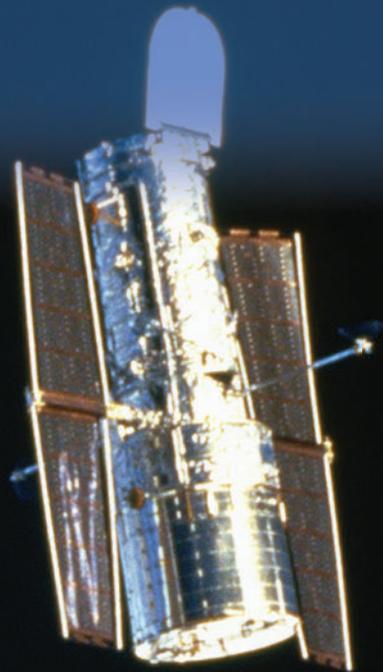


L'exploration spatiale et l'amélioration progressive de nos connaissances sur le système solaire



Au cours des 50 dernières années, l'humanité a effectué ses premières avancées au-delà des limites de la Terre dans le système solaire. Pendant des siècles, les astronomes ont étudié le système solaire depuis la Terre au moyen des télescopes. Aujourd'hui, nous pouvons observer les planètes de plus près à l'aide des télescopes spatiaux et des sondes spatiales. Dès le début de l'exploration spatiale, le Canada a participé en construisant des satellites et des bras robotiques, mais aussi en envoyant des astronautes dans l'espace. Qu'avons-nous appris? Comment ces nouvelles observations ont-elles modifié notre vie sur Terre?

Mon organisateur graphique*

Habilités en lecture et en écriture

Ce que tu apprendras

À la fin de ce chapitre, tu pourras :

- **décrire** les caractéristiques du Soleil ;
- **comparer** les planètes telluriques et les planètes géantes gazeuses ;
- **reconnaître** toute une gamme d'instruments et d'outils utilisés en astronomie ;
- **décrire** comment le Canada participe à l'exploration spatiale.

Pourquoi est-ce important ?

Comprendre les caractéristiques du Soleil et des autres planètes du système solaire nous permet de mieux comprendre la Terre. Les technologies qui ont été élaborées pour l'exploration spatiale ont des retombées bénéfiques pour la société.

Les compétences que tu utiliseras

Dans ce chapitre, tu devras :

- **déterminer** la vitesse de rotation du Soleil ;
- **observer** les planètes avec un télescope ;
- **concevoir** une station spatiale ;
- **modéliser** les conséquences des impacts de météorites.

Prépare ton aide-mémoire repliable pour prendre des notes sur ce que tu apprendras dans le chapitre 11.

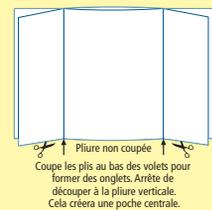
ÉTAPE 1 Plie une grande feuille de papier en deux.



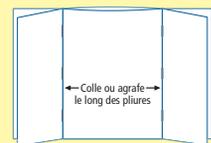
ÉTAPE 2 Plie ensuite dans l'autre sens chaque côté de la feuille pliée pour former des volets, comme sur l'illustration.



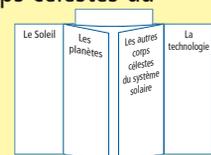
ÉTAPE 3 Découpe le long de la pliure en bas des volets à gauche et à droite, mais ne découpe pas la partie centrale.



ÉTAPE 4 Colle ou agrafe le long des pliures verticales, à droite et à gauche, pour former une grande poche au centre de ton organisateur.



ÉTAPE 5 Inscris le titre du chapitre sur la poche centrale. Ouvre les onglets à gauche et inscris « Le Soleil » et « Les planètes » à l'intérieur. Ouvre les onglets à droite et inscris « Les autres corps célestes du système solaire » et « La technologie » à l'intérieur.



Lis et écris Utilise ton organisateur pour t'exercer à prendre des notes et organiser les idées principales, les preuves, les schémas, tes propres questions, ainsi que les termes et les définitions que tu trouveras dans ce chapitre. La poche centrale peut contenir des notes ou d'autres feuilles allant avec ce chapitre.

* Tiré et adapté de *Dinah Zike's Teaching Mathematics with Foldables*, Glencoe/McGraw-Hill, 2003.

11.1 Le Soleil et son influence sur la Terre

Notions scientifiques de la section

- Le Soleil fournit la chaleur et la lumière nécessaires à la vie.
- Le Soleil a beaucoup d'autres effets sur la Terre, que ce soit les magnifiques aurores boréales ou encore les violentes tempêtes solaires qui endommagent parfois les satellites en orbite autour de la Terre et nos réseaux électriques.
- Les scientifiques ont beaucoup appris sur les étoiles de taille moyenne en étudiant le Soleil.

