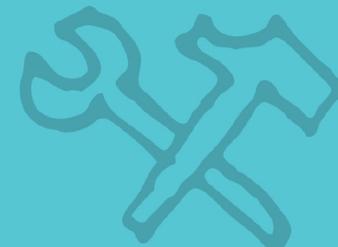
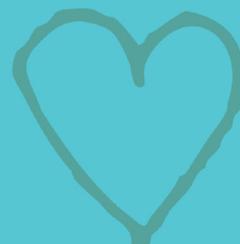


L'apprentissage des sciences et des technologies par l'expérimentation

L'astronomie

Ghislain Samson **et** Abdeljalil Métioui



Presses de l'Université du Québec
Le Delta I, 2875, boulevard Laurier, bureau 450,
Québec (Québec) G1V 2M2
Téléphone : 418 657-4399 – Télécopieur : 418 657-2096
Courriel : puq@puq.ca – Internet : www.puq.ca



La Loi sur le droit d'auteur interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée – le « photocopillage » – s'est généralisée, provoquant une baisse des ventes de livres et compromettant la rédaction et la production de nouveaux ouvrages par des professionnels. L'objet du logo apparaissant ci-contre est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit le développement massif du « photocopillage ».

Les Presses de l'Université du Québec reconnaissent l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du livre du Canada et du Conseil des Arts du Canada pour leurs activités d'édition. Elles remercient également la Société de développement des entreprises culturelles (SODEC) pour son soutien financier.

Mise en pages : Mathieu Plasse
Conception de la couverture : Mathieu Plasse

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés
© 2013, Presses de l'Université du Québec

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives nationales du Québec et Bibliothèque et Archives Canada

Métioui, Abdeljalil, 1951-
L'apprentissage des sciences et des technologies par l'expérimentation

Comprend des références bibliographiques.

Sommaire : module 1. Le circuit électrique / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson – module 2. L'astronomie / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 3. La photosynthèse / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 4. Le magnétisme / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson – module 5. Le biomimétisme / Ghislain Samson, Abdeljalil Métioui – module 6. L'électrostatique / Abdeljalil Métioui, Ghislain Samson.

Monographie électronique en format PDF.

ISBN 978-2-7605-3611-1 (série)
ISBN 978-2-7605-3925-9 (vol. 1)
ISBN 978-2-7605-3926-6 (vol. 2)
ISBN 978-2-7605-3927-3 (vol. 3)
ISBN 978-2-7605-3928-0 (vol. 4)
ISBN 978-2-7605-3929-7 (vol. 5)
ISBN 978-2-7605-3930-3 (vol. 6)

1. Sciences - Manuels scolaires. I. Samson, Ghislain, 1967- . II. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Circuit électrique. III. Samson, Ghislain, 1967- . Astronomie. IV. Samson, Ghislain, 1967- . Photosynthèse. V. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Magnétisme. VI. Samson, Ghislain, 1967- . Biomimétisme. VII. Métioui, Abdeljalil, 1951- . Électrostatique. VIII. Titre. IX. Titre : Le circuit électrique. X. Titre : L'astronomie. XI. Titre : La photosynthèse. XII. Titre : Le magnétisme. XIII. Titre : Le biomimétisme. XIV. Titre : L'électrostatique.

Q161.2.M472 2013 500 C2013-941827-X

Remerciements

Nos remerciements les plus sincères à monsieur Raymond Gervais qui, à la fin de l'année 2000, dans le cadre d'un projet d'intégration des chargés de cours, a entrepris avec le professeur Abdeljalil Métioui le montage de plusieurs expériences, portant sur le circuit électrique, le magnétisme et l'électrostatique, présentées dans ce livre numérique. La majorité de ces expériences a été expérimentée avec des étudiants du programme de baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), que nous tenons à remercier pour leurs commentaires constructifs. Ces expérimentations n'auraient pu voir le jour sans l'appui financier du Service du développement pédagogique et de la recherche et du Programme d'intégration des chargés de cours de l'UQAM.

Quant aux expérimentations portant sur l'astronomie, la photosynthèse et le biomimétisme, elles ont été réalisées par des étudiants de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) sous la supervision du professeur Ghislain Samson. Nous les remercions pour leur participation. Les étudiants

suivants ont collaboré plus spécifiquement à la préparation de certains ateliers: Céline Descarreaux, Gabrielle Dionne, Pierre-Emmanuel Dufour, Thomas Fournier, Alexandre Gareau, Nahéma Lacoursière, Samuel Ménard et Marie-Soleil Simard. Merci pour vos idées et pour le professionnalisme avec lequel vous vous êtes investis dans ce volet du projet.

Les enrichissements du présent livre numérique, quant à eux, ont été rendus possibles grâce à une subvention octroyée par le fonds FODAR de l'Université du Québec.

Enfin, un grand merci à nos institutions respectives, l'UQAM et l'UQTR, pour leur soutien ainsi qu'aux Presses de l'Université du Québec (PUQ), plus particulièrement à monsieur Mathieu Plasse et à mesdames Bianca Drapeau, Nadine Elsliger, Céline Fournier et Audrey St-Amand pour leur soutien incontestable et leurs judicieux conseils.

Introduction

Depuis les années 1990, la majorité des pays, qu'ils soient développés ou en voie de développement, accordent un intérêt marqué pour l'enseignement des sciences et des technologies au primaire. À cet effet, il existe un grand nombre de manuels scolaires, de livres de littérature jeunesse, d'ouvrages didactiques et de sites Internet qui proposent une panoplie d'activités d'expérimentation et de manipulation aux enseignants et à leurs élèves. Malgré tout, l'enseignement des sciences et des technologies demeure difficile, la majorité des enseignants éprouvant des difficultés à le dispenser, principalement en raison du manque de formation (OCDE)¹.

Pour pallier ce manque de formation, le site [La main à la pâte](#), initié par le prix Nobel de physique Georges Charpak, propose aux enseignants et à leurs élèves des expériences à réaliser ainsi qu'une documentation scientifique, didactique et pédagogique importante.

C'est une référence dans le domaine et plusieurs pays, dont l'Italie, s'en inspirent pour développer des programmes de formation pour leurs enseignants :

La main à la pâte est un vaste projet expérimental lancé en France en 1996 dans le but de révolutionner l'enseignement des sciences à l'école primaire. Il a exercé une profonde influence sur les programmes nationaux d'enseignement au primaire que le ministère français de l'Éducation a proposés en 2002 et, plus récemment, en 2008. Cette espèce d'« aventure pédagogique » donne une place centrale à l'élève et propose des expériences directes et une mise en relation stricte entre les sciences et le langage, tout en accordant une attention particulière au développement chez l'élève de l'imagination, de la créativité, du raisonnement logique et d'une attitude impeccable. Ces principes fondamentaux sont également la source d'inspiration du projet italien ISS – Insegnare Scienze Sperimentali (Enseigner les sciences expérimentales)².

1 OCDE (2005). *Declining Student Enrolment in Science and Technology: Is it real? What are the causes? What can be Done?*, Amsterdam, Amsterdam Koepelkerk Convention Centre.

2 Carpignano, R. et G. Cerrato (2012). « Science teaching in the primary school: A comparison between "good practices" carried out in Italy and in France », communication dans le cadre de la 11th European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE), 15 au 20 juillet, Abstract Book: T1.S2.OC1, p. 33; traduction libre.

Dans le même ordre d'idées, une équipe de chercheurs finlandais développe actuellement des expériences en physique et en chimie pour les enseignants du primaire afin de les aider à acquérir les rudiments de la démarche expérimentale. Dans le passage suivant, les auteurs en soulignent la pertinence :

L'un des objectifs de la Finlande dans le cadre de l'enseignement des sciences est de susciter l'intérêt et l'enthousiasme pour les sciences naturelles en faisant participer les élèves à des expériences et à des recherches scientifiques. Néanmoins, il semble que l'enseignement des sciences au primaire, en particulier la chimie et la physique en cinquième et sixième année, pourrait inclure plus d'expérimentations et de recherches scientifiques que ce qui est réalisé actuellement dans les écoles. Selon les commentaires émis par les enseignants, leur implication et leur application des travaux expérimentaux en classe est limité. Cela peut s'expliquer par leur peu d'expérience et leur méconnaissance d'expérimentations simples et faciles en chimie et en physique, découlant du fait qu'une minorité seulement d'enseignants se spécialisent dans l'enseignement des sciences au cours de leur formation. Former et motiver les enseignants en exercice est l'un des objectifs du Centre de ressource en science et en mathématiques de la Finlande (LUMA-KS), qui en tant que membre du réseau national finlandais, a pour but de motiver les élèves et les enseignants de tous les niveaux du système éducatif et de renforcer leur intérêt et leur connaissance des sciences naturelles, des mathématiques et de la technologie³.

Le présent ouvrage s'inscrit dans la lignée de ces recherches qui proposent des activités d'expérimentation aux enseignants en formation et en exercice. Grâce à des subventions du service de la recherche (équipement scientifique) et du service des ressources humaines (programme d'intégration des chargés de cours) de l'Université du Québec à Montréal, l'un des auteurs du présent ouvrage, le professeur Abdeljalil Métioui, a développé des laboratoires à l'intention des étudiants du programme de baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire qui les ont expérimentés pendant quatre ans.

Les étudiants ont manifesté un grand intérêt, voire un enthousiasme certain envers les ateliers et leurs commentaires ont permis de nombreux ajustements et améliorations.

Dans la même veine, d'autres ateliers ont été développés en collaboration avec le professeur Ghislain Samson de l'Université du Québec à Trois-Rivières et ses étudiants, avec l'aide du fond FODAR de l'Université du Québec. Ces ateliers, ainsi que ceux réalisés précédemment, vous sont présentés dans cet ouvrage.

3 Häkkinen, P. et J. Lundell (2012). « Motivating classroom teachers into hands on science experiments in primary school science education », communication dans le cadre de la 11th European Conference on Research In Chemical Education (ECRICE), 15 au 20 juillet, Abstract Book: PS2. PO136, p. 496; traduction libre.

Notre approche

En quoi diffèrent les activités d'expérimentation proposées dans cet ouvrage de celles que l'on retrouve, entre autres, dans le site [La main à la pâte](#)? D'abord et avant tout, il ne s'agit pas ici d'une banque d'expériences mais plutôt d'ateliers de laboratoire destinés aux enseignants en formation ou en exercice visant, à l'aide d'une approche adaptée, à développer leurs compétences reliées à la démarche expérimentale. Les ateliers (en physique, chimie, biologie ou technologie) ont pour but de les inciter à réaliser des expériences leur permettant de répondre à des questions données dans une formule du type « apprendre en faisant et en mettant la main à la pâte » pour qu'à leur tour ils puissent faire de même avec leurs élèves.

Chaque atelier débutera par un questionnaire permettant à l'étudiant de préciser ses conceptions initiales sur un certain nombre de questions étudiées dans les activités d'expérimentations. L'étudiant sera amené à vérifier la véracité de certaines de ses conceptions à la suite des expérimentations effectuées et des notions scientifiques présentées.

Ce questionnaire permettra également de mettre en relief l'apport des expérimentations, qui sont présentées dans cet ouvrage, à l'apprentissage des étudiants. Ainsi, ces derniers n'auront pas l'impression d'exécuter une recette ou de faire de la « magie ».

Qui plus est, nous recommandons fortement, dans le cas des étudiants en formation, que les expérimentations soient réalisées en équipe de deux, afin, d'une part, de diminuer le stress que certains peuvent ressentir par rapport aux sciences et, d'autre part, de se rapprocher le plus possible du travail de collaboration observé dans le milieu scientifique.

Soulignons que cet ouvrage propose une structure différente de la plupart des autres ouvrages consacrés à l'apprentissage des sciences et des technologies. Alors que la majorité des manuels didactiques présentent des expérimentations se réduisant à vérifier un cadre donné (ce qui constitue souvent une source de découragement, voire de falsification des données de l'expérimentation), notre ouvrage propose tout d'abord des expérimentations qui sont par la suite appuyées par des notions scientifiques.

Voici la démarche en **8 étapes** proposée dans cet ouvrage.

1

ÉVALUATION DES CONCEPTIONS INITIALES

Permet de faire un état des connaissances antérieures sur le sujet à l'étude.

2

EXPÉRIMENTATION

Des consignes pour chacune des manipulations à effectuer sont clairement indiquées afin que l'expérimentation se déroule dans les meilleures conditions possibles et ce, sans ambiguïté. Les précautions à prendre pour éviter des accidents, le cas échéant, ainsi que les conditions qui pourraient entraver la réalisation de l'expérience sont également présentées.

3

SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS

Après chaque expérimentation, nous présentons une synthèse des observations qui auraient dû être effectuées. L'étudiant pourra alors refaire l'expérience dans les cas où ses observations ne seraient pas appropriées. On peut également omettre une expérimentation et consulter uniquement la synthèse.

4

NOTIONS SCIENTIFIQUES

Les notions scientifiques reliées directement à chaque expérimentation sont présentées ici au lieu d'être présentées à la toute fin des expérimentations.

5

RETOUR SUR L'ÉVALUATION DES CONCEPTIONS INITIALES

Permet de réévaluer les savoirs à la suite des expérimentations.

6

ÉVALUATION DES SAVOIRS

Cette étape permet d'évaluer les savoirs formels et pratiques que l'étudiant devrait acquérir à la suite des activités réalisées.

7

RETOUR SUR L'ÉVALUATION DES SAVOIRS

Les réponses aux questions d'évaluation des savoirs et compétences sont présentées.

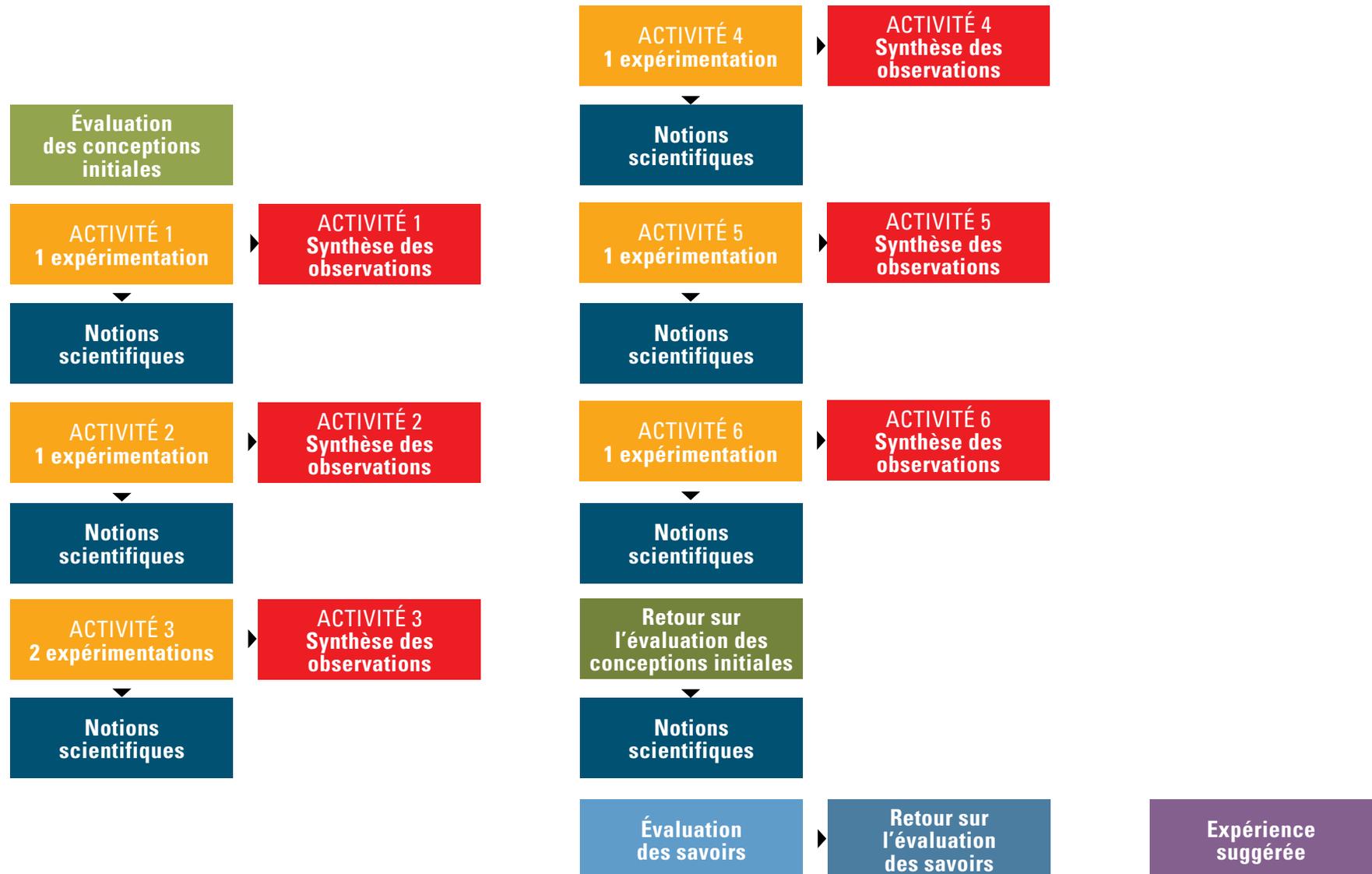
8

EXPÉRIENCES SUGGÉRÉES

Cette étape a pour objet de présenter un complément d'expériences à réaliser, certaines par des élèves de niveau primaire ou secondaire.

