parfaites), les lunes de Jupiter (les orbites n'étaient plus géocentriques), les phases de Vénus (confirmation d'une orbite héliocentrique), les innombrables étoiles de la Voie lactée (plus de nouvelles étoiles que toutes celles déjà observées). Il perfectionna son télescope jusqu'à un agrandissement de 30 fois, et ses découvertes publiées secouèrent l'idée que les gens se faisaient de leur monde. La notion de taches solaires parut particulièrement scandaleuse aux yeux des champions de l'astre solaire parfait : il devait donc s'agir d'un escroc diabolique. En pleine Réforme protestante, la théologie romaine intenta un procès contre l'hérésie « impie et erronée » de Galilée, et l'Inquisition le contraignit à signer à 70 ans, sous peine de mort, une humiliante rétraction de ses idées héliocentriques. Galilée révolutionna le domaine de la mécanique. Grâce à sa méthode expérimentale rigoureuse, Galilée étudia les pendules, les plans inclinés, les poids, les miroirs, etc. On lui doit la découverte des principes de la gravitation et de l'inertie. Ces notions de physique sont tout aussi importantes pour l'astronomie moderne que ses observations célestes. En résidence surveillée après sa condamnation, Galilée, presque aveugle, rédigea son traité de physique que publieront les protestants des Pays-Bas. Ces idées lui survivront beaucoup plus longtemps que ses persécuteurs religieux.
Christiaan Huygens, astronome néerlandais (1629-1695)	Huygens observa les anneaux de Saturne, la rotation de Mars et la nébuleuse d'Orion. Il proposa aussi la notion de force centrifuge et de la variation de la pesanteur à la surface de la Terre.