Mots clés

chromosphère
couronne solaire
météo spatiale
photosphère
protubérance solaire
radiation solaire
réaction thermonucléaire
tache solaire
vent solaire

Lien terminologique

L'adjectif « solaire » vient du mot latin *solaris*, qui signifie « du Soleil ».

Le Soleil se trouve à des millions de kilomètres de la Terre. Pourtant, nous vivons sous son influence tous les jours. Nous dépendons de l'énergie fournie par le Soleil pour notre nourriture (voir la figure 11.1). Nous avons besoin de sa lumière pour voir. L'essence pour nos voitures provient de plantes fossilisées qui ont poussé grâce à l'énergie solaire. Pense à tout ce que tu as fait aujourd'hui. Comment tes activités dépendent-elles du Soleil ?



Figure 11.1 Sans le Soleil, pas de vie sur Terre. Mais, même si le Soleil est très bénéfique, il faut aussi se protéger contre certains de ses effets nocifs.

Le Soleil

Le Soleil est une étoile de taille moyenne. Elle est environ 300 000 fois plus lourde que la Terre. Des forces gravitationnelles intenses attirent l'énorme masse du Soleil vers son centre. Cela crée une pression et une chaleur très élevées au centre. Cette pression et cette chaleur provoquent des réactions thermonucléaires. Dans une **réaction thermonucléaire**, deux atomes ou plus fusionnent et produisent un atome plus gros, ainsi qu'une énorme quantité d'énergie sous forme de chaleur, de lumière et d'autres radiations électromagnétiques. Dans le Soleil, quatre atomes d'hydrogène fusionnent pour produire de l'hélium ainsi que de l'énergie électromagnétique. À des millions de kilomètres de distance, nous percevons cette énergie sur la Terre sous forme de lumière et de chaleur. Les scientifiques savent quelle quantité

d'hydrogène il y a dans le Soleil et à quelle vitesse l'hydrogène est consommé dans le noyau solaire. Ils ont ainsi calculé que le Soleil produit de la lumière et de la chaleur depuis environ 5 milliards d'années et qu'il y a suffisamment d'hydrogène pour demeurer ce qu'il est pendant encore 5 milliards d'années.

Dans toutes les étoiles, y compris dans notre Soleil, des forces opposées sont en équilibre. La force exercée par la matière, qui tend à comprimer l'étoile, équilibre la force exercée par les **radiations solaires** qui sortent de l'extérieur du noyau. Ces forces restent en équilibre et l'étoile continue à briller tant que ses réserves d'hydrogène ne sont pas épuisées.

Heureusement pour nous, le Soleil émet une quantité de chaleur et de lumière stable depuis des milliards d'années. Cela rend la vie sur Terre possible. L'orbite de la Terre n'est ni trop près ni trop loin du Soleil. Trop près, la planète serait sèche et rocailleuse. Trop loin, elle serait un désert glacé. Les astronomes ont appelé « *Goldilocks* » la zone où se situe la Terre. Il s'agit d'une référence à l'histoire de Boucles d'or et des trois ours, car cette zone n'est ni trop froide ni trop chaude.

Les astronomes ont d'abord observé le Soleil avec des télescopes depuis la Terre. Mais depuis quelques dizaines d'années, les scientifiques peuvent surveiller le Soleil depuis des observatoires situés dans l'espace, ce qui représente une avancée technologique (voir la figure 11.2).