Module 2

L'astronomie



L'astronomie

Depuis la nuit des temps, l'Homme s'est toujours questionné par rapport aux phénomènes astronomiques et à sa compréhension du ciel. L'astronomie est une science naturelle qui traite de notre environnement : les astres. Comment mener à bien son enseignement si l'on souhaite que l'enfant soit en contact avec les concepts propres à cette science, tout en donnant du sens à ses apprentissages ?

D'un côté, la prise en compte de la démarche scientifique expérimentale, dans laquelle se trouvent l'observation et la modélisation des phénomènes, est essentielle. De l'autre, la mise en œuvre de projets de classe permet d'apporter des éléments de réponses pertinents.

L'astronomie permet ainsi la mise en jeu de compétences transversales, et non purement du domaine scientifique, *a fortiori* lorsqu'elle s'insère dans le cadre d'un projet plus global où les autres disciplines peuvent être sollicitées.

Des recherches réalisées de par le monde révèlent que les conceptions en astronomie des enseignants et des élèves de l'ordre d'enseignement du primaire sont généralement erronées par rapport aux idées scientifiques acceptées. Paradoxalement, l'étude de l'astronomie figure dans la majorité des

programmes des écoles, aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement. Pour aider les enseignants et leurs élèves à acquérir les concepts entourant les phénomènes astronomiques, indispensables à la compréhension de la vie sur Terre, plusieurs chercheurs proposent des activités d'expérimentation interactives, à savoir des activités qui ne se limitent pas à une exécution machinale d'un ensemble de tâches.

Le présent module s'inscrit dans cette lignée et suggère aux enseignants en formation et en exercice des expérimentations relativement simples sur le thème de l'astronomie à réaliser avec des élèves. Ces expérimentations rendent compte implicitement ou explicitement des résultats de recherches sur les conceptions d'élèves et d'enseignants répertoriées dans la littérature internationale ainsi que de ceux des auteurs du présent module.

Ainsi, les expérimentations retenues ont pour objectif général d'inciter les enseignants en exercice et en formation à prédire, à observer, à concevoir, à expliquer et à comprendre certains éléments de l'astronomie. Après une étude de la modélisation du système solaire, des activités de manipulation sont prévues autour du système Soleil-Terre-Lune, des phénomènes de rotation et de révolution de

la Terre, des phases de la Lune et du calcul des distances astronomiques. Un projet technologique de conception d'un cherche-étoiles figure également dans les activités du présent module.

En réalisant ces expérimentations, parfois des modélisations, qui nécessitent de mettre la « main à la pâte », les enseignants seront capables de bâtir leurs propres séquences d'enseignement, et ce, en tenant compte du niveau de leurs élèves. Les activités proposées, qu'elles soient expérimentales ou non, ainsi que les notions scientifiques qui s'y rattachent les aideront à trouver plusieurs éléments de réponse à des questions reliées aux phénomènes astronomiques faisant partie du quotidien de leurs élèves. Voici quelques questions qui sont soulevées dans les expérimentations proposées. Selon vous, comment les civilisations anciennes observaient-elles le ciel ? Quelles sont les caractéristiques que doivent posséder les planètes pour avoir un tel statut ? Comment définissez-vous une étoile, une planète et un satellite ? Comment se nomme cette conception de l'Univers selon laquelle la Terre est le point central autour duquel tournent les corps célestes ? Qu'est-ce qu'une année-lumière et comment en calculer la grandeur ? C'est en répondant, entre autres, à ce genre de questions que vous allez découvrir l'immensité qui se cache derrière un ciel... parfois étoilé.



Objectifs

- Acquérir des habiletés en sciences et technologie par l'étude de l'astronomie.
- Développer sa curiosité pour les phénomènes astronomiques présents dans notre environnement.
- Apprendre à communiquer par écrit de façon appropriée.
- Découvrir quelques caractéristiques du système solaire et de l'univers.
- Analyser qualitativement des résultats expérimentaux.



Matériel

- Illustration *Taille des planètes à l'échelle* (figure 2.2)
- Ciseaux
- Règle
- Colle
- Ruban adhésif
- Feuilles ou cartons
- Boule de styromousse d'environ 10 cm de diamètre
- Plaque en styromousse d'environ 10 cm de côté
- Brochettes en bois
- Ficelle (environ 1 m)
- Rapporteur d'angle
- Lampe de poche
- Quatre boules de styromousse, 3 à 4 fois plus petites que la première
- Équerre
- Carton
- Boussole (facultatif)
- Tube de PVC ou de carton d'environ 1 mètre de longueur
- Support universel
- Attaches
- Papier d'aluminium
- Papier calque
- Aiguille (pour percer l'objectif)



Où trouver le matériel ?

Tout le matériel indiqué peut être acheté dans les magasins du type grande surface ou ceux à bon marché.





Évaluation des conceptions initiales

L'humain a toujours voulu comprendre les phénomènes étranges se cachant dans le ciel. Depuis des millénaires, l'observation de milliers d'étoiles ainsi que de planètes n'a fait qu'accroître notre curiosité. Au fil du temps, les technologies ont su s'adapter pour ainsi apaiser notre soif de savoir. Passant de l'utilisation de simples lentilles à celle de télescopes¹ ultra-puissants, l'humain est maintenant en mesure d'élaborer quelques hypothèses par rapport à l'Univers.

Certes, l'étude de l'Univers coïncide avec le début de l'existence de l'Homme. Déjà, d'anciennes civilisations étudièrent le ciel et observèrent des caractéristiques bien connues aujourd'hui, telles les constellations² et les [équinoxes](#). Bien que cela puisse paraître banal, il faut comprendre que ces civilisations n'avaient que très peu d'outils pour réaliser leurs observations. Au fil des siècles, plusieurs théories ont été proposées par des scientifiques pour tenter d'expliquer ou de comprendre certaines manifestations. Nous verrons entre autres un peu plus loin, celle portant sur le géocentrisme et une autre sur l'héliocentrisme, deux théories explicatives ayant fait l'objet de nombreux débats au cours des siècles.

1 Le télescope, instrument permettant d'observer des objets éloignés, est composé de lentilles.

2 Les constellations consistent en une organisation particulière d'étoiles.



1. Dans vos propres mots, décrivez le terme *astronomie*.
2. En observant un ciel clair le jour ou la nuit, que peut-on remarquer ? Expliquez votre réponse.
3. Selon vous, comment les civilisations anciennes observaient-elles le ciel ? Pourrait-on faire de même ? Comment ?
4. Nous avons référé précédemment au **géo**centrisme ainsi qu'à l'**héli**ocentrisme. À l'aide des racines grecques de ces termes, quelle serait votre définition pour chacun ?
5. Connaissez-vous des astronomes ou des physiciens qui ont marqué l'histoire de l'astronomie ? Nommez-en quelques-uns. Qu'ont-ils fait ou découvert ?
6. Combien y a-t-il de planètes dans le système solaire ? Identifiez-les.
7. Quelles sont les caractéristiques que doivent posséder les planètes pour avoir un tel statut ?



Activité 1

Une modélisation du système solaire

Expérimentation 1

Représentation réduite du système solaire

Matériel

- Illustration *Taille des planètes à l'échelle* ([figure 2.2](#))
- Ciseaux
- Règle ou ruban à mesurer
- Colle
- Ruban adhésif (pour l'assemblage)
- Feuilles ou cartons

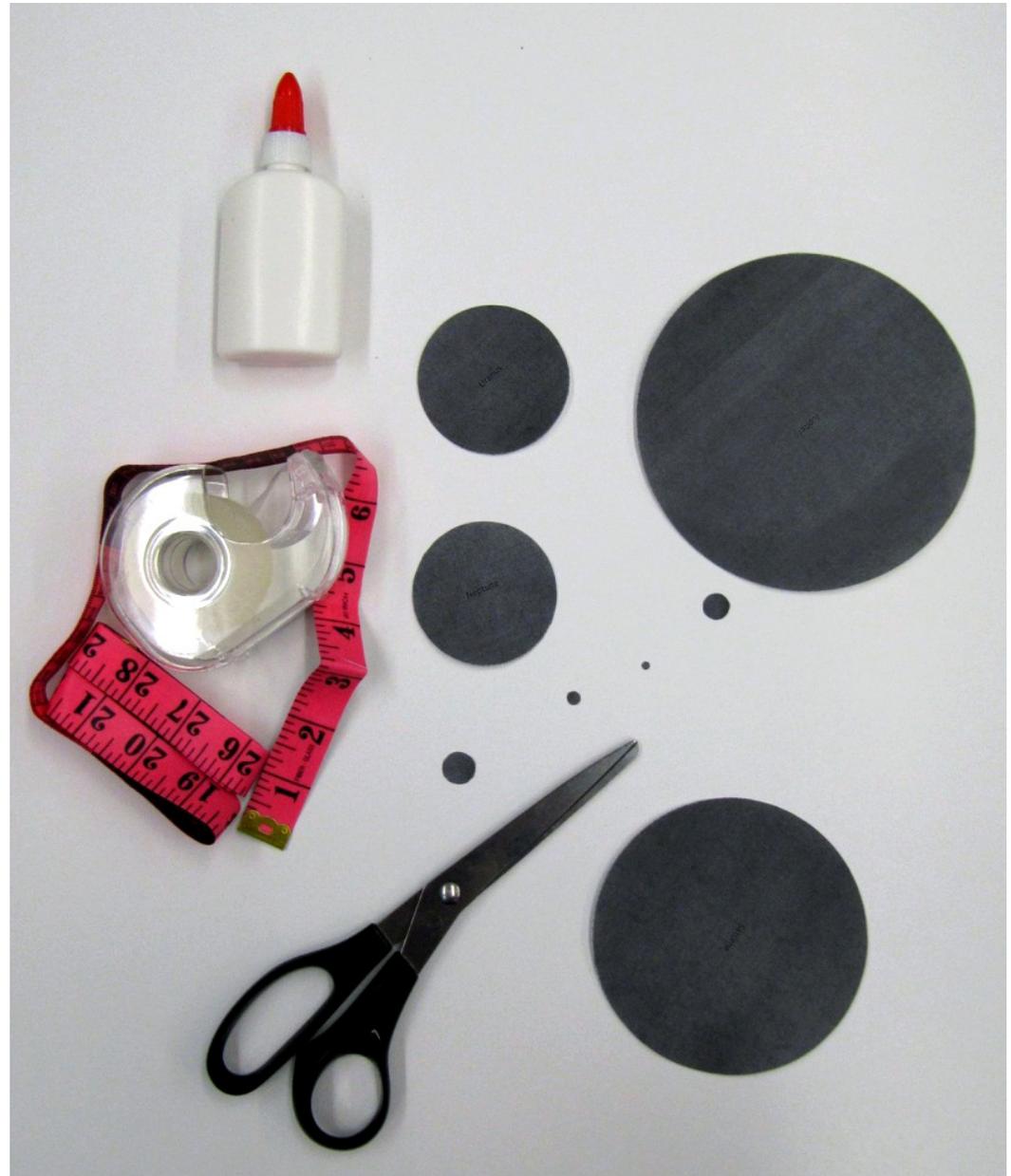


FIGURE 2.1
MATÉRIEL
REQUIS



8. Question d'anticipation : selon vous, quelles sont les conditions à respecter pour concevoir un système solaire miniature à l'échelle ?

En vous référant à la [figure 2.2](#) et au tableau *Diamètre et distance Planète-Soleil*, concevez le système solaire en découpant et en collant les planètes sur une feuille, et ce, en respectant l'ordre de celles-ci dans le système solaire. Bien sûr, cette reproduction du système solaire doit être à l'échelle. Pour que ce soit complet, n'oubliez pas d'illustrer la ceinture d'astéroïdes située entre la planète Mars et la planète Jupiter.

9. En vous référant à la [figure 2.2](#), au tableau *Diamètre et distance Planète-Soleil* et aux explications décrites dans les directives, reproduisez le système solaire à l'échelle.

DIAMÈTRE ET DISTANCE PLANÈTE-SOLEIL

	Diamètre (km)	Distance du Soleil (km)
 Mercure 	4 878	57 909 176
 Vénus 	12 103	108 208 930
 Terre 	12 756	150 000 000
 Mars 	6 794	206 000 000
 Jupiter 	142 984	740 900 000
 Saturne 	120 536	1 429 980 000
 Uranus 	51 118	2 870 990 000
 Neptune 	59 118	4 537 000 000

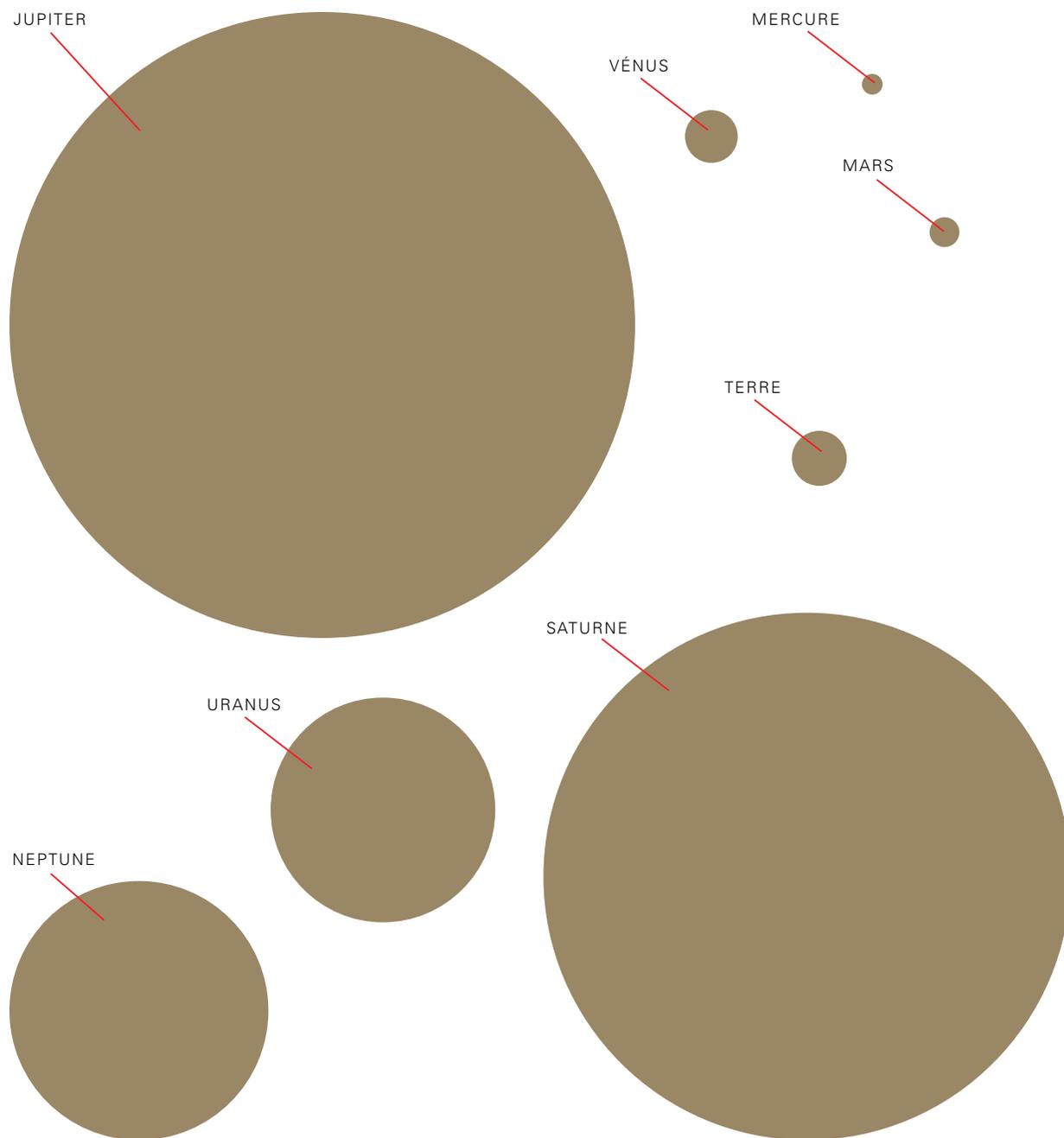
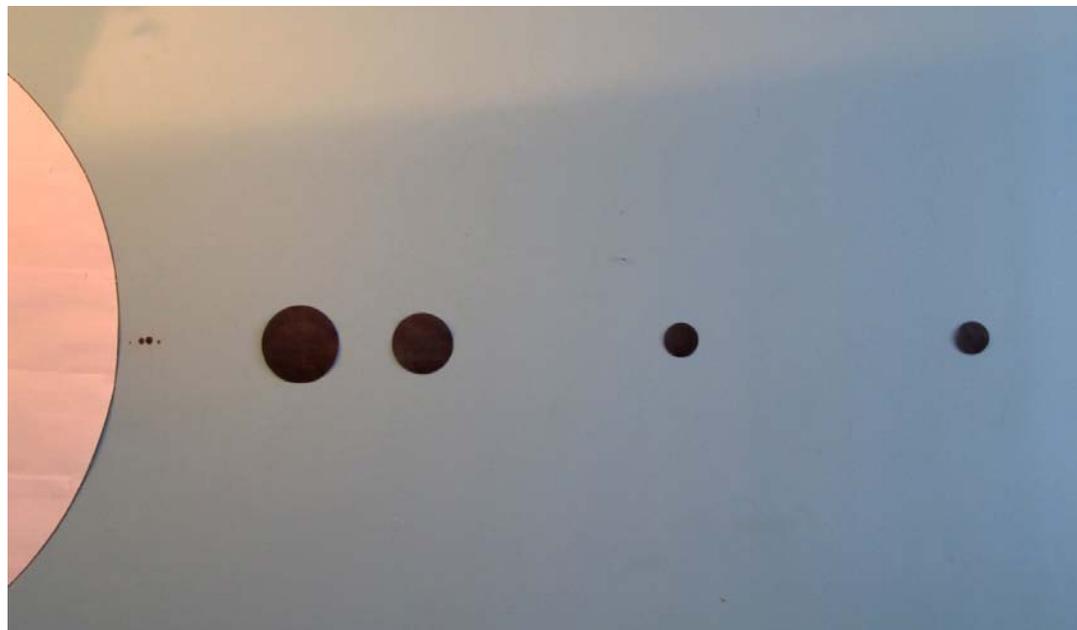


FIGURE 2.2
TAILLE DES
PLANÈTES
À L'ÉCHELLE



- 10.** Lorsque nous comparons la planète Terre et la planète Vénus, nous observons que le diamètre est très similaire et même que l'écart avec la distance du Soleil semble relativement faible. Cependant, nous savons que ces planètes sont très différentes. Pourquoi ?
- 11.** Depuis 2006, les astronomes du monde entier ont redéfini le terme *planète* en modifiant ses caractéristiques. En effet, à la suite de ces modifications, Pluton, considéré autrefois comme une planète, s'est vu retirer son titre de « planète la plus éloignée du système solaire ». Aujourd'hui, il s'agit plutôt d'une planète « naine ». Pourquoi Pluton n'est-elle plus une planète ?