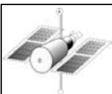


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Issac Newton, physicien anglais (1642-1727)	Après que le physicien anglais Robert Hooke eut développé les premières lois mathématiques de la force gravitationnelle, Newton réussit à son tour à développer un énoncé mathématique qui ralliera la gravitation et les orbites elliptiques des planètes. Cette réalisation de Newton ne représentera qu'une petite fraction de sa contribution aux sciences modernes.
Christopher Wren, architecte anglais (1632-1723) John Flamsteed, astronome anglais (1646-1719)	Plutôt célèbre pour ses talents d'architecte, Wren, passionné de l'astronomie, fut un des personnages clés dans la création de l'Observatoire royal en 1675 (dans le parc de Greenwich à Londres), sous la tutelle de l'astronome royal, John Flamsteed. Ce dernier avait convaincu le roi Charles II de l'importance de perfectionner la navigation céleste des navires anglais, et pendant 200 ans, l'Observatoire de Greenwich sera un lieu capital de l'astronomie et de l'étude en matière de navigation. (C'est par Greenwich que passe le méridien d'origine.)
Edmund Halley, astronome anglais (1656-1742)	Auteur du premier catalogue des étoiles australes, Halley observa en 1681-1682 la comète qui porte son nom. Il calcula son orbite et prédit son retour en 1758. (Les Chinois l'avaient probablement observée déjà en 1057 av. J.-C.)
Pierre Simon Laplace, astronome français (1749-1827)	De nombreux Français (par exemple Clairaut, Maupertuis, d'Alembert, Lagrange, Poisson et Cauchy) s'illustrèrent en astronomie et en physique spatiale aux XVIII ^e et XIX ^e siècles. Ce fut cependant Laplace qui mérita le titre de Newton français : son étude des perturbations et de la stabilité du système solaire l'amena à calculer l'âge des planètes. Il proposa sa théorie cosmogonique en 1796, selon laquelle le système solaire se serait formé à partir de la condensation d'une « nébuleuse primitive ». Napoléon lui fit remarquer qu'il ne mentionnait nullement Dieu dans ses propos, et Laplace, bon révolutionnaire, rétorqua « Je n'ai pas eu besoin de cette hypothèse ». Laplace sera aussi le premier à entrevoir l'existence des trous noirs.
William Herschel, astronome britannique (1738-1822)	William Herschel découvrit en 1781 la planète Uranus, mais celle-ci semblait avoir une orbite perturbée qui laissait entrevoir une planète transuraniennne. Il découvrit également des lunes d'Uranus et de Neptune ainsi que le rayonnement infrarouge. Sa sœur Caroline Herschel l'aida à construire de meilleurs télescopes, découvrit à son propre compte des nébuleuses et des comètes et révisa les catalogues de Flamsteed. John Herschel, le fils de William, produisit un atlas céleste et mérita une tout aussi grande renommée que son père.
Johann G. Galle, astronome allemand (1812-1910)	Le mathématicien anglais John Couch Adams et son homologue français Urbain Le Verrier avaient prédit la position de Neptune, mais ce fut Galle qui découvrit la planète en 1846.
Friedrich Bessel, astronome allemand (1784-1846)	Fabricant d'appareils très précis pour repérer les astres, Bessel catalogua 75 000 étoiles et effectua la première parallaxe stellaire. On lui doit l'année-lumière comme unité de longueur. Ses calculs l'amèneront à proposer l'existence de Pluton, découverte qu'en 1930.
Joseph von Fraunhofer, physicien allemand (1787-1826)	Fraunhofer construisit un instrument formé de plusieurs prismes et inaugura l'analyse spectrale des astres en commençant par le Soleil. Gutsav Kirchhoff déterminera par la suite la composition chimique des étoiles.
Joseph Norman Lockyer, astronome anglais (1836-1920)	Lockyer détermina l'existence de l'hélium dans l'atmosphère du Soleil avant qu'on ne l'ait décelé sur la Terre. Il s'intéressa aussi aux orientations astronomiques des monuments antiques tels que Stonehenge et les pyramides.
Annie Jump Cannon, astronome américaine (1863-1941)	Cannon exploita la photographie de façon systématique afin d'observer le spectre de plus de mille étoiles les plus brillantes. Elle réorganisa tout le système primitif de classification spectrale alors en vigueur, travail qui aboutira à la publication d'un catalogue de plus de 225 000 étoiles. Sa surdité presque complète lui permit de se concentrer de façon totale aux clichés astronomiques dont elle devint la conservatrice à l'université Harvard en 1911.

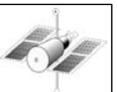


ANNEXE 18 : Personnages importants dans l'histoire de l'astronomie (suite)