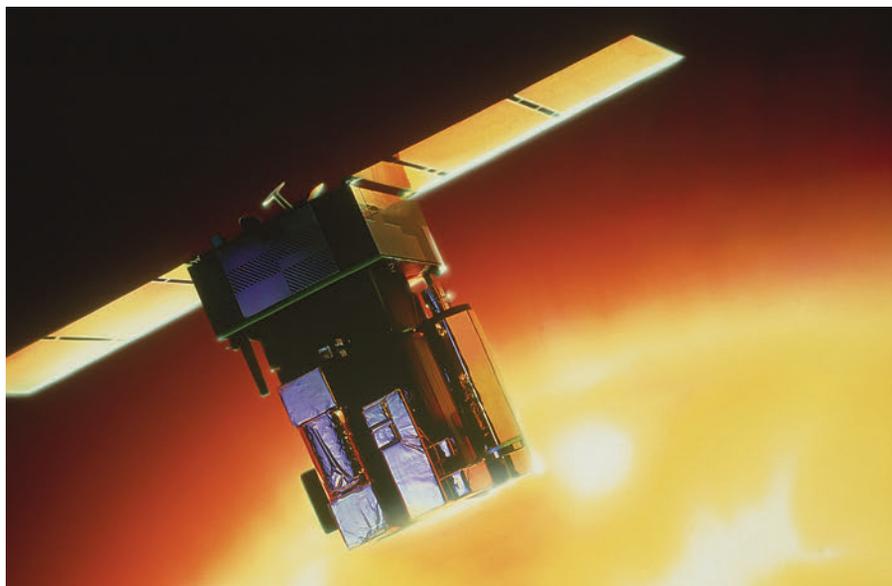


Figure 11.2 L'observatoire SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*) scrute l'activité solaire depuis 1995.

Les caractéristiques du Soleil

Notre Soleil est une étoile de taille moyenne, mais il faudrait aligner 109 planètes comme la Terre pour couvrir son diamètre. Le Soleil représente à lui seul plus de 99 % de toute la masse du système solaire. Autrement dit, il est presque 100 fois plus lourd que toutes les planètes réunies. Le Soleil est surtout composé d'hydrogène gazeux, l'élément le plus commun dans l'espace. Comme dans toutes les étoiles, les réactions thermonucléaires dans son noyau provoquent la fusion de l'hydrogène et produisent de l'hélium. Cet immense quantité d'énergie rayonnée réchauffe suffisamment la Terre pour y rendre la vie possible.

Le savais-tu ?

Le Soleil contient 2×10^{33} ou 2 milliards de trillions de trillions de grammes de matière, dont 72 % est de l'hydrogène. Même si les réactions thermonucléaires transforment chaque seconde 625 milliards kg d'hydrogène en hélium, les réserves d'hydrogène sont suffisantes pour alimenter cette réaction pour encore 5 milliards d'années.

Approfondissement

Le Soleil produit de la lumière et de la chaleur, mais aussi des rayons ultraviolets. À cause de l'amincissement de la couche d'ozone autour de la Terre, une plus grande quantité de ces rayons potentiellement dangereux atteint la surface de la Terre. Pour en apprendre plus sur leurs effets sur les humains, les autres animaux et les cultures, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **Soleil, rayons ultraviolets et effets.**