- 12.** La ceinture d'astéroïdes qui gravite entre Mars et Jupiter peut parfois laisser échapper quelques corps qui sont susceptibles de croiser l'orbite d'une planète environnante. La Terre n'y échappe pas. En effet, il arrive que des astéroïdes pénètrent l'atmosphère à des vitesses allant de 20 km à 70 km par seconde. Selon vous, d'où la ceinture d'astéroïdes est-elle originaire ?

FIGURE 2.3
PHOTO DU SYSTÈME
SOLAIRE REPRODUIT
SUR UN MUR



Synthèse des observations

Expérimentation 1

Représentation réduite du système solaire

Cette activité avait pour but de vous faire comprendre qu'il n'est pas si facile de représenter à l'« échelle » le système solaire sur quelques feuilles cartonnées. En effet, il est impossible de mettre à l'échelle la grosseur des planètes ainsi que la distance entre celles-ci. Dans ce cas-ci, nous avons décidé de limiter la mise à l'échelle à la distance entre elles. Somme toute, il est intéressant de comparer que les planètes présentes près du Soleil semblent très proches de ce dernier alors que Neptune en est très éloignée. On peut ainsi émettre comme hypothèse que la température est très basse à sa surface.

R8. D'une part, il est important de savoir qu'il est impossible de respecter à la fois l'échelle de grosseur des planètes et l'échelle des distances entre celles-ci. Il faut alors choisir une seule échelle. D'autre part, dans l'expérience réalisée, seules les distances entre les planètes ont été considérées.

R9. Pour ce qui est des distances, l'échelle que vous pouvez utiliser est : 1/3 000 000 000 (1 cm = 3 000 000 km).



R10. La température sur Vénus est de 400 degrés Celsius et plus ! En effet, à cause de sa forte concentration en dioxyde de carbone (CO_2), l'atmosphère de Vénus fait en sorte que cette dernière est une grosse et puissante fournaise.

R12. Réponses variables. Tout de même, les scientifiques croient que ces résidus sont des restes de matière, qui, à la suite de la formation du système solaire, n'ont jamais formé de planète. Plusieurs hypothèses sont toutefois à considérer.

R11. Puisque Pluton n'a pu « nettoyer » son environnement, c'est-à-dire se départir des corps célestes qui gravitent autour d'elle, nous ne pouvons plus la qualifier de planète.



Notions scientifiques

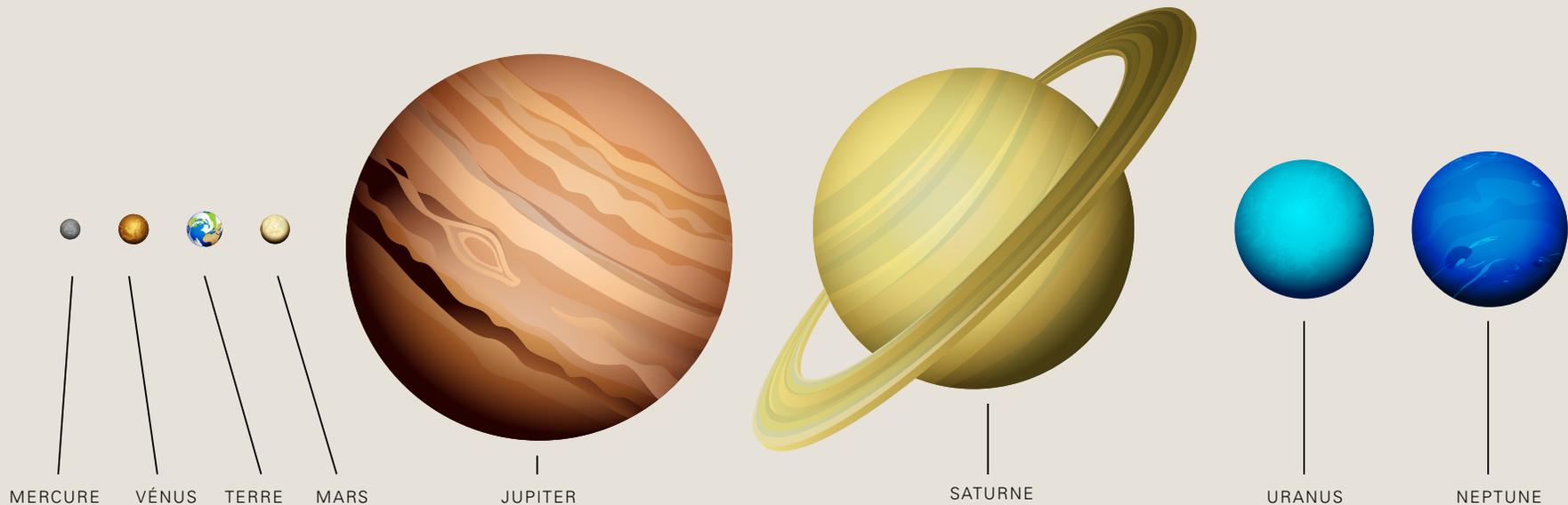
Planète

Une planète est un corps errant sans lumière propre se déplaçant de façon elliptique autour d'une étoile. Une des particularités d'une planète est qu'elle a fait le « ménage » autour d'elle, c'est-à-dire qu'aucun corps en principe n'est susceptible d'entrer en collision avec elle. Grâce à la gravité, les planètes ont attiré les corps autour d'elle.

Planète naine

Il est facile de mélanger la définition d'une planète naine avec celle de la planète. En effet, elles ont plusieurs caractéristiques en commun. Cependant, une planète naine, comme Pluton, n'a pas fait le « ménage » autour d'elle. Cela signifie que des objets célestes gravitent près d'elle et qu'ils peuvent entrer en collision avec elle.

FIGURE 2.4
ILLUSTRATION
DES PLANÈTES DU
SYSTÈME SOLAIRE





Orbite

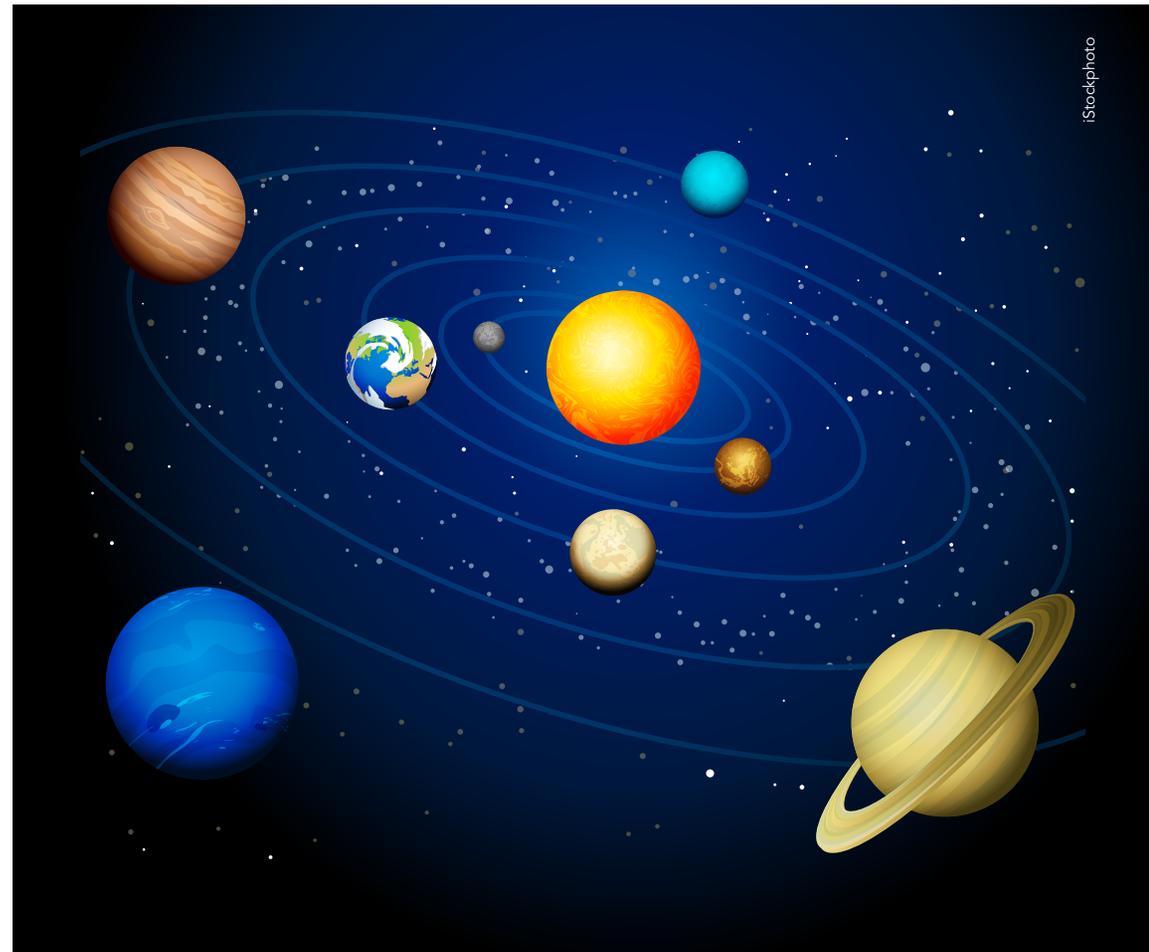
Une orbite consiste en une trajectoire elliptique que suit une planète. Par exemple, la Terre complète son orbite autour du Soleil en 365 jours 6 heures et 9 minutes. Puisque chaque année, la Terre prend six heures de plus pour compléter son orbite, nous devons ajouter une journée à nos calendriers tous les quatre ans (année bissextile, le 29 février).

Astéroïde

Les astéroïdes sont des petits corps célestes mesurant moins de quelques centaines de kilomètres de diamètre. Parfois composés de roches, de glaces et de métaux, ces objets sont de formes irrégulières. Il existe une ceinture d'astéroïdes qui gravite autour du Soleil entre les orbites de Mars et Jupiter.

EXEMPLES D'APPLICATIONS QUI PERMETTENT D'OBSERVER LE SYSTEME SOLAIRE (TELEPHONE INTELLIGENT, TABLETTE):

- **SOLAR WALK:** [IPHONE ET IPAD](#)
 - **SOLAR SYSTEM EXPLORER:** [ANDROID](#)
 - **SKYSAFARI:** [IPHONE ET IPAD](#) / [ANDROID](#)
 - **SKYGUIDE:** [IPHONE ET IPAD](#)
-



iStockphoto

FIGURE 2.5
TRAJECTOIRE
ELLIPTIQUE DES
PLANÈTES



Activité 2

Le système Soleil-Terre-Lune

Expérimentation 2

Et pourtant... elle tourne

Le Soleil, la Terre et la Lune sont respectivement une étoile, une planète et un satellite. Ayant défini précédemment le terme *planète*, sauriez-vous maintenant donner une courte définition pour chacun des deux autres concepts ?

D'aucuns aujourd'hui remettraient en doute que la Terre tourne sur elle-même (mouvement de rotation) et qu'elle tourne autour du Soleil (mouvement de révolution). Il est toutefois bien difficile de s'en rendre compte si l'on ne se fie qu'à nos sens (force de Coriolis). Les humains, ne percevant pas le mouvement de la Terre, mais observant chaque jour le Soleil et la Lune se lever à l'Est et se coucher à l'Ouest, ont par conséquent longtemps cru en une Terre immobile autour de laquelle tournent les astres du jour et de la nuit.



FIGURE 2.6
SATELLITE
NATUREL

Satellite, International Astronomical Union,
Andreas O. Jaansen (2009)



FIGURE 2.7
SATELLITE
ARTIFICIEL
CANADIEN
HERMES

Hermès, Centre de recherches
sur les communications,
Industrie Canada (2012)



13. Comment se nomme cette conception de l'Univers selon laquelle la Terre est le point central autour duquel tournent les corps célestes ?

14. Sur la foi d'observations qui peuvent être faites sans instrument, identifier des indices :

a. en faveur de cette conception ;

b. allant à l'encontre de cette conception.

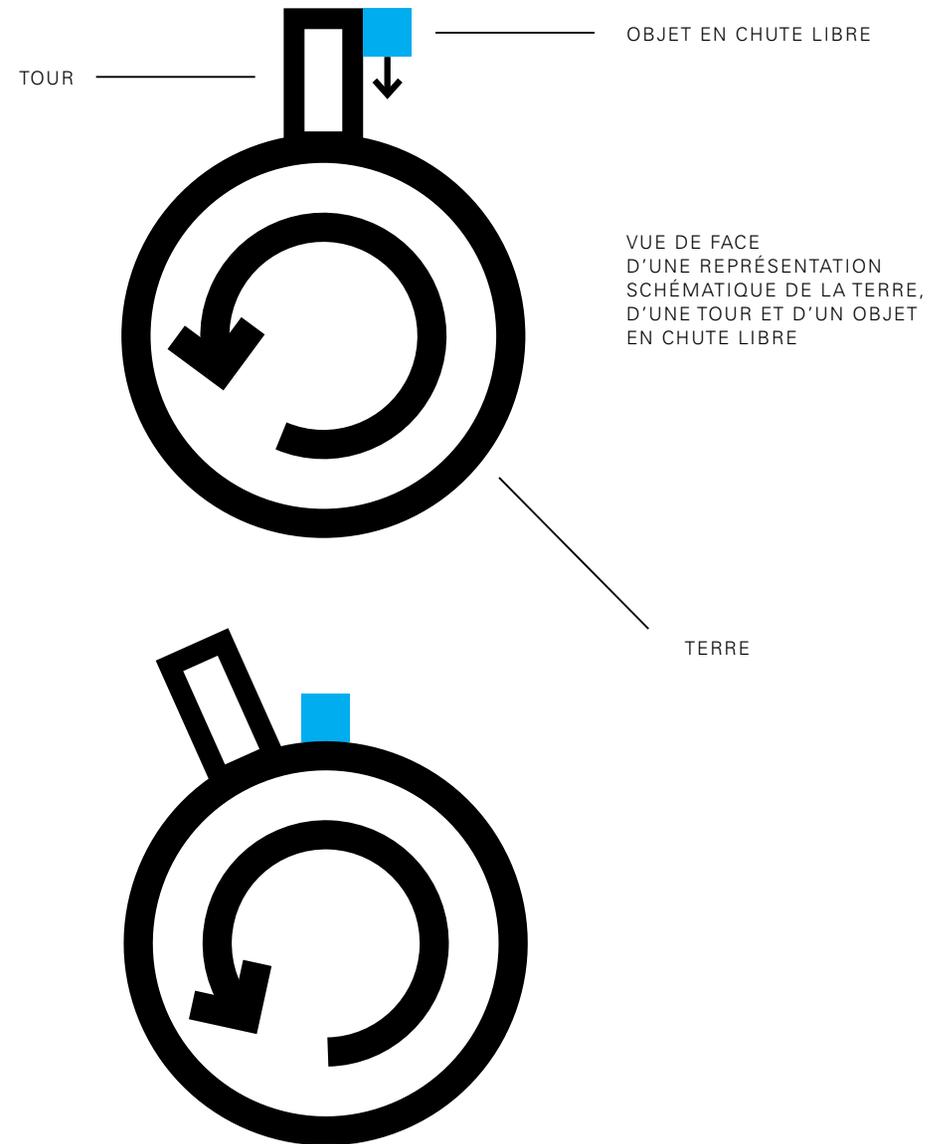
La **force de Coriolis** agit sur un corps mobile lequel est situé sur un système tournant. Dans l'exemple présenté dans la vidéo suivante, on lance une balle sur un plateau tournant lentement. D'un point de vue extérieur, il semble que cette balle ait une trajectoire courbe. Toutefois, on constate après observation que cette balle suit bel et bien une trajectoire droite. Voyez l'[animation](#) sur la force de Coriolis.