Nom : _____

Date : _____

Personnages	Percées et réalisations
Albert Einstein, physicien allemand, naturalisé suisse puis américain (1879-1955)	La théorie de la relativité d'Albert Einstein bouleversa non seulement la physique newtonienne, mais elle fournit aussi aux astronomes des explications sur la vie des étoiles et un tout nouveau schème de pensée au sujet du comportement de la matière et de l'énergie dans l'Univers. Les transformations nucléaires sont à l'origine de la lumière émise par les étoiles et le Soleil. Einstein se pencha aussi sur une théorie de la gravitation et de la courbure du continu espace-temps. Les calculs associés à ces théories sont très complexes, mais ils se résument souvent de façon simple, par exemple $E=mc^2$.
Karl Schwarzschild, astrophysicien allemand (1873-1916)	Grand vulgarisateur de l'astronomie, Schwarzschild n'en fut pas moins un génie. Il introduisit les méthodes de statistiques en astronomie, fut le premier à exploiter la photométrie photographique et il parvint à résoudre exactement les équations de gravitation d'Einstein. Ce faisant, il prédit l'existence des trous noirs en calculant le rayon limite d'une masse s'effondrant sous sa propre pesanteur.
Henrietta Swan Leavitt, astronome américaine (1868-1921)	Grâce à ses observations et à ses calculs précis liés aux étoiles dites variables, Leavitt élaborait des relations mathématiques permettant de déterminer la luminosité et la distance des étoiles éloignées. Ces relations sont encore utiles aujourd'hui pour la détermination des distances galactiques et extragalactiques. Malgré son génie incomparable, les administrateurs universitaires de l'époque la dissuadèrent de poursuivre ses recherches parce que « l'astronomie n'était pas l'affaire des femmes ». Les réalisations de Leavitt permirent toutefois à d'autres astronomes tels que Hubble d'aborder de nouveaux horizons cosmologiques.
Ejnar Hertzsprung, astronome danois (1873-1967) Henry Norris Russell, astronome américain (1877-1957)	Le diagramme de Hertzsprung-Russell proposé en 1913 démontra la relation qui existait entre la luminosité (type spectral) et la température des étoiles. Ce diagramme aidera à comprendre l'évolution stellaire et il permettra de catégoriser les étoiles dans la « séquence principale », s'il y a lieu.
Harold Jeffreys, géophysicien britannique (1891-1989)	Jeffreys fut le premier à proposer que le noyau de la Terre était liquide. Il réalisa plusieurs autres études liées à la géophysique terrestre. Il démontra aussi que les planètes géantes étaient froides et non chaudes. Rupert Wildt poursuivit ces idées et postula que Jupiter et Saturne étaient constituées en grande partie d'hydrogène et d'hélium solide.
Karl Jansky, ingénieur américain (1905-1950) Grote Reber, astronome américain (1911-)	Un peu par accident, Jansky effectua les premières observations radioastronomiques lorsqu'il capta des ondes radio émises par le centre de la Voie lactée. Reber, un astronome amateur, perfectionna un capteur d'ondes radio et poursuivit les observations initiales de Jansky. Pendant dix ans, Reber fut le seul à étudier la radioastronomie; ce faisant il réussit à établir les fondements de cette nouvelle science permettant d'observer le ciel 24 heures sur 24 et qui s'avérera une facette essentielle de l'étude de l'Univers.
Harlow Shapley, astronome américain (1885-1972)	Shapley étudia à fond les amas globulaires d'étoiles, et il fut le premier à démontrer que le Soleil n'était pas au centre de la Voie lactée, comme l'indiquaient faussement les techniques de comptage d'étoiles. Il avança en 1917 l'idée que la grande nébuleuse d'Andromède était à 1 million d'années-lumière : il avait raison, mais rejeta lui-même cette proposition ahurissante.
Edwin Powell Hubble, astronome américain (1889-1953)	Hubble établit, en 1924, l'existence de galaxies autres que la Voie lactée, et les classa selon leur forme. Il fut l'un des auteurs de la théorie de l'expansion de l'Univers, à la suite de son observation du décalage vers le rouge (effet Doppler-Fizeau) des galaxies qui s'éloignent. Les États-Unis ont nommé leur premier télescope spatial en son honneur.
Subrahmanyan Chandrasekhar, astrophysicien américain d'origine indienne (1910-1995)	Chandrasekhar détermina qu'une étoile ayant une masse 1,4 fois celle du Soleil devait terminer sa vie en se comprimant en un corps d'une densité énorme. En outre, il spécula sur l'existence des trous noirs.



ANNEXE 19 : Cadre de concept

Nom : _____

Date : _____

Remplis le cadre de concept pendant les démonstrations de chaque groupe.

Concept		Exemples
Caractéristiques		
Concepts comparables	Concepts différents	Peux-tu l'illustrer?
Définition		



ANNEXE 20 : Comparaison du géocentrisme et de l'héliocentrisme

Nom : _____

Date : _____

Compare les deux modèles en répondant aux questions.

	Le modèle géocentrique de l'Univers	Le modèle héliocentrique de l'Univers
Qui a appuyé ou présenté ce modèle?		
À quelle époque ce modèle a-t-il eu la faveur des astronomes?		
Quels sont les éléments clés de ce modèle?		
Quelles sont les preuves mises de l'avant pour appuyer ce modèle?		
Pourquoi ce modèle a-t-il été réfuté?		
Ce modèle est-il encore utile aujourd'hui?		