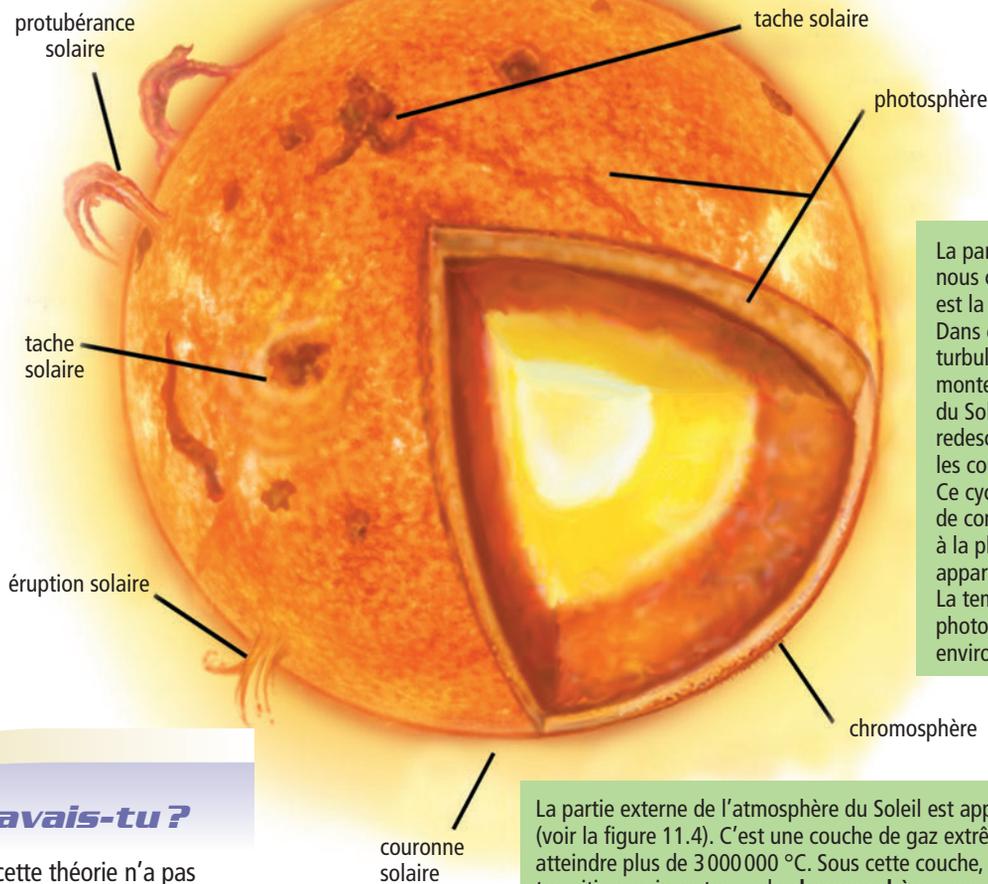
Suggestion d'activité

Réalise une expérience 11-1A, aux pages 395 et 396.

Figure 11.3 Les principaux traits caractéristiques du Soleil

Les **protubérances solaires** sont de grandes boucles de gaz très chauds qui sortent de la surface du Soleil (voir la figure 11.5). Ces protubérances ont tendance à être associées à l'activité des taches solaires et peuvent s'étendre sur de grandes distances. Parfois, des éruptions extrêmement violentes de gaz, appelées éruptions solaires, se produisent aussi. Ces éruptions peuvent durer quelques heures et la température des gaz peut atteindre 11 000 000 °C.

Les zones sombres sont les **taches solaires**. Certaines peuvent être plus grandes que le diamètre de la Terre. Ces régions sont légèrement plus froides (environ 3 500 °C) que les zones voisines. Le nombre de taches solaires augmente et diminue au cours d'un cycle de 11 ans.



La partie du Soleil que nous connaissons le mieux est la **photosphère**. Dans cette mince couche turbulente, des gaz chauds montent à la surface du Soleil, se refroidissent et redescendent ensuite vers les couches plus profondes. Ce cycle crée des cellules de convection qui donnent à la photosphère son apparence marbrée. La température de la photosphère atteint environ 5 800 °C.

La partie externe de l'atmosphère du Soleil est appelée **couronne solaire** (voir la figure 11.4). C'est une couche de gaz extrêmement chaude pouvant atteindre plus de 3 000 000 °C. Sous cette couche, il y a une zone de transition, puis on trouve la **chromosphère**, une couche de gaz chauds (de 6 000 °C à 20 000 °C) de faible densité et de 3 000 km d'épaisseur.

Le savais-tu ?

Même si cette théorie n'a pas encore été confirmée, certains scientifiques croient que le nombre de taches solaires pourrait influencer le climat de la Terre. Selon certaines données, les taches solaires auraient été beaucoup moins nombreuses durant une grande partie du XVII^e siècle, quand l'Europe connaissait une mini-période glaciaire.

Figure 11.4 La couronne solaire est bien visible lors d'une éclipse totale du Soleil. Il s'agit d'une courte période pendant laquelle la Lune passe entre le Soleil et la Terre et masque entièrement la lumière du Soleil.





Figure 11.5 Cette photographie montre les grandes boucles de gaz s'élevant au-dessus de la surface solaire. Elle a été prise depuis un engin spatial en orbite autour de la Terre. Une image de la Terre est insérée dans cette photo pour donner une idée des dimensions gigantesques de ces arcs.

Le vent solaire

Les gaz chauds et énergétiques de la couronne solaire sont parfois éjectés brutalement. Ils sont dispersés dans toutes les directions, un peu comme quand une bulle de savon éclate. Quand ces particules très énergétiques passent près de la Terre, elles produisent ce que nous appelons le **vent solaire**. L'exposition au vent solaire peut être fatale à tout organisme vivant sur la Terre. Heureusement, le champ magnétique terrestre dévie le vent solaire autour de la Terre, tel qu'illustré à la figure 11.6.