Pour plus d'information, consultez le site [The Straight dope](#).



Il fallut attendre Nicolas Copernic (1473-1543) pour réhabiliter l'idée d'une Terre en rotation. Il essuya lui aussi certaines critiques, dont la suivante: « Si la Terre tourne sur elle-même, un objet lancé du haut d'une tour devrait tomber loin de son pied. »

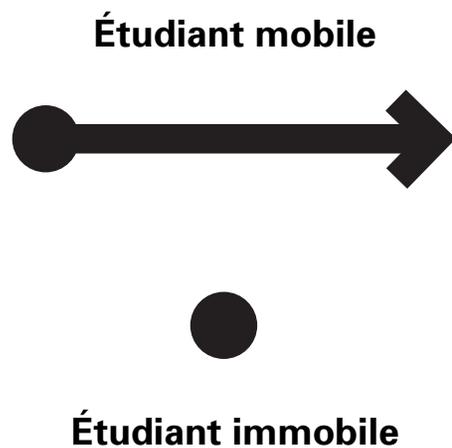
15. Êtes-vous d'accord avec cette objection? Pourquoi?





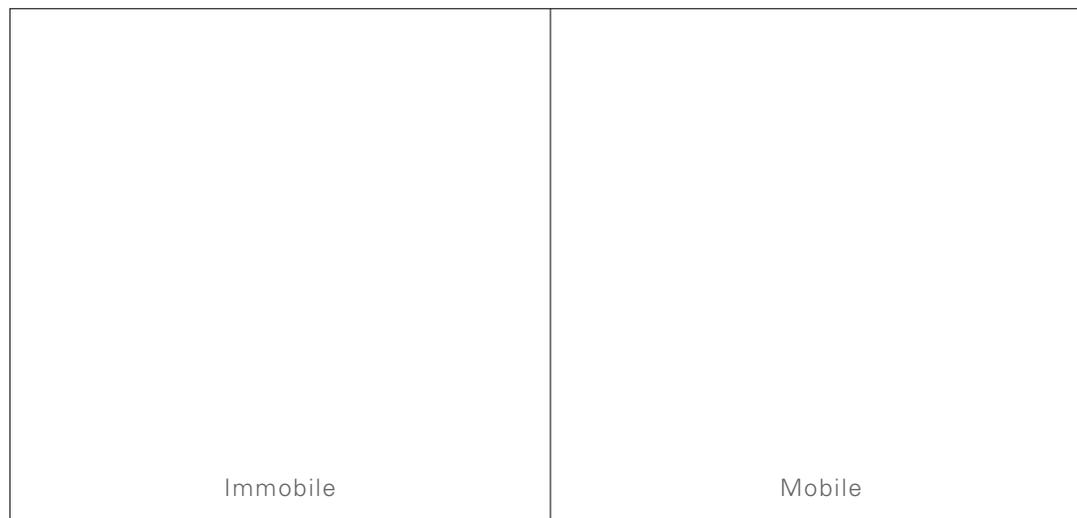
- 16.** Réalisez maintenant l'expérience suivante, en équipe de deux :

Un étudiant marche, en lançant un objet dans les airs et en le rattrapant, de manière à ce que l'objet soit toujours à la même distance de son corps. Un deuxième étudiant, immobile et situé à quelques mètres de distance, observe le mouvement de l'objet. Les deux étudiants échangent ensuite leurs rôles.



REPRÉSENTATION DE LA SITUATION
DE L'ÉTUDIANT MOBILE LANÇANT
UN OBJET DANS LES AIRS

À l'aide de dessins, illustrez le mouvement de l'objet observé selon l'observateur.



Que conclure quand un objet tombe du haut d'une tour ?





Synthèse des observations

Expérimentation 2

Et pourtant... elle tourne

R13. Géocentrisme.

R14. a. Chaque jour, le Soleil et la Lune se lèvent à l'est et se couchent à l'ouest. La position relative des étoiles (leurs distances apparentes, l'une par rapport à l'autre) ne change pas. De plus, elles semblent tourner en bloc autour d'un axe de rotation, l'Étoile Polaire dans l'hémisphère nord. Au niveau des sensations corporelles, nous ne ressentons aucun effet des mouvements de la Terre.

R14. b. Sans instrument, il y a bien peu d'indices observables qui peuvent remettre en cause une conception géocentrique de l'Univers.

Une observation attentive du ciel nous fera toutefois remarquer que certaines planètes présentent un mouvement de rétrogradation, c'est-à-dire qu'elles semblent avancer, puis reculer et avancer de nouveau. Un tel phénomène est difficile à expliquer si l'on croit que tous les corps célestes tournent autour de la Terre.

Aussi, les mouvements d'air à grande échelle sont influencés par la rotation de la Terre, à travers ce que l'on appelle la force de Coriolis. On lui doit notamment la composante est ou ouest des vents dominants, qui autrement souffleraient seulement du nord vers le sud, ou inversement. On attribue souvent à la force de Coriolis, à tort, la rotation dans l'écoulement de l'eau du bain.



R15. Réponses variables.

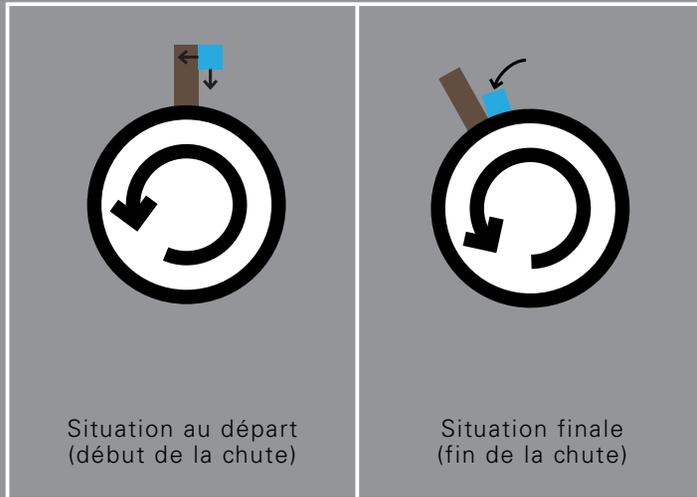
R16. Que devrait voir l'étudiant en mouvement ?

L'observateur en mouvement voit l'objet s'élever dans les airs et retomber, toujours à une distance constante de lui. De son point de vue, l'objet n'effectue qu'un déplacement vertical.

L'étudiant et l'objet se déplacent horizontalement à la même vitesse. C'est pour cette raison que l'observateur qui marche ne peut percevoir ce déplacement.

Que devrait voir l'étudiant immobile ?

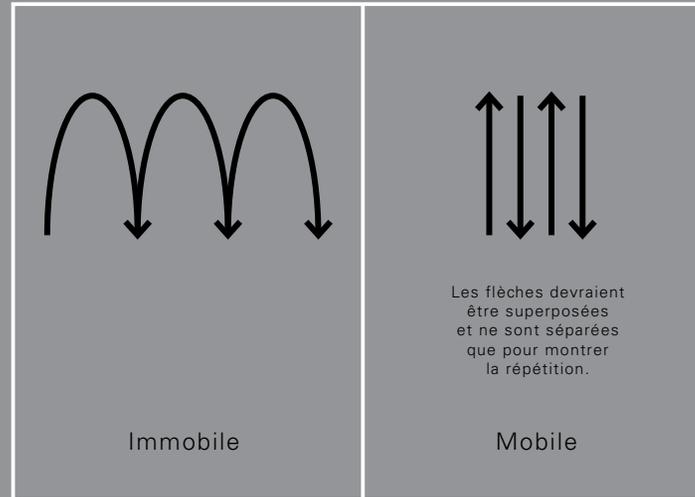
L'observateur fixe devrait voir l'objet s'élever dans les airs et retomber, mais aussi se déplacer dans la direction vers laquelle son collègue de classe marche. De son point de vue, l'objet effectue un déplacement vertical et horizontal.



VUE DE FACE
D'UNE REPRÉSENTATION
SCHÉMATIQUE DE LA TERRE,
D'UNE TOUR ET D'UN OBJET
EN CHUTE LIBRE

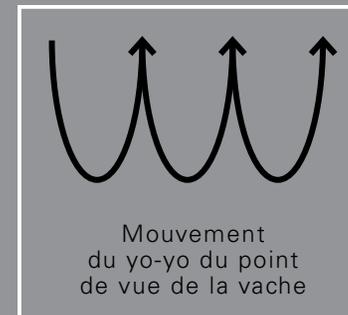
Que conclure quant à un objet qui tombe du haut d'une tour? Que ce soit la Terre, la tour ou l'objet, nous tournons tous à la même vitesse. Comme l'étudiant qui marche, nous ne percevons donc que le mouvement vertical et l'objet tombe au pied de la tour.

Par contre, un observateur « statique » dans l'espace, un satellite artificiel par exemple, pourrait percevoir le mouvement à la fois vertical et horizontal, comme l'étudiant qui se tenait immobile.



MOUVEMENT DE
L'OBJET OBSERVÉ
SELON L'OBSERVATEUR
IMMOBILE ET MOBILE

Selon le même raisonnement, un enfant qui joue au yo-yo dans le compartiment vitré d'un train filant à 100 km/h ne voit son jouet que descendre et remonter. Par contre, la vache qui broute face aux rails et qui voit le train (et l'enfant passer) verrait le yo-yo effectuer un mouvement de haut en bas et dans la direction où se dirige le train (ci-dessous, de gauche à droite).





Notions scientifiques

Astronomes

Héraclite du Pont (-388 à -315)

Un philosophe grec, Héraclite du Pont (-388 à -315 av. J.-C.), avait émis l'hypothèse que la Terre tourne sur elle-même pour expliquer le mouvement apparent de la Lune, du Soleil et des étoiles. Ses détracteurs lui opposaient que si la Terre tournait, tout ce qui se trouve à sa surface, dont les humains, devrait en être éjecté. On peut s'imaginer cette situation en songeant aux gouttes d'eau qui sont éjectées des feuilles de laitue lorsqu'on actionne une essoreuse à salade. Les Grecs ont plutôt privilégié l'hypothèse d'une Terre statique autour de laquelle tournent les corps célestes, conception qui perdura près de deux mille ans.

Nicolas Copernic (1473-1543)

Né le 19 février 1473 à Toru, Prusse royale (Royaume de Pologne) et mort le 24 mai 1543 à Frombork, Prusse royale (Royaume de Pologne), était un chanoine, médecin et astronome polonais. Il est célèbre pour avoir développé et défendu la théorie selon laquelle le Soleil se trouve au centre de l'Univers (héliocentrisme) et la Terre – que l'on croyait auparavant centrale et immobile – tourne autour de lui. Les conséquences de cette théorie – dans le changement profond des points de vue scientifique, philosophique et religieux qu'elle imposa – sont baptisées révolution copernicienne.

Pour en savoir plus, consultez le site [Astronomie et Astrophysique](#).



« Héraclite l'Obscur », détail de L'École d'Athènes, Raphaël (1509)

FIGURE 2.8
HÉRACLITE DU PONT



Peintre inconnu (milieu du XVI^e siècle)

FIGURE 2.9
NICOLAS COPERNIC



Étoile

Une étoile est un objet céleste de taille et de masse importante. En fait, sa masse est tellement grande qu'elle lui fera générer suffisamment d'énergie (par fusion atomique) pour briller d'elle-même.

Satellite

Un satellite est un objet en orbite autour d'une planète. Il peut être naturel, comme la Lune qui est un satellite de la Terre, ou alors artificiel, comme les satellites de télécommunications ou de surveillance.

Les satellites ont de plus la particularité d'être plus petits que la planète autour de laquelle ils orbitent. Il est intéressant de noter que, dans notre système solaire, Ganymède (le plus gros satellite de Jupiter : 5 260 km de diamètre) et Titan (le plus gros satellite de Saturne : 5 150 km de diamètre) sont plus gros que la plus petite planète, Mercure (moins de 4 900 km de diamètre).

Géocentrisme

Théorie ancienne selon laquelle la Terre était située de façon immobile au centre de l'Univers. Aristote fut un grand défenseur de cette théorie.

Rotation de la Terre

La Terre tourne sur elle-même à une vitesse moyenne à l'équateur de 1 600 km/h. Une expérience très impressionnante, *Le pendule de Foucault*, nous permet de montrer que la Terre tourne bien sur elle-même.

Pour une démonstration, consultez [Le pendule de Foucault : explication et démonstration](#).



Révolution

Rotation d'un corps autour de son axe central ou bien autour d'un autre corps

Période de révolution

Temps mis par un astre pour accomplir sa trajectoire, ou révolution, autour d'un autre astre. Comme une planète autour du Soleil, ou un satellite autour d'une planète.

Gravitation

Attraction mutuelle s'exerçant entre deux corps de masse non nulle. La gravitation est une des quatre interactions fondamentales de la physique.

La force de gravitation qui s'exerce entre deux objets de masse m_1 et m_2 situés à une distance d l'un de l'autre est :

$$F = \frac{G \times m_1 \times m_2}{d^2}$$

Attraction gravitationnelle

Deux particules possédant une masse exercent l'une sur l'autre une force d'attraction appelée « force d'attraction gravitationnelle » dont les caractéristiques sont :

- la direction de la force est donnée par la droite unissant le centre de masse de chacune des masses ;
- le sens de la force est tel que les masses s'attirent.



Activité 3

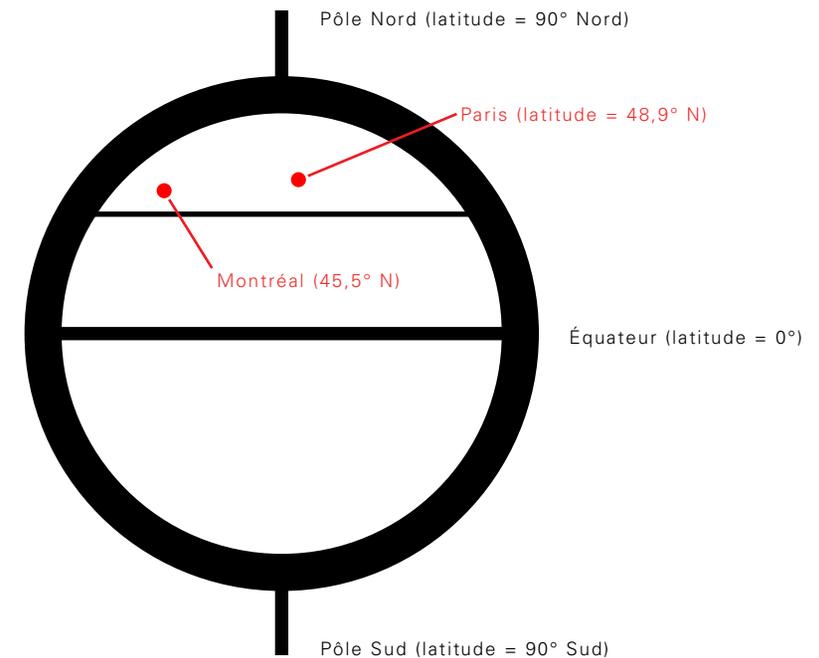
Le jour, la nuit et les saisons

Préambule

Nous avons vu que la course apparente du Soleil dans le ciel n'est pas due au mouvement de ce dernier, mais plutôt à la rotation de la Terre (quelle surprise !). Par contre, la rotation de la Terre n'explique pas à elle seule la longueur variable du jour et de la nuit. En effet, à 45° de latitude nord¹ (Montréal est situé entre le 45° et le 46° parallèle, alors que Paris est entre le 48° et le 49°), le jour dure jusqu'à 16 heures en été et jusqu'à aussi peu que 8 heures en hiver.

1 La latitude est une mesure de la position d'un point à la surface de la Terre. Cette mesure est donnée sous la forme d'une valeur angulaire (en degrés) par rapport à l'équateur, qui est la valeur de référence égale à 0° . Le pôle Nord et le pôle Sud sont respectivement à 90° Nord et 90° Sud. On qualifie de « parallèles » les cercles concentriques imaginaires, parallèles à l'équateur, qui représentent la mesure de latitude.

17. Comment expliquez-vous la variation de longueur du jour au cours de l'année ?



REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE
DE LA TERRE ET LA LATITUDE
(CERTAINS PARALLÈLES)



Expérimentation 3

Quand le jour et la nuit
sont en alternance



Matériel

- Boule de styromousse d'environ 10 cm de diamètre
- Plaque en styromousse d'environ 10 cm de côté
- Brochette en bois
- Crayon-feutre ou stylo
- Ficelle (environ 1 m)
- Ciseaux
- Rapporteur d'angle
- Règle
- Lampe de poche

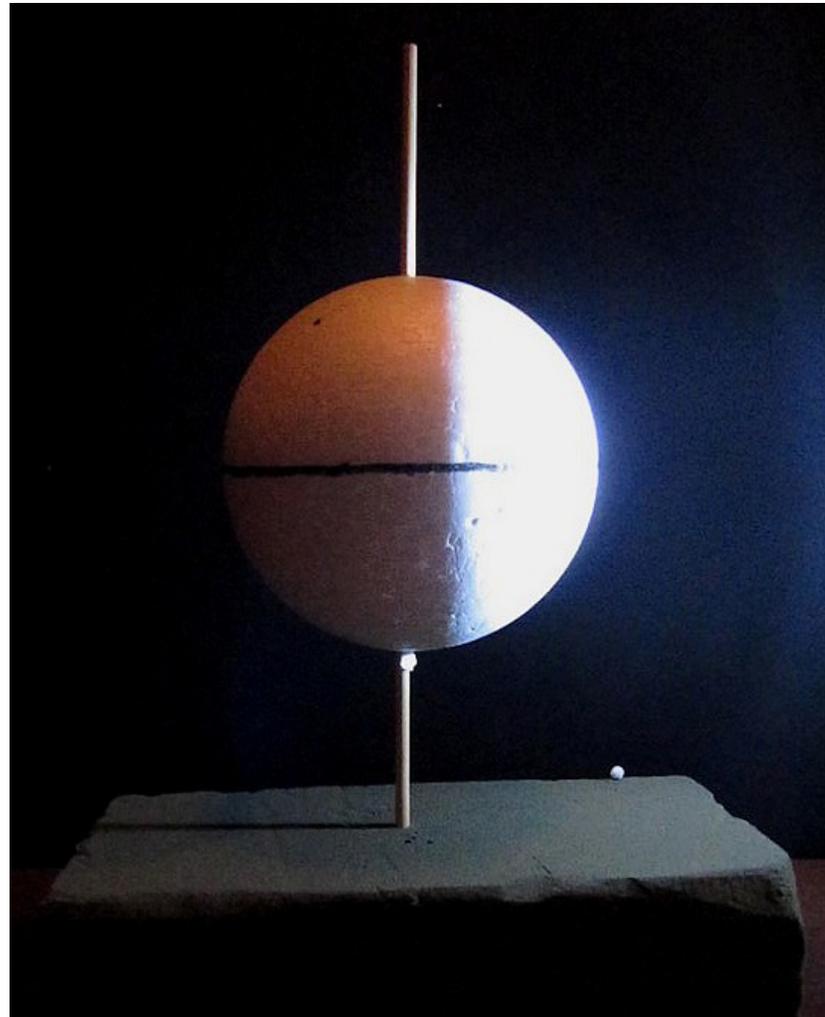


FIGURE 2.10
MATÉRIEL
REQUIS



Étapes

1. Piquez la brochette à travers la boule en passant par son centre. (Cette boule représentera la Terre et la brochette, son axe de rotation.)
2. Tracez un cercle autour de la boule, à mi-hauteur de celle-ci et perpendiculairement à la brochette. (Ce cercle représentera l'équateur.)
3. Piquez la brochette dans la plaque et perpendiculairement à celle-ci, de façon à ce que la plaque serve de socle au globe terrestre que vous venez de confectonner. Servez-vous du rapporteur d'angle pour vous assurer de la perpendicularité de l'axe.
Le montage devrait ressembler à l'image ci-contre.
4. Avant d'aller plus loin, faites une marque sur le globe qui représentera la ville où vous êtes...
5. Il est maintenant temps de plonger la pièce dans la pénombre : fermez les lumières.
6. À l'aide de la lampe de poche, éclairez le globe, en dirigeant le faisceau de la lampe parallèlement au sol.
7. En faisant tourner le globe autour de son axe, évaluez (ou encore mieux, mesurez) la durée du jour et de la nuit dans votre ville.



IMPORTANT

UN INDICE : VOUS POUVEZ UTILISER DE LA FICELLE POUR MESURER LA PROPORTION (OU LA SURFACE) DE SOL ÉCLAIRÉ.

FIGURE 2.11
MONTAGE DE
L'EXPÉRIMENTATION 3



18. Notez vos observations sur la durée relative du jour et de la nuit. Illustrez-les à l'aide d'un schéma.

Que pensez-vous de vos résultats ?

your diagram

IMPORTANT

IL EST À NOTER QUE TOUTES LES ACTIVITÉS PROPOSÉES SONT FOURNIES À TITRE INFORMATIF ET DE COMPRÉHENSION.

ELLES PEUVENT NE PAS REFLÉTER LA RÉALITÉ EXACTE. ELLES SONT DONC À PRENDRE AVEC UNE CERTAINE DISTANCE.

EXEMPLES D'APPLICATIONS POUR LE CHERCHE-ÉTOILES (TÉLÉPHONE INTELLIGENT, TABLETTE) :

- **NUIT DES ÉTOILES :** [IPHONE ET IPAD / ANDROID](#)
- **PLANETS :** [IPHONE ET IPAD / ANDROID](#)

Pour plus d'information, consultez [Alternance jour-nuit et ensoleillement de la Terre](#).



Synthèse des observations

Expérimentation 3

Quand le jour et la nuit sont en alternance

Cette activité avait pour but de découvrir ou de redécouvrir les facteurs influençant l'alternance entre le jour et la nuit d'une part et les saisons d'autre part. La conception de maquette aura certainement contribué à mieux comprendre ces phénomènes si importants dans nos vies.

R17. La variation dans la longueur du jour et de la nuit est due à l'angle que fait l'axe de rotation de la Terre par rapport à la verticale. Cet axe est incliné de $23^{\circ}27'1''$ (23 degrés, 27 minutes, 1 seconde).

Si l'axe était vertical, chaque point de la Terre recevrait un ensoleillement constant durant l'année. Le fait que cet axe soit incliné implique plutôt que la durée d'ensoleillement varie. En effet, selon la position de la Terre dans sa révolution autour du Soleil, l'hémisphère nord ou l'hémisphère sud aura une période d'ensoleillement plus longue.

R18. La durée de chacun devrait être la même. Ce montage échoue donc à représenter adéquatement la variation de la durée du jour.



Expérimentation 4

La durée du jour et de la nuit

19. Par rapport à l'orbite de notre planète autour du Soleil, l'axe de rotation de la Terre n'est pas perpendiculaire, mais forme plutôt un angle intermédiaire. Que pouvez-vous conclure ? En effet, cet angle est de $23^{\circ}27'1''$, soit à peu près 23,5 degrés.

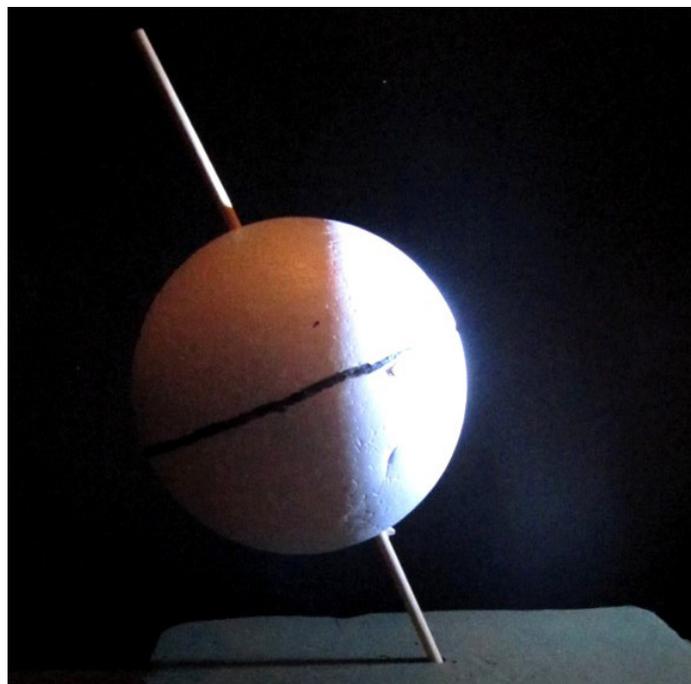


FIGURE 2.12
MONTAGE DE
L'EXPÉRIMENTATION 2

Étapes

1. Retirez votre globe terrestre de son socle.
2. Plantez la brochette dans le socle d'une manière semblable à l'axe de rotation réel de la Terre. Utilisez le rapporteur d'angle pour ce faire.
3. Éteignez à nouveau les lumières et éclairez le globe à l'aide de la lampe de poche. En faisant tourner le globe autour de son axe, mesurez à nouveau la durée relative du jour et de la nuit.

IMPORTANT

PRENEZ VOS MESURES POUR UNE LATITUDE DONNÉE, C'EST-À-DIRE PARALLÈLEMENT À L'ÉQUATEUR.

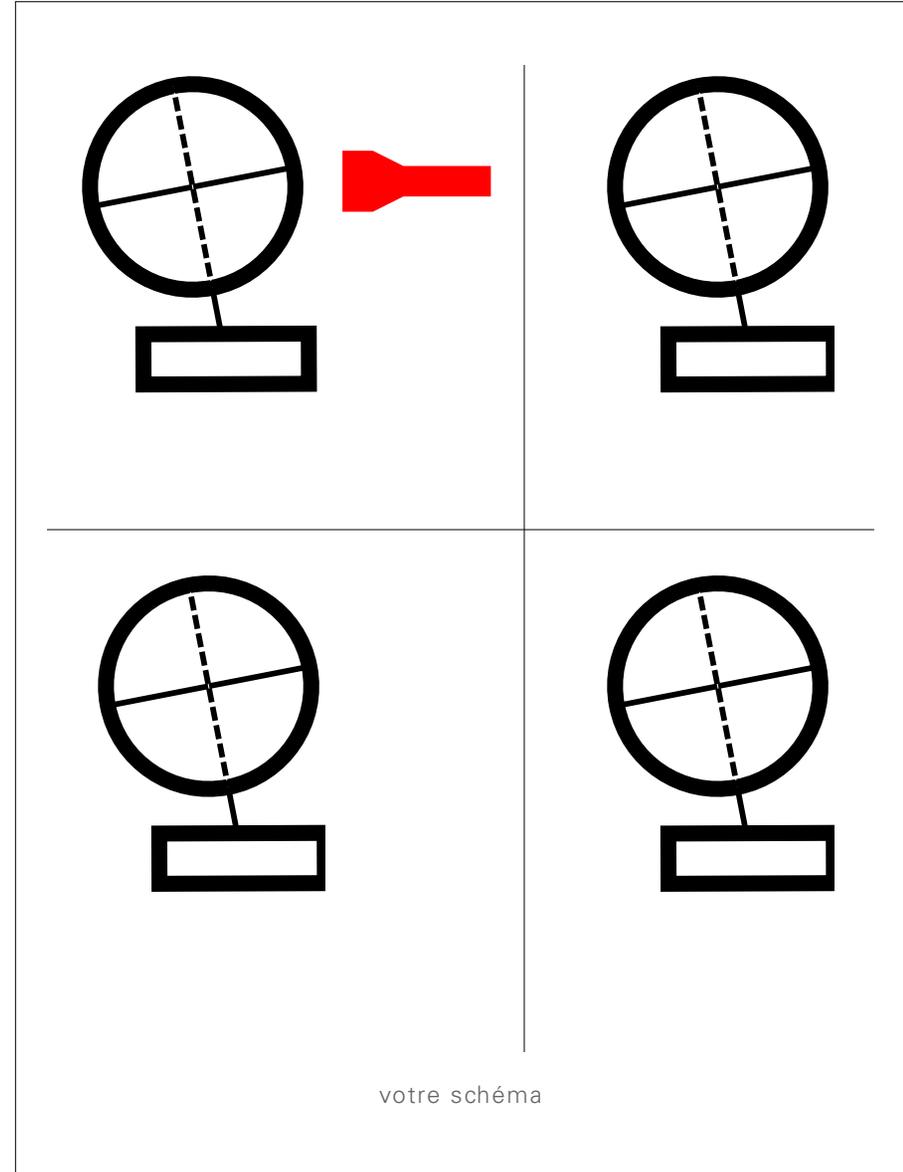


20. Notez vos observations et illustrez-les.

your drawing area

votre schéma

21. Quelle est l'influence de la direction du faisceau par rapport à l'orientation de l'axe de rotation ?





Synthèse des observations

Expérimentation 4

La durée du jour et de la nuit

R19. Les durées relatives du jour et de la nuit sont maintenant différentes, sauf si on prend la mesure à l'équateur ou si la lumière arrive perpendiculairement à l'axe de rotation.

R20. Si la lumière est perpendiculaire à l'axe de rotation, le jour et la nuit sont de durée équivalente. Si la lumière arrive de la direction où pointe le pôle Nord, le jour est plus long que la nuit dans l'hémisphère nord.

R21. Si la lumière provient de la direction où pointe le pôle Sud, le jour sera plus long dans l'hémisphère sud.

- Éclairez le globe selon quatre directions, à 90° l'une de l'autre. (La première position est indiquée ; à vous de déterminer les autres.)
- Dessinez la position de la lampe de poche et la portion éclairée du globe.
- Évaluez, pour chaque situation, la durée du jour et de la nuit pour une ville située à environ 45° de latitude. Il est suggéré d'utiliser la méthode des ficelles.



Notions scientifiques

Orbite

L'orbite consiste au chemin que la Terre prend pour faire le tour du Soleil. Avec une vitesse de près de 107 000 km/h, la Terre tourne autour du Soleil en un peu plus de 365 jours. Parfois, le terme *révolution* est aussi utilisé pour décrire l'orbite.

Hémisphère

Provenant des mots *hémi* pour « demi » et *sphère* pour « boule », on comprend que le terme *hémisphère* correspond à la moitié d'une sphère. Par exemple, sur la Terre, nous avons l'hémisphère nord ainsi que l'hémisphère sud, les deux séparés par l'équateur.



Activité 4

Les phases de la Lune

Préambule

La Lune, objet le plus brillant du ciel nocturne, a tout pour attirer l'attention des humains. Quiconque la regarde plusieurs nuits d'affilée constate que sa forme apparente change. De nombreux peuples anciens ont attribué les différentes phases de la Lune (comme la pleine Lune ou le croissant) à l'action d'entités vivantes dans le ciel, et plus particulièrement à leur appétit. Des tribus sibériennes croyaient qu'un ours dévorait la Lune nuit après nuit puis la régurgitait, alors que c'était plutôt le fait d'un serpent en Indonésie, d'un crapaud dans la Chine ancienne et même de démons chez les Babyloniens.

- 22.** À l'aide d'un schéma, illustrez le lien entre les phases de la Lune et les positions relatives de la Lune, de la Terre et du Soleil.



Expérimentation 5

La Lune en phases



Matériel

- Boule de styromousse d'une dizaine de centimètres de diamètre
- Quatre boules de styromousse, 3 à 4 fois plus petites que la première
- Plaque de styromousse d'environ 10 à 15 cm de côté
- Lampe de poche
- Équerre ou règle
- Brochettes en bois

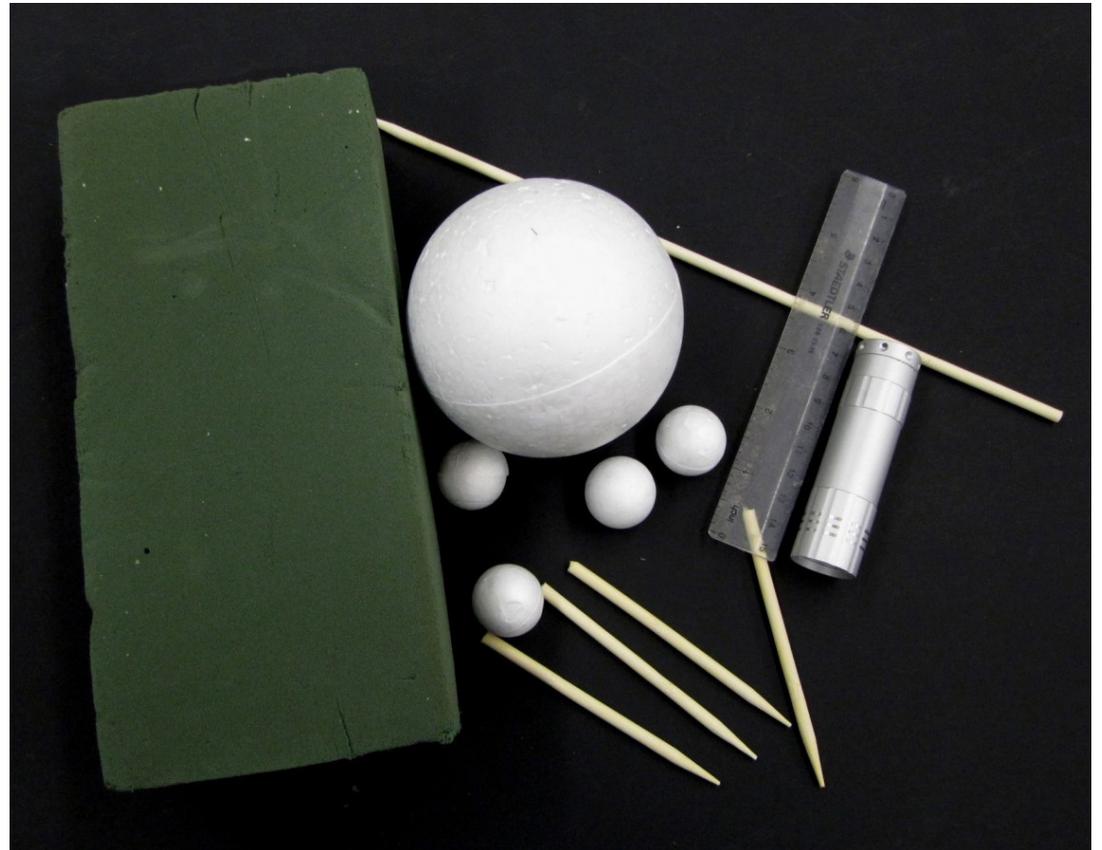


FIGURE 2.13
MATÉRIEL
REQUIS

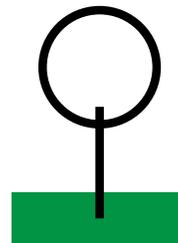


Étapes

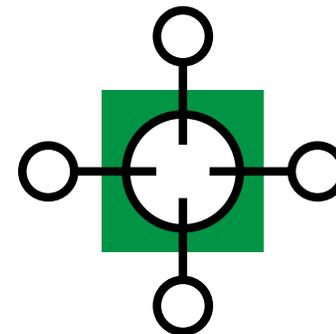
1. Piquez une brochette au centre de la plaque carrée ou rectangulaire.
2. Piquez la grosse boule en son centre sur l'autre extrémité de la brochette.
3. Piquez quatre brochettes à l'horizontale autour de la grosse boule, de manière à ce qu'elles soient équidistantes.
4. Piquez une petite boule à l'extrémité de chacune des quatre brochettes.
5. Installez la lampe de poche parallèlement au sol et de manière à ce qu'elle puisse éclairer toutes les boules en même temps.