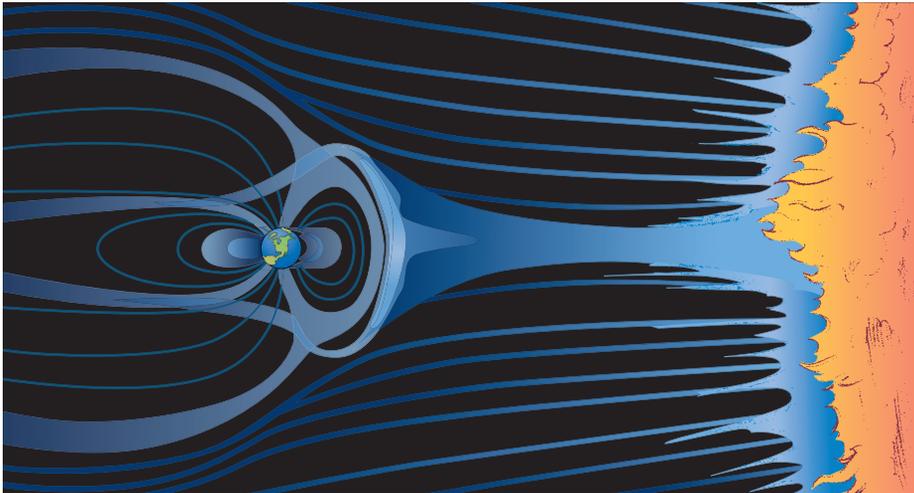


Figure 11.6 Ce schéma montre comment le champ magnétique de la Terre forme un écran qui dévie les radiations dangereuses du vent solaire.

Certaines de ces particules très énergétiques pénètrent dans l'atmosphère terrestre au pôle Nord et au pôle Sud. Elles entrent alors en collision avec les gaz de l'atmosphère. Cela crée les phénomènes lumineux extraordinaires appelés *aurores boréales* et *aurores australes* (voir la figure 11.7, page suivante). Selon les gaz rencontrés par les particules de vent solaire, les aurores produiront diverses couleurs. Le vent solaire peut aussi provoquer de puissants orages géomagnétiques et des perturbations du champ magnétique terrestre. Ces orages et ces perturbations sont capables de mettre hors service les satellites et les lignes de transmission électrique sur Terre. Des tempêtes solaires intenses peuvent aussi exposer les astronautes à des doses de radiations dangereuses, voire mortelles. Bien que les navettes et les stations spatiales soient équipées d'écrans



Figure 11.7 Le vent solaire est à l'origine de ces incroyables phénomènes lumineux que sont les aurores boréales et les aurores australes.



Lien Internet

Tu peux consulter la météo spatiale dans Internet exactement comme la météo terrestre. Il existe en effet des sites spécialisés pour la météo spatiale. Pour en savoir plus sur les données qu'ils fournissent, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

protecteurs, les astronautes sont tout de même exposés à de plus grandes quantités de radiations dans l'espace que sur Terre.

La météo spatiale

Nous surveillons la météo sur Terre pour planifier nos activités et prendre les mesures de protection nécessaires. Les astronomes, eux, surveillent l'influence du Soleil sur le système solaire interne, en particulier sur la Terre. C'est ce qu'on appelle la **météo spatiale**. Des satellites en orbite autour de la Terre essaient ainsi de détecter les éjections de gaz potentiellement dangereuses. Les résultats sont ensuite affichés sur des sites Web spécialisés. La destruction d'un satellite de télécommunications par une tempête solaire aurait des effets dévastateurs sur les communications mondiales.

Vérifie ta lecture

1. Nomme trois effets du Soleil sur la Terre.
2. Qu'est-ce qui compose principalement la masse du Soleil?
3. Comment appelle-t-on les zones sombres sur la photosphère du Soleil?
4. Qu'est-ce que le vent solaire?
5. a) Comment appelle-t-on les phénomènes lumineux qui se produisent dans le ciel au pôle Sud et au pôle Nord?
b) Explique la cause de ces phénomènes.

Vérifie tes compétences

- Réaliser et noter
- Analyser et interpréter
- Communiquer

Consigne de sécurité

- **ATTENTION :** Ne regarde jamais vers le Soleil avec des jumelles ou un télescope.

Matériel

- un télescope Astroscan ou des jumelles avec des protège-objectifs
- une surface claire, comme une feuille blanche
- une planchette à pince

Les taches solaires sont des tempêtes magnétiques dans la photosphère du Soleil. Elles sont plus sombres car elles sont plus froides. Tu ne dois jamais observer le Soleil directement, mais tu peux observer une image du Soleil projetée sur une surface claire, comme un écran, un mur pâle, une taie d'oreiller ou la surface d'une mare d'eau. Dans cette activité, tu observeras l'image du Soleil et tu prédiras quand réapparaîtront les taches solaires que tu auras observées.

Question

Que peux-tu observer quant à la position et la forme des taches solaires ?