À faire avec le montage : comme le mois lunaire comporte 28 jours, chacune de nos quatre petites boules peut représenter le 1^{er}, le 8^e, le 15^e et le 22^e jour dans la révolution de la Lune.

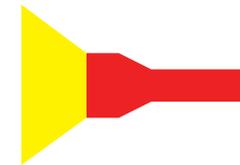
Thèmes	Information/explications
Dimensions	Le diamètre de la Terre est d'environ 12 740 km (un peu plus à l'équateur, un peu moins aux pôles). Le diamètre de la Lune est d'environ 3 470 km, soit environ 27 % de celui de la Terre.
Rotation de la Terre	La Terre fait un tour complet sur elle-même en une journée (23 h 56 minutes plus précisément).
Révolution de la Lune autour de la Terre	La Lune fait un tour complet de son orbite autour de la Terre en un peu plus de 28 jours (28,4 jours). C'est ce qu'on appelle le mois lunaire.
La face cachée de la Lune	La Lune oppose toujours la même surface à la Terre. Il y a donc une partie de la Lune que nous ne pouvons jamais voir : la face cachée de la Lune (appelée « <i>Dark Side of the Moon</i> » en anglais).



La grosse boule et son socle (vue de côté)



La grosse boule et les petites boules (vue du dessus)



Lampe de poche

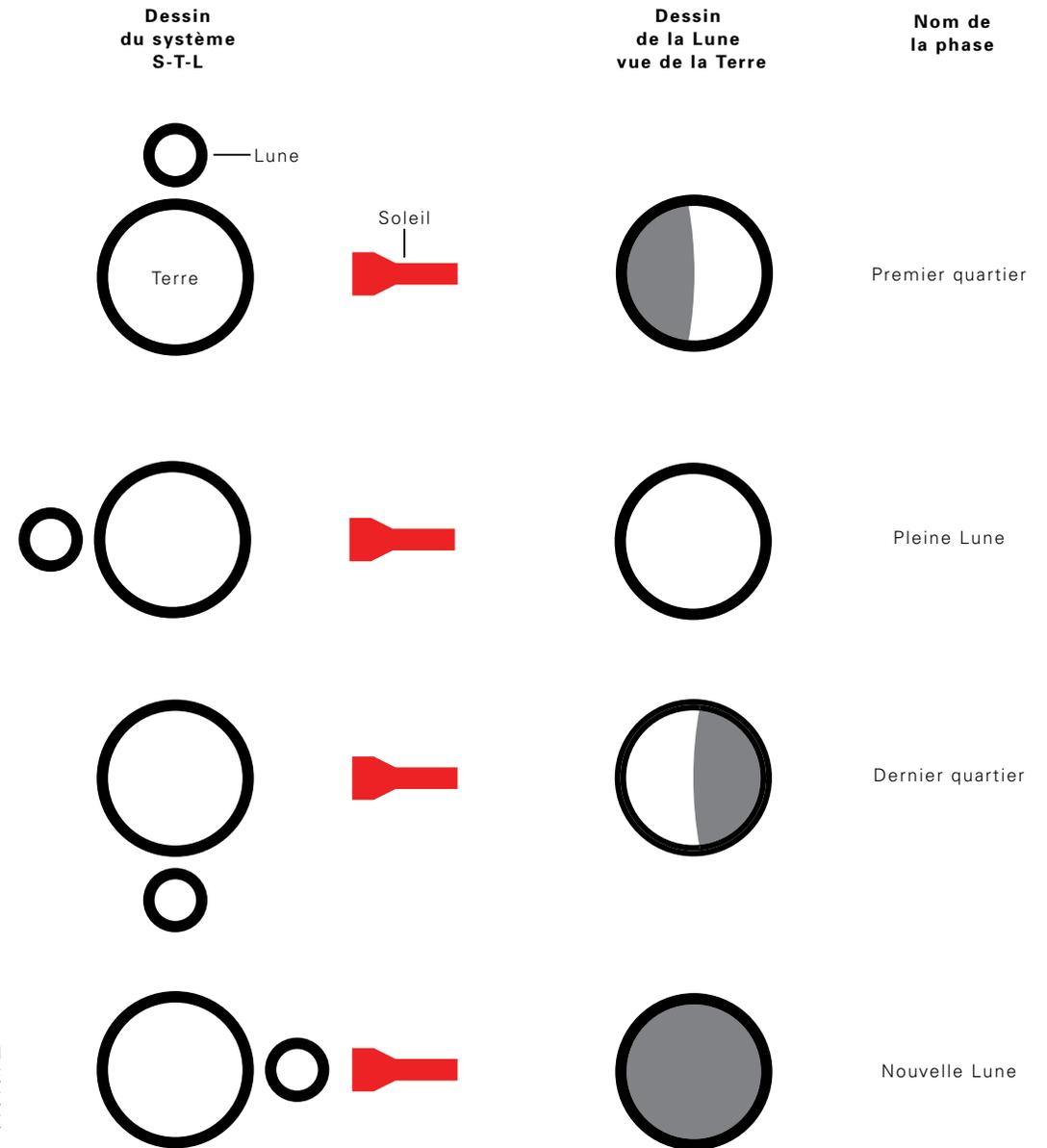
REPRÉSENTATION
SCHÉMATIQUE
DU MONTAGE



Quatre des termes ci-dessous correspondent aux positions de votre modèle. Les quatre autres correspondent à des positions intermédiaires.

- *pleine Lune*
- *nouvelle Lune*
- *premier quartier*
- *dernier quartier*
- *Lune gibbeuse croissante*
- *Lune gibbeuse décroissante*
- *premier croissant*
- *dernier croissant*

REPRÉSENTATION
SCHÉMATIQUE
DU SYSTÈME
SOLEIL-TERRE-LUNE





Un modèle comporte toujours des limites. Toutefois, plusieurs personnes peuvent mieux comprendre un phénomène à partir d'un modèle.

23. Selon vous, dans quelle mesure ce modèle est-il conforme à la réalité? Quels paramètres ou quels phénomènes permet-il de représenter?

24. Identifiez une ou plusieurs faiblesses de ce modèle. Dans quelle mesure ne représente-t-il pas la réalité? Quels phénomènes ne peut-il illustrer ou expliquer?

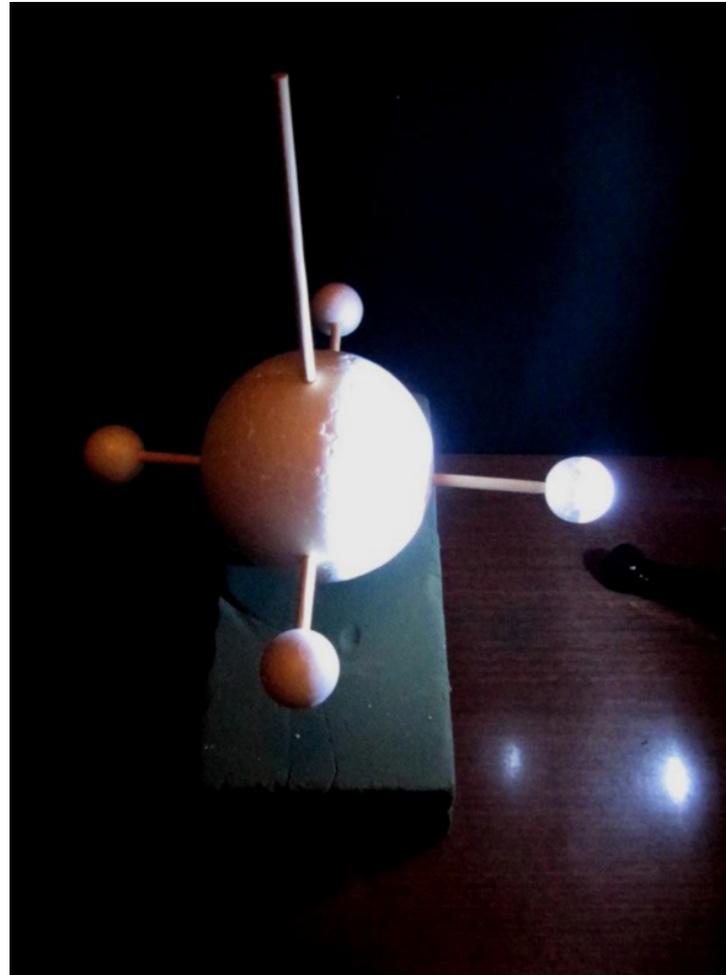


FIGURE 2.14
VUE EN PLONGÉE
DU MONTAGE DE
L'EXPÉRIMENTATION



Synthèse des observations

Expérimentation 5

La Lune en phases

Cette activité avait pour but de vous faire observer les différentes phases de la Lune en fonction du nombre de jours faits dans sa révolution. Cette dernière étant de 28 jours.

R22. Réponses variables.

R23. Les grosseurs relatives de la Terre et de la Lune sont à peu près fidèles (rapport d'environ 0,27). La distance les séparant est toutefois beaucoup trop courte. De plus, comme nous l'avons vu précédemment, l'axe de rotation de la Terre est incliné.

- Ce modèle permet de reproduire les différentes phases de la Lune, du point de vue de la Terre.
- De plus, quand le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés, nous pouvons observer des éclipses. Les éclipses solaires surviennent lorsque la Lune est directement entre la Terre et le Soleil, et qu'elle cache ainsi ce dernier pour une certaine zone (son ombre projetée sur la Terre). Les éclipses de Lune surviennent lorsque la Lune passe dans l'ombre de la Terre.
- Finalement, les orbites sont elliptiques et non circulaires.



R24. À part les défauts évoqués plus haut, il faut remarquer que selon ce modèle, des éclipses de Soleil et de Lune devraient se produire chaque mois, ce qui est faux.

- Premièrement, puisque l'orbite de la Lune est une ellipse, la distance Terre-Lune varie, de 350 000 à 400 000 km. Comme l'ombre de la Terre ne mesure qu'environ 375 000 km, elle ne peut pas toujours atteindre son satellite naturel, ce qui limite les éclipses de Lune.
- Deuxièmement, l'orbite de la Lune et celle de la Terre ne sont pas sur un même plan, contrairement à notre modèle, mais présentent plutôt un angle d'environ cinq degrés l'une par rapport à l'autre, ce qui diminue le nombre d'alignements possible durant une année.
- Troisièmement, comme la distance Terre-Lune est plus grande que dans notre modèle, l'ombre de la Lune est beaucoup plus petite. Dans les faits, elle ne dépasse jamais un diamètre de 270 km à la surface de la Terre. En comparaison, le diamètre de la Terre est d'environ 12 700 km. Ceci signifie qu'une éclipse totale du Soleil ne peut durer plus de 8 minutes en un point.



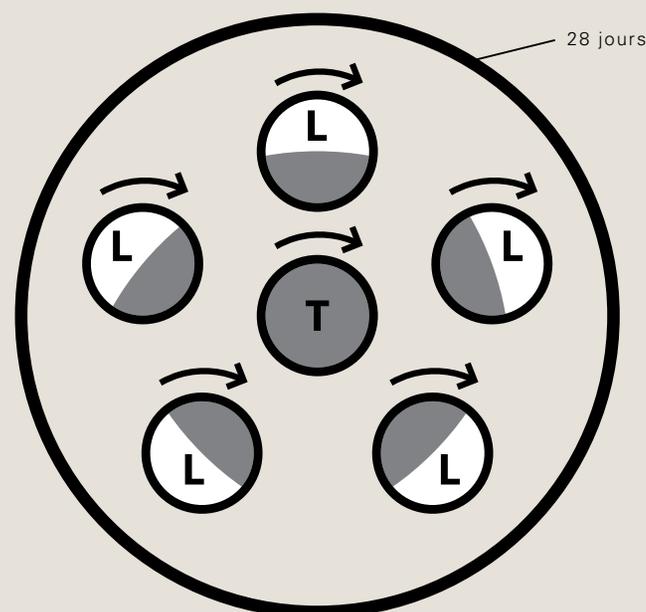
Notions scientifiques

Face de la Lune

Il est important de savoir que nous pouvons observer une seule face de la Lune. En effet, l'autre côté, soit celui impossible à voir à partir de la Terre, ne se présente jamais face à la Terre. Il faut considérer le système Terre-Lune comme étant un système lié ensemble. La Lune prend approximativement 28 jours pour faire une rotation sur elle-même. Fait intéressant, cela nécessite le même nombre de journées pour faire le tour de la Terre, ce qui explique, entre autres, les phases de la Lune. De ce fait, une face de Lune demeurera toujours invisible à partir de la Terre. En voici une représentation schématique :



FIGURE 2.15
LA LUNE



UN CYCLE
DE 28 JOURS



Activité 5

La conception d'un cherche-étoiles

Expérimentation 6

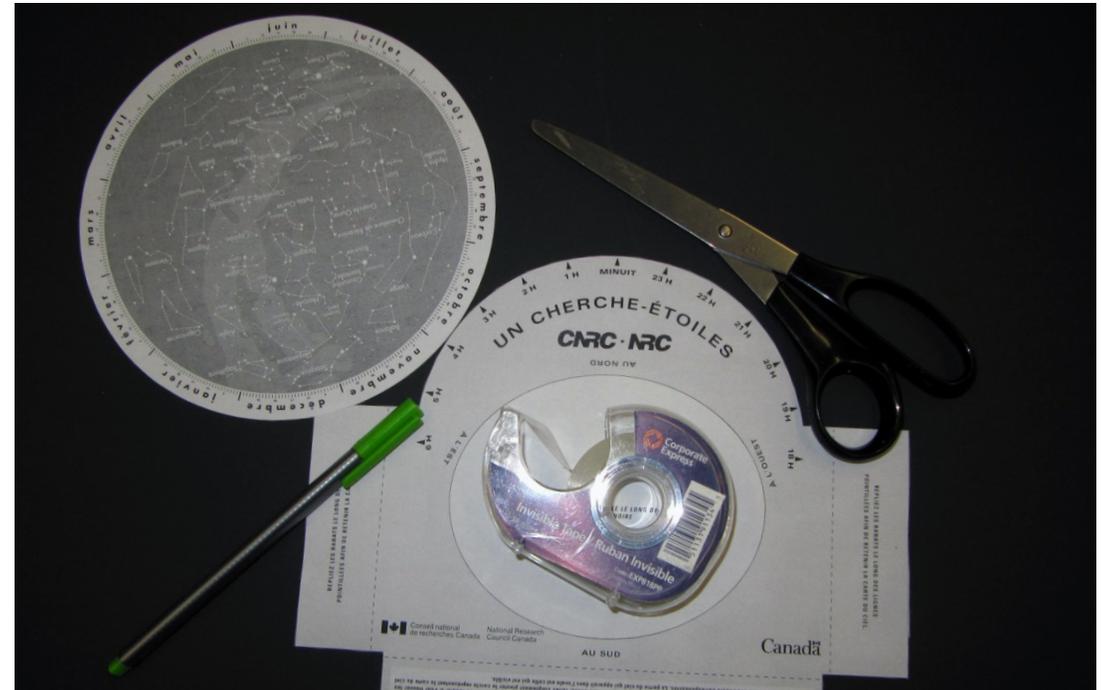
C'est quoi cette étoile ?

Matériel

- Ciseaux
- Crayon-feutre ou stylo
- Ruban adhésif (pour solidifier le tout)
- Carton (facultatif)
- Boussole (facultatif)

Selon vous, comment les anciennes civilisations observaient-elles et analysaient-elles le ciel ? De nos jours, reprenons-nous leurs méthodes ancestrales ? Pourquoi ?

À l'aide du modèle présent dans le site Internet du Conseil national de recherches du Canada, construisez votre propre cherche-étoiles. Tout d'abord, consultez [Un cherche-étoiles](#) sur le site du Conseil.



Par la suite, suivez les trois étapes mentionnées, et ce, jusqu'à l'obtention de votre cherche-étoiles. Après la construction de ce dernier, observez un ciel clair la nuit et tentez de répondre aux prochaines questions. Il est fort possible qu'une période d'adaptation soit nécessaire. En effet, l'observation du ciel n'est pas aussi simple que l'on pense. Des essais répartis sur plusieurs jours peuvent être nécessaires avant d'être à l'aise durant cette activité.

FIGURE 2.16
MATÉRIEL
REQUIS



25. Dans le tableau suivant, compiler tout d'abord quelques détails techniques nécessaires à l'utilisation adéquate du cherche-étoiles. Ces données sont essentielles !

COMPILATION DES DONNÉES À PARTIR DES OBSERVATIONS

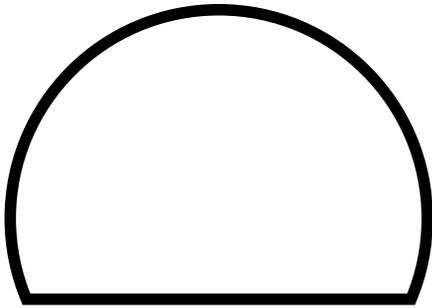
	Date	Heure	Orientation (N, S, E, O)	Conditions du ciel
1 ^{re} observation				
2 ^e observation				
3 ^e observation				
4 ^e observation				
5 ^e observation				
6 ^e observation				
7 ^e observation				
8 ^e observation				



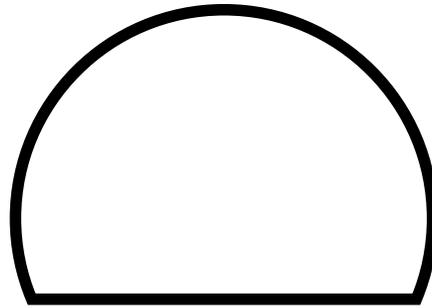
FIGURE 2.17
UN CHERCHE-ÉTOILES



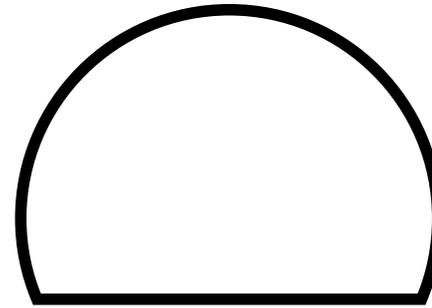
26. Dans les espaces ci-dessous, tentez de repérer les constellations et dessinez ce que vous observez.



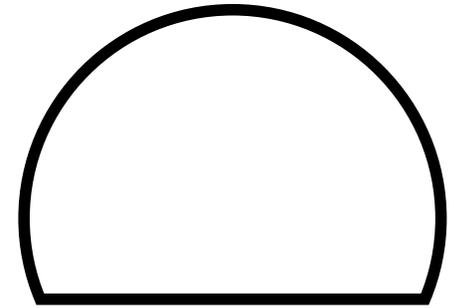
Observation 1



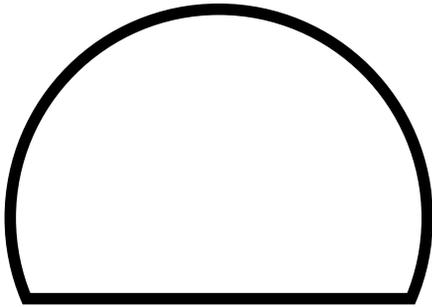
Observation 2



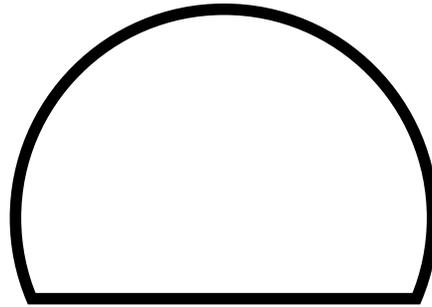
Observation 3



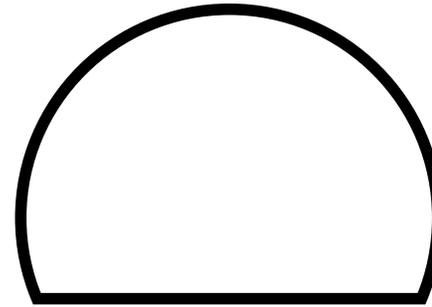
Observation 4



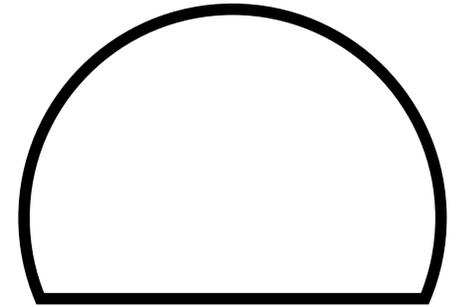
Observation 5



Observation 6



Observation 7

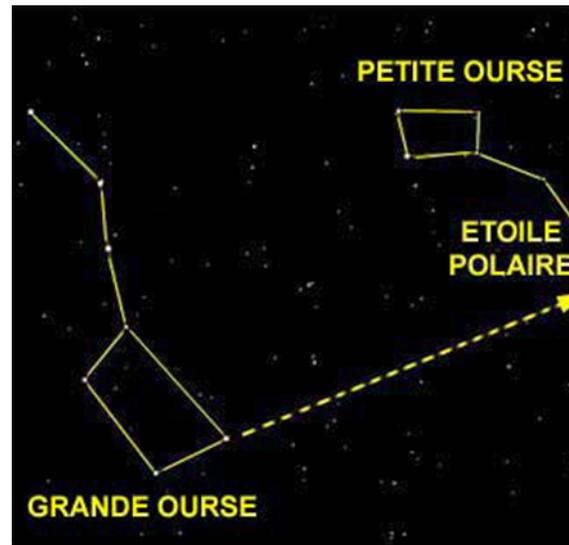


Observation 8

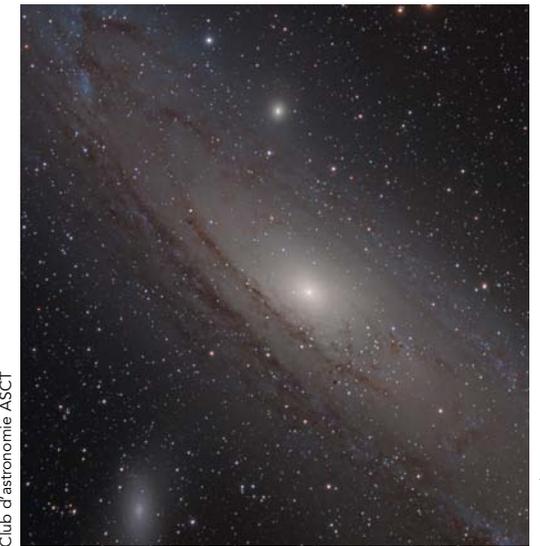
REPRÉSENTATIONS SCHÉMATIQUES
DES CONSTELLATIONS À PARTIR
DES OBSERVATIONS



27. Parmi les dessins réalisés, êtes-vous capable d'identifier certaines constellations ? Lesquelles ? Voici des exemples.



Club d'astronomie ASCT



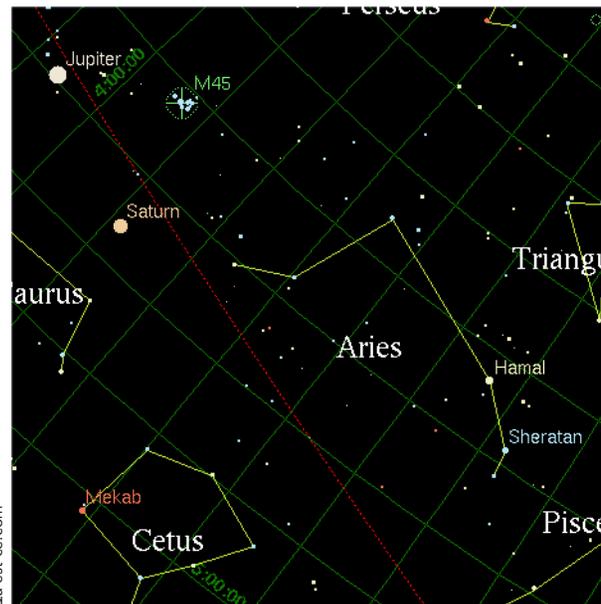
Mario Hébert

FIGURE 2.18
(EN HAUT À GAUCHE)
CONSTELLATIONS

FIGURE 2.19
(EN HAUT À DROITE)
ANDROMÈDE, CAPTÉE
GRÂCE À L'ASTRO-
PHOTOGRAPHIE



Qu'est-ce.com



The Project 366 Thing

FIGURE 2.20
(EN BAS À GAUCHE)
CONSTELLATIONS

FIGURE 2.21
(EN BAS À DROITE)
CONSTELLATIONS



Synthèse des observations

Expérimentation 6

C'est quoi cette étoile ?

R25. Réponses variables.

R26. Réponses variables.

R27. Réponses variables.



Notions scientifiques

Cherche-étoiles

Cet instrument d'observation est composé de deux parties. La première partie est en quelque sorte une carte du ciel qui permet de repérer les corps célestes. La deuxième partie quant à elle se nomme « visionneuse ». Grâce à celle-ci, nous pouvons définir une date, une heure et l'orientation (N, S, E et O).

Conditions du ciel

Certaines soirées sont plus propices à l'observation du ciel. En effet, un ciel clair, c'est-à-dire un ciel sans nuage, nous permettra d'observer davantage d'étoiles. De plus, dépendamment de la situation géographique, certains endroits possèdent un niveau de pollution lumineuse très bas. Par exemple, si on observe le ciel depuis la ville de Montréal, il sera possible de compter sur le bout de ses doigts le nombre d'étoiles observables.

Au contraire, si on observe le ciel depuis le parc national du Mont-Mégantic, il sera alors possible d'assister à un spectacle saisissant comprenant des milliers d'étoiles.

Pour en savoir plus sur la pollution lumineuse, voyez « La problématique du mont Mégantic » sur le site [ASTROLab](#) du parc national du mont Mégantic.

Orientation

Afin de repérer facilement certaines constellations, il peut être intéressant de se doter d'une boussole. Dans des conditions optimales, cet outil peut nous indiquer le Nord et ainsi nous orienter par rapport aux constellations observables.

Constellation

Regroupement d'étoiles auquel les astronomes ont donné un nom.



29. Trouvez-vous pertinent, et surtout pratique, d'utiliser les kilomètres pour mesurer les distances sidérales ? Pouvez-vous proposer une autre façon de faire ?

30. Définissez ce qu'est une année-lumière et calculez-en la grandeur.

31. Alpha Ursae Minoris est l'étoile située au bout de la queue de la constellation de la Petite Ourse. On la connaît plutôt sous le nom « Polaris », et surtout « Étoile polaire ». Elle se trouve à environ 430 a. l. de la Terre. Si jamais elle venait à s'éteindre, combien cela prendrait-il de temps pour que nous nous en rendions compte sur la Terre ?

32. Utilisez ce que vous avez trouvé sur l'année-lumière pour refaire le tableau de la page précédente avec des données numériques plus faciles d'utilisation.

NOM DE QUELQUES ÉTOILES ET DISTANCE ÉTOILE-TERRE

Nom de l'étoile	Distance étoile-Terre (a. l.)



Synthèse des observations

Expérimentation 7

C'est loin, non ?

Cette activité avait pour but de vous permettre de réaliser des calculs pouvant vous aider à trouver la distance entre la Terre et certaines étoiles. On constate à travers ces calculs, que les distances sont bel et bien astronomiques et qu'il est nécessaire d'utiliser une unité adaptée pour ces résultats : l'année-lumière.

R28. Environ 150 00 000 km.

R29. Réponses variables. En réalité, il n'est pas pertinent d'utiliser les kilomètres, car les distances en jeu sont énormes. Il est préférable d'utiliser les années-lumière (a. l.).

R30. C'est la distance que parcourt dans le vide la lumière en une année. On la calcule de cette façon :

Nombre de sec. dans une année \times vitesse de la lumière

Donc :

31 536 000 sec. \times 300 000 000 m. par sec.

Réponse :

9 460 895 288 762 850 m.



R31. $4\,070\,000\,000\,000\text{ km} / 300\,000\text{ km/s} =$
13 566 666 secondes ou 3 768 heures.

R32. Nom de quelques étoiles et distance étoile-Terre.
Réponses variables selon les étoiles retenues.

Nom de l'étoile	Distance étoile-Terre
Alpha Centauri A	04,22 a. l.
Sirius	01,00 a. l.
Wolf 359	07,78 a. l.
Ross 248	10,32 a. l.

Pour aller plus loin

Pour observer davantage de détails dans le ciel, vous serez peut-être intéressé par l'achat d'un télescope. Sachez qu'il est très complexe de choisir un télescope qui convient parfaitement à vos besoins. Ainsi, nous vous conseillons tout d'abord d'opter pour l'achat de simples jumelles. L'utilisation conjointe de ses jumelles et du cherche-étoiles peut vous mener à des résultats aussi intéressants que si vous travailliez avec un télescope.

Enfin, une multitude de références sur l'astronomie sont à votre portée et peuvent vous aider à consolider vos connaissances et à poursuivre le développement de vos compétences. Pour bien observer et surtout comprendre le ciel, il est préférable de travailler en équipe. Seul Galilée vous dirait le contraire !



Notions scientifiques

Année-lumière

Une année-lumière est une unité de distance et non pas une unité de temps. En effet, il est possible de convertir cette unité en km ou en m. Cependant, puisque l'univers est infini, il est préférable d'utiliser ce type d'unité.

Étoile Polaire

Visible à l'œil nu, l'Étoile Polaire est un point de référence important pour les astronomes. Étant située sur l'axe de rotation de la Terre, elle nous apparaît immobile. Ainsi, nous sommes en mesure de repérer d'autres astres ou constellations, et ce, toujours en nous référant à l'Étoile Polaire.

Galaxie

Une galaxie est un ensemble de plusieurs éléments. En effet, elle comprend des étoiles, de la poussière, des gaz et parfois même un trou noir en son centre. Par exemple, la Voie lactée est la galaxie dans laquelle se trouve le système solaire. Cette dernière mesure plus de 100 000 a. l.



Retour sur l'évaluation des conceptions initiales

R1. L'astronomie est une science qui s'intéresse à l'observation des astres et qui tente d'expliquer les différents phénomènes qui s'y rattachent.

R2. Des étoiles, la Lune, des satellites, des planètes, des météores, des nébuleuses, etc.

R3. À leur début, les hommes observaient le déplacement du Soleil ainsi que les différents aspects de la Lune. À partir de ces observations, ils ont pu élaborer un calendrier. De plus, ils constatèrent que le ciel changeait de configuration la nuit, et ce, en examinant attentivement la position des étoiles ainsi que leur présence.



R4. *Géocentrisme*: Théorie erronée selon laquelle la Terre se situe au centre de l'univers. *Géo* vient du grec $\gamma\eta$ (*ge*) qui veut dire « la Terre ».

Héliocentrisme: Valide si l'on considère seulement le système solaire et non valide si l'on considère l'Univers, cette théorie plaçant le Soleil au centre de l'Univers. *Hélio* provient du grec ancien $\eta\lambda\iota\omicron\varsigma$, *hélíos* signifiant « Soleil ».

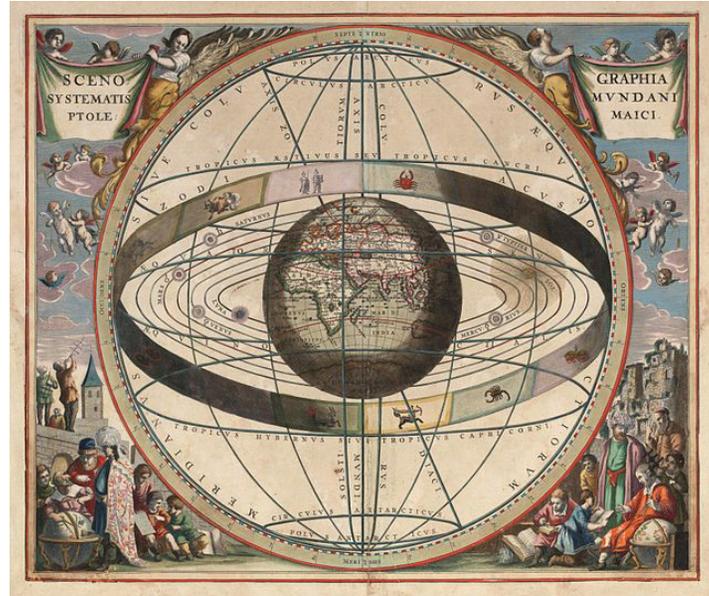


FIGURE 2.22
LE GÉOCENTRISME
SELON PTOLÉMÉE
(90-168)

Extrait de l'Harmonia Macroscopica,
Andreas Cellarius (1660/1661)

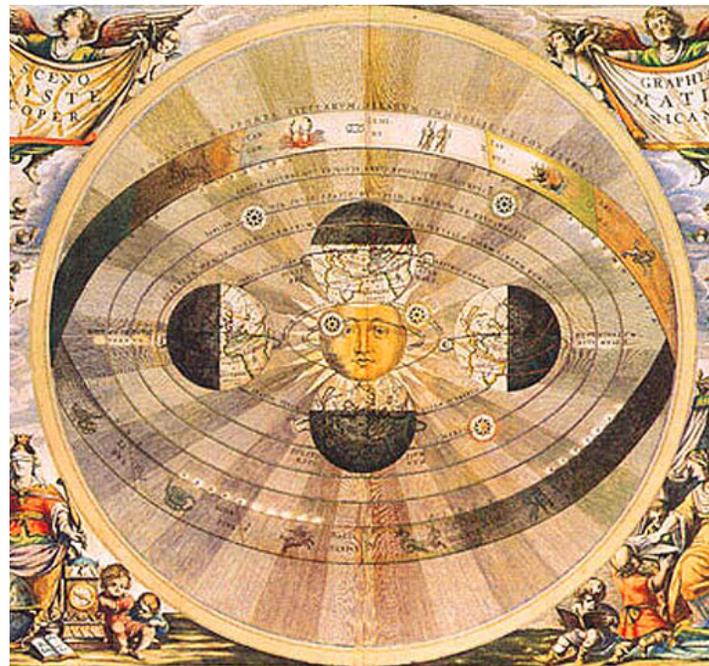


FIGURE 2.23
L'HÉLIOCENTRISME
SELON COPERNIC
(1473-1543)

Andreas Cellarius (1660)



R5. Réponses variables.