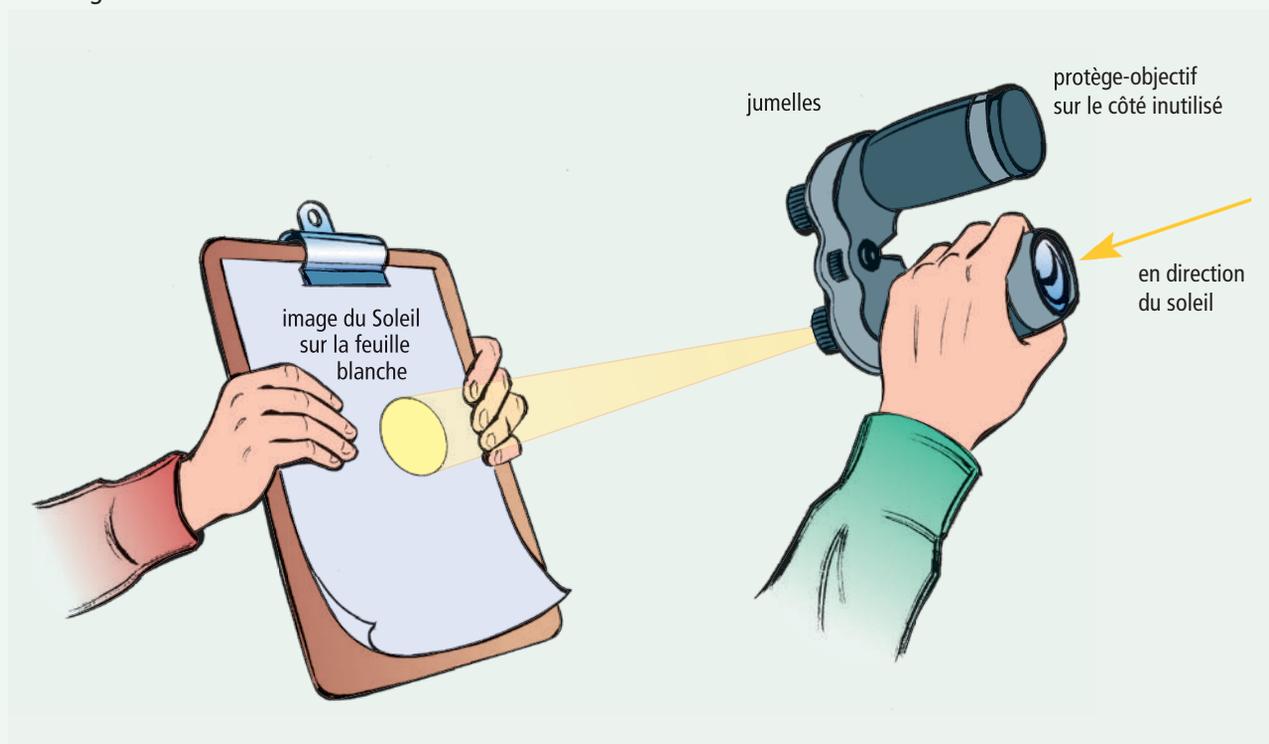
Marche à suivre

1. Trouve un endroit où tu pourras projeter l'image du Soleil chaque jour à la même heure pendant cinq jours.
2. Si tu utilises un télescope Astroscan, pointe-le approximativement vers le Soleil. **Ne regarde pas dans l'oculaire.** Oriente le télescope en observant son ombre sur la surface nette choisie. (Tu peux savoir quand le télescope est dirigé vers le Soleil grâce à la taille de l'ombre. Quand l'ombre sera la plus petite, le télescope pointera vers le Soleil.) Fais la mise au point du télescope pour obtenir une image nette sur la surface nette choisie, puis passe à l'étape 4.



Un télescope Astroscan

3. Si tu utilises des jumelles, fixe une feuille blanche sur une planchette à pince. Pose un protège-objectif sur l'un des objectifs des jumelles. Ton ou ta partenaire tiendra les jumelles comme sur l'illustration à droite. De ton côté, tu tiendras la planchette. Déplace-la jusqu'à ce que tu obtiennes une image du Soleil aussi grande que possible sur la feuille. Fais ensuite la mise au point des jumelles pour obtenir une image nette sur la feuille.



4. Dessine l'image du Soleil et de toutes les taches solaires visibles sur sa surface. Si possible, répète ces étapes chaque jour à la même heure pendant cinq jours. Si tu utilises l'Astrocan, photographie l'image avec un appareil numérique.