Nicolas Copernic

Il fut un important opposant à la théorie qui consiste à placer la Terre au centre de l'Univers (géocentrisme). Ces observations ont permis à la communauté scientifique de recenser plusieurs corps célestes.

Galilée

Il construisit pour la première fois sa propre lunette astronomique en 1609. En effet, à partir de ce moment, il fit une multitude de découvertes saisissantes !

Nicolas Copernic, Musée de Toruń,
Peintre inconnu (début du XVII^e siècle)

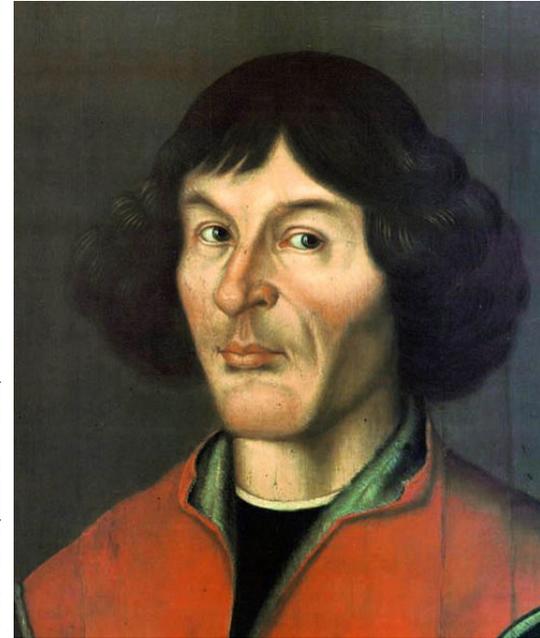


FIGURE 2.24
NICOLAS COPERNIC
(1473-1543)

Justus Susterman (1636)

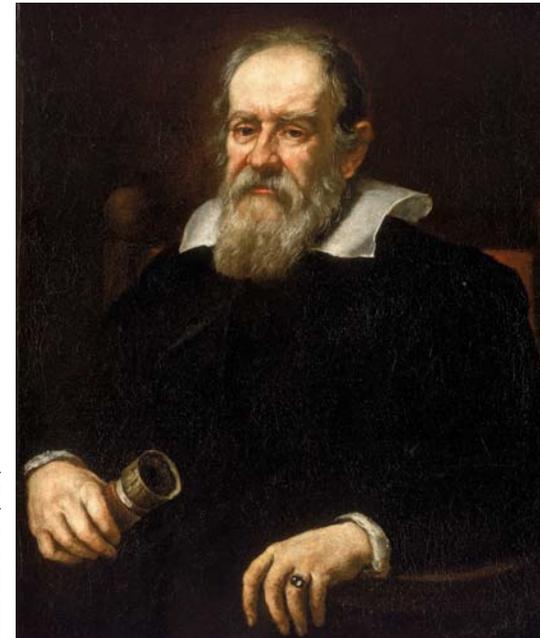


FIGURE 2.25
GALILÉE
(1564-1642)



Isaac Newton

Grâce à Newton, il a été possible de comprendre de façon concrète, la raison pour laquelle les planètes empruntent une telle trajectoire.

- R6.** Il y en a huit : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.
- R7.** Pour conclure qu'un corps céleste peut être identifié par le terme *planète*, il est nécessaire que ce dernier ait fait le ménage autour de lui. En fait, il ne doit pas y avoir de corps qui gravitent autour de ladite « planète ». Ces corps peuvent s'être désagrégés en entrant en contact avec la planète ou simplement s'être associés pour concevoir un satellite. Si aujourd'hui Pluton n'est plus une planète, mais bien une « planète naine », c'est parce qu'autour d'elle, plusieurs débris gravitent. Pluton a été destitué en août 2006 par l'Union astronomique internationale (UAI).

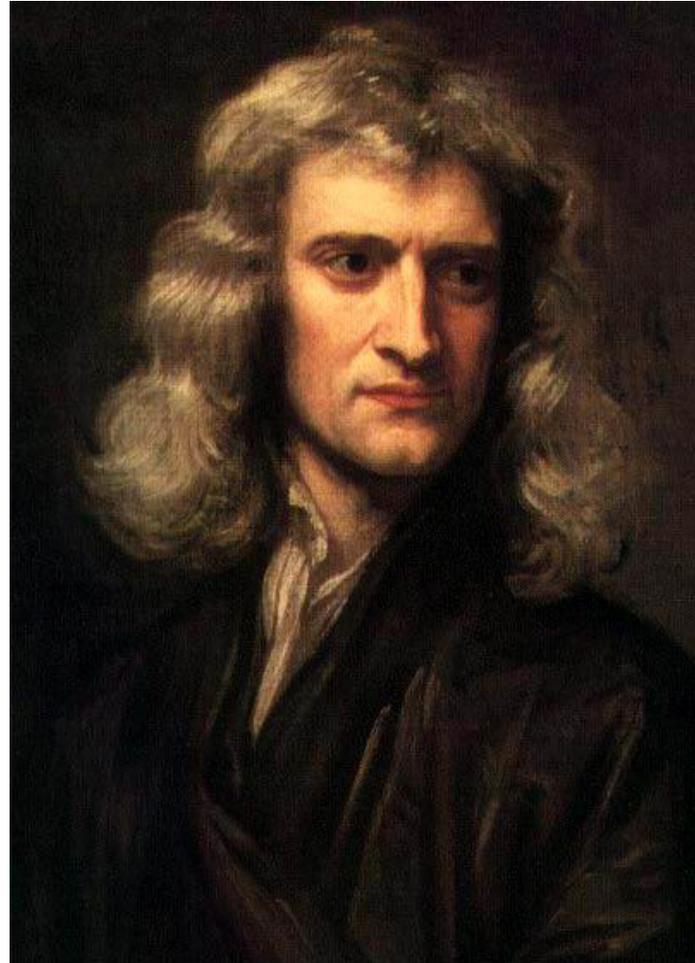


FIGURE 2.26
ISAAC NEWTON
(1643-1727)

Godfrey Kneller (1689)



Notions scientifiques

Galilée

Né en 1564 à Pise, mort à Arcetri en 1642. En 1610 un astronome italien, Galileo Galilei, dit Galilée, construisit sa propre lunette et la tourna vers le ciel. Il fit alors découverte sur découverte en un laps de temps record. Galilée décrivit cette même année les merveilles qu'il avait découvertes dans Sidereus Nuncius (Le messager des étoiles) : la Voie lactée n'était pas une tache diffuse, mais apparaissait formée d'une myriade d'étoiles, la surface de la Lune n'était pas lisse, mais présentait des montagnes et des cratères, la planète Jupiter était accompagnée d'un cortège de quatre satellites en orbite autour d'elle.

Un peu plus tard, Galilée fit encore d'autres découvertes : la planète Saturne n'apparaissait pas sphérique, mais présentait un disque déformé, indice de l'existence d'un corps autour d'elle, la planète Vénus n'avait pas toujours le même aspect, mais présentait des phases comme la Lune, et le disque du Soleil n'était pas uniforme, mais parsemé de petites taches sombres.

Les observations de Galilée furent le coup de grâce pour la conception aristotélicienne du monde, en tout cas dans la communauté savante. Les taches sur le disque solaire et les cratères de la Lune prouvaient que les corps célestes étaient loin de la perfection qu'Aristote leur attribuait. Les satellites de Jupiter apportaient la preuve que la Terre n'était pas le centre de tous les mouvements célestes. Et les phases de Vénus ne pouvaient s'expliquer que si cette planète tournait autour du Soleil, pas autour de la Terre.



FIGURE 2.27
LA LUNETTE
DE GALILÉE



Newton

Lorsque Newton entama sa carrière de physicien, la description du mouvement des corps distinguait encore la Terre et les cieux. D'un côté, on trouvait le mouvement des corps célestes qui obéissait aux lois de Kepler, de l'autre, le mouvement des corps terrestres qui suivait les lois proposées par Galilée.

Les deux ensembles de lois semblaient totalement différents et irréconciliables. Mais, en 1666, Isaac Newton fit un raisonnement qui ouvrit la voie à une réconciliation des deux descriptions.

La loi de la gravitation universelle

Comme les premiers essais ne furent pas à la hauteur de ses ambitions, il abandonna le sujet pendant une longue période et il fallut attendre plus de 20 ans pour que Newton mette au point sa théorie et la publie finalement, en 1687, dans *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (*Principes mathématiques de la philosophie naturelle*).

Dans cet ouvrage, Newton montra que de nombreux phénomènes, en particulier le mouvement des astres et la chute des corps, pouvaient s'expliquer par l'action d'une force qui faisait s'attirer mutuellement tous les objets. C'était par exemple la force d'attraction du Soleil qui réglait le mouvement des planètes et la force d'attraction de la Terre qui faisait chuter les corps à sa surface.

En s'appuyant sur les lois de Kepler, Newton réussit à donner une expression mathématique à cette force et put énoncer la loi de la gravitation universelle : l'intensité de la force d'attraction entre deux corps est proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance mutuelle.

De nombreuses applications

À partir de la loi de la gravitation universelle, Newton fut en mesure d'analyser mathématiquement de nombreux phénomènes. Il démontra que les planètes devaient effectivement suivre des ellipses autour du Soleil et confirma toutes les lois découvertes par Kepler. Il montra que les mouvements des corps célestes n'étaient pas toujours des ellipses. Certains objets, en particulier certaines comètes, suivaient d'autres trajectoires, appelées paraboles et hyperboles. Ces courbes, contrairement aux ellipses, étaient ouvertes et les corps qui les parcouraient finissaient par s'éloigner indéfiniment du Soleil. Newton fut également le premier à estimer les masses relatives de la Terre, du Soleil et des autres planètes. Finalement, la loi de la gravitation universelle lui permit d'expliquer des phénomènes terrestres comme la marée, due à la force d'attraction de la Lune sur la Terre, ou bien la forme de notre planète et son renflement équatorial.

Pour en savoir plus, consultez le site [Astronomie et Astrophysique](#).



Évaluation des savoirs

- 33.** Qu'est-ce que le géocentrisme ?
L'idée selon laquelle la Terre tourne autour du Soleil.
L'idée selon laquelle le Soleil tourne autour de la Terre.
L'idée selon laquelle la Lune tourne autour de la Terre.
- 34.** Qu'est-ce que l'année-lumière ?
La vitesse de la lumière dans une année en km/s.
Une distance.
Le temps nécessaire à la lumière pour rejoindre la planète Terre.
- 35.** Qu'est-ce que l'héliocentrisme ?
Théorie généralement acceptée pour représenter le système solaire.
Théorie selon laquelle le Soleil et la Terre sont au centre de l'univers.
Théorie selon laquelle la Terre est au centre du système solaire.
- 36.** Que se passera-t-il avec la Lune dans quelques millions d'années ?
Elle s'approchera de plus en plus de la Terre par gravité.
Il n'y aura aucun changement.
Elle s'éloignera de plus en plus jusqu'à disparaître de notre champ de vision.
- 37.** Pourquoi nomme-t-on l'Étoile Polaire ainsi ?
Nous pouvons facilement la voir du Pôle-Nord.
Elle est directement alignée sur l'axe de rotation de la Terre.
C'est le nom donné à l'étoile la plus brillante observée.



Retour sur l'évaluation des savoirs

- R33.** L'idée selon laquelle le Soleil tourne autour de la Terre.
- R34.** Une distance.
- R35.** Théorie généralement acceptée pour représenter le système solaire.
- R36.** Elle s'éloignera de plus en plus jusqu'à disparaître de notre champ de vision.
- R37.** Elle est directement alignée sur l'axe de rotation de la Terre.



Expérience suggérée

Fabriquons un sténopé

Matériel

- Tube de PVC ou de carton d'environ 1 mètre de longueur
- Support universel
- Attaches
- Papier d'aluminium
- Papier calque
- Aiguille (pour percer l'objectif)
- Ruban adhésif

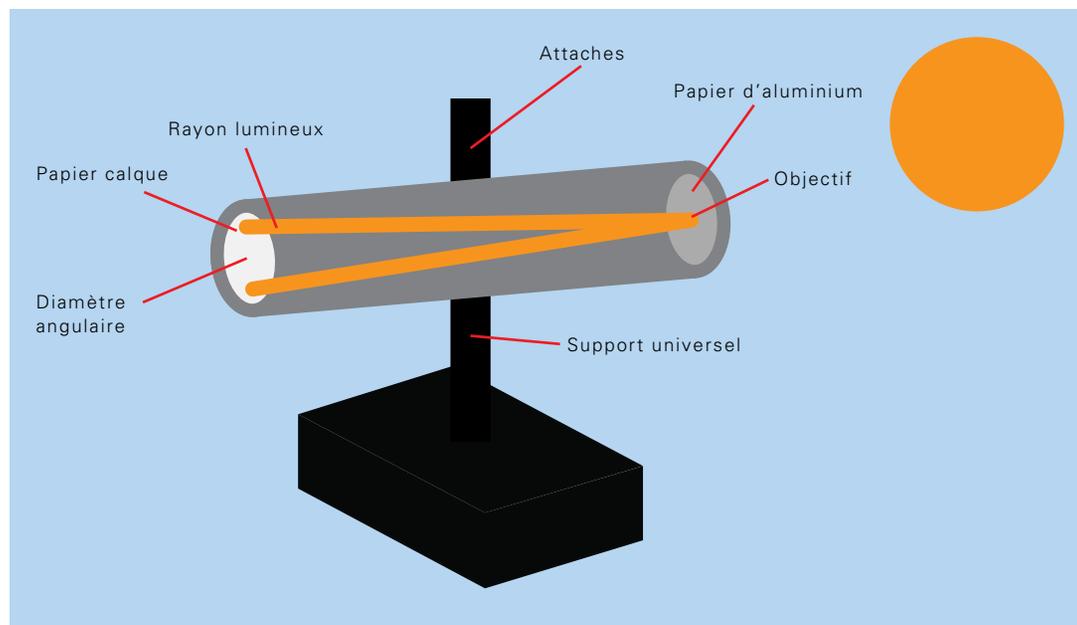




D'un côté du tube, couvrez l'embout avec du papier d'aluminium et percez un minuscule trou à l'aide d'une aiguille. De l'autre côté, couvrez l'embout avec le papier calque. À présent, observez le Soleil de façon à connaître son diamètre angulaire. Puisque vous connaissez déjà la longueur de votre tube ainsi que l'angle avec lequel le Soleil reflète dans le sténopé, vous êtes en mesure d'évaluer approximativement le diamètre angulaire du Soleil. La formule suivante devrait vous aider à calculer ce dernier. Grâce à ce diamètre angulaire, il vous sera possible d'estimer la distance Terre-Soleil.

Étapes

1. Déterminer le diamètre angulaire : $Q = \frac{D}{L}$
où Q = angle
 D = diamètre du Soleil
 L = longueur du tube
2. Déterminer la distance Terre-Soleil à partir du diamètre angulaire.



SCHÉMATISATION
DU MONTAGE DE
L'EXPÉRImentation

Il vous faut à présent convertir les degrés en radian ([convertisseur de degré](#)). Cette étape est nécessaire, car l'équation suivante considère seulement les radians. Notez que le diamètre solaire est de 1 392 530 km.

Voilà, vous venez de trouver la distance Terre-Soleil. Est-ce la bonne ? En principe, vous devriez obtenir une réponse d'environ 150 000 000 km, soit la distance réelle. Toutefois, à cause de certaines imprécisions dans la fabrication du sténopé, il se peut que votre résultat diffère de la vraie réponse.

IMPORTANT

N'OBSERVEZ PAS DIRECTEMENT LE SOLEIL TROP LONGTEMPS. CELA POURRAIT ENDOMMAGER LA RÉTINE DE VOS YEUX.

$$\text{Radian} = \frac{\text{Diamètre solaire}}{\text{Distance Terre-Soleil}}$$

DANS LA MÊME SÉRIE
L'APPRENTISSAGE
DES SCIENCES
ET DES TECHNOLOGIES
PAR L'EXPÉRIMENTATION



MODULE 1
LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE



MODULE 2
L'ASTRONOMIE



MODULE 3
LA PHOTOSYNTHÈSE



MODULE 4
LE MAGNÉTISME



MODULE 5
LE BIOMIMÉTISME



MODULE 6
L'ÉLECTROSTATIQUE

PUQ | NUMÉRIQUE 