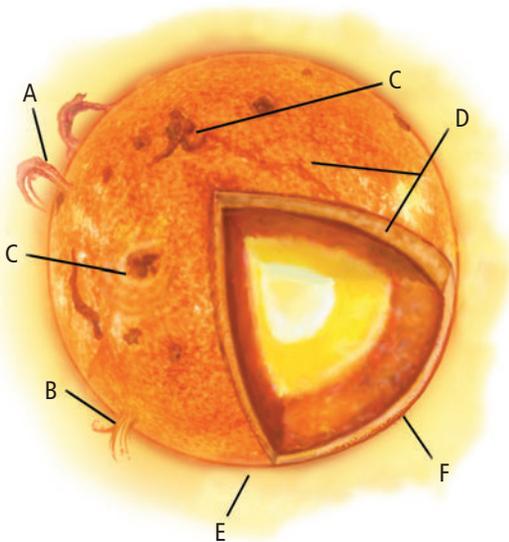
Conclusion et mise en pratique

1. Les taches solaires changeaient-elles de position ou d'aspect d'un jour à l'autre ? Si oui, de quelle façon ?
2. Prédis combien de jours il faudrait pour que les mêmes taches ou le même groupe de taches solaires se retrouvent à la position où tu les avais observées le premier jour.

Des concepts à retenir

- Qu'est-ce qui provoque les réactions thermonucléaires?
 - Quel changement chimique se produit lors d'une réaction thermonucléaire?
 - Quels sont les effets d'une réaction thermonucléaire?
- Comment le Soleil contribue-t-il à maintenir la vie sur Terre?
- Reproduis le tableau ci-dessous dans ton cahier et remplis les cases à l'aide du schéma ci-après. Nomme les principales caractéristiques du Soleil et résume les propriétés physiques de chacune.

Caractéristique du Soleil	Propriétés physiques
A.	
B.	
C.	
D.	
E.	
F.	



- Quelle est la couche la plus chaude du Soleil?
- Pourquoi le vent solaire serait-il mortel pour les organismes vivant sur la Terre?
- Qu'est-ce qui protège la Terre du vent solaire?
- Qu'est-ce qui cause les aurores boréales?

Des concepts clés à comprendre

- Comment les scientifiques ont-ils calculé le temps pendant lequel le Soleil pourra encore nous procurer de la chaleur et de la lumière?
- Quelles forces doivent être en équilibre pour qu'une étoile continue de briller?
- Les astronomes parlent de la zone *Goldilocks* en référence à l'histoire de Boucles d'or. Qu'est-ce que cette zone signifie pour la Terre?
- Qu'est-ce qui donne à la photosphère son aspect marbré?
- Qu'est-ce que la météo spatiale?
 - Nomme certaines conséquences possibles des tempêtes solaires sur les systèmes mondiaux de communication.

Pause réflexion

Le Soleil semble avoir toujours été là, sans jamais avoir changé. Pourtant, cela est faux. Les scientifiques ont observé que le Soleil se réchauffe lentement. Tous les milliards d'années, il devient 10 % plus lumineux. Quelles pourraient être les conséquences de ces changements sur les formes de vie présentes sur la Terre ?

11.2 Les caractéristiques des corps célestes du système solaire

Notions scientifiques de la section

- Notre système solaire comporte des planètes, des lunes, des comètes et des astéroïdes, tous en mouvement autour du Soleil. La plupart de ces corps célestes sont très éloignés les uns des autres.
- Chaque planète a ses propres caractéristiques.
- Les comètes, les débris de glace et les planètes naines sont en orbite aux confins du système solaire.
- Des astéroïdes et de gros météorites ont déjà heurté la Terre, créant des cratères de dimensions variées.

Mots clés

astéroïde
ceinture de Kuiper
comète
lune
météore
météorite
météoroïde
nuage d'Oort
planète
planète naine
transit
unité astronomique (UA)

Galilée a été le premier à pointer sa lunette astronomique sur Jupiter. Les astronomes ont ensuite commencé à étudier les planètes de notre système solaire. Avec le développement de télescopes toujours plus puissants, nous avons toujours pu mieux observer les différentes planètes et ainsi toujours mieux les connaître.

Au cours de la seconde moitié du xx^e siècle, nos connaissances sur le système solaire se sont grandement améliorées grâce à d'autres méthodes. Avec le développement des technologies permettant les voyages dans l'espace, les êtres humains sont allés sur la Lune et des sondes inhabitées ont été envoyées vers toutes les planètes. Certaines de ces sondes ont quitté le système solaire après avoir réalisé des observations puis ont dépassé les dernières planètes. D'autres sondes ont même été mises en orbite autour d'une planète. Grâce aux radiocommunications, ces sondes nous ont envoyé des photographies de grande qualité, bien meilleures que toutes celles prises depuis la Terre (voir la figure 11.8). Du matériel d'analyse à bord de ces sondes a pu nous renseigner sur la composition de ces planètes et sur leur atmosphère. Puis, des robots mobiles se sont posés sur Vénus et Mars et nous ont transmis des photographies de leur surface. Les scientifiques ont également pu étudier les petites lunes en orbite autour de certaines planètes. Avec les plus grands télescopes terrestres, ces lunes n'étaient apparues jusqu'alors que comme des petits points.

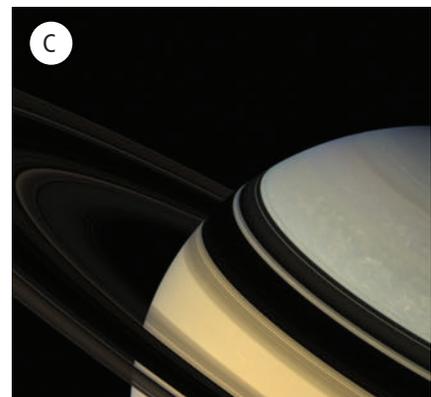
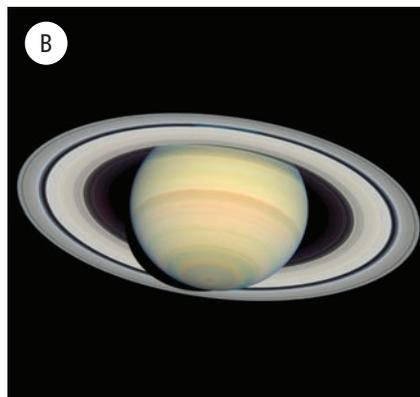
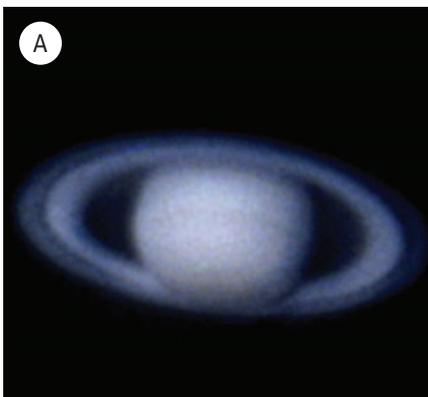


Figure 11.8 La planète Saturne : (A) vue avec un petit télescope à partir de la Terre ; (B) vue avec le télescope spatial Hubble ; et (C) vue depuis la sonde spatiale Cassini en orbite autour de la planète.

Les planètes

Pour être considéré comme une **planète**, un corps céleste doit être en orbite autour d'une ou de plusieurs étoiles. Il doit aussi être suffisamment gros pour que sa force gravitationnelle maintienne sa forme sphérique et être le seul corps sur son orbite.

Les huit planètes de notre système solaire sont séparées par des distances immenses (voir la figure 11.9). Les planètes sont si éloignées entre elles qu'il n'est pas pratique de mesurer ces distances en kilomètres. En effet, des valeurs en km donneraient des nombres beaucoup trop grands, avec trop de chiffres.

En fait, c'est comme si tu mesurais le plus long couloir de ton école en millimètres, ou encore si tu comptais tous les prix en cents. Pour cette raison, les astronomes utilisent une autre unité de mesure pour les distances dans le système solaire : l'**unité astronomique (UA)**. Elle est égale à la distance moyenne entre le Soleil et la Terre, soit environ 150 millions de km. Ainsi, la Terre est à 1 UA du Soleil, alors que Jupiter est à 5,27 UA du Soleil.

Comment les astronomes ont-ils mesuré la distance entre la Terre et le Soleil? Dans les années 1700, Sir Edmund Halley (1656-1742) a proposé d'évaluer la distance entre la Terre et le Soleil en observant le transit de Vénus. Un **transit** est le passage d'une planète exactement entre la Terre et le Soleil. Seuls les transits de Vénus et de Mercure sont visibles de la Terre (voir la figure 11.10). Si des observateurs pouvaient mesurer précisément le temps pendant lequel Vénus apparaît exactement devant le Soleil depuis plusieurs endroits sur la Terre, on pourrait ainsi déterminer la valeur de l'UA à l'aide de calculs géométriques.

La première occasion de valider cette théorie s'est présentée en 1761. L'astronome John Winthrop, du Harvard College au Massachusetts, s'est notamment rendu à St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador, pour observer le transit de Vénus. On croit que Winthrop et deux étudiants ont installé leur matériel sur Kenmount Hill, d'où ils avaient une vue dégagée du lever du Soleil. Même s'ils ont été attaqués par « les nuages d'insectes qui tenaient cette colline », l'équipe de Winthrop a réussi, comme d'autres, à mesurer l'instant où Vénus quittait le disque solaire. Quand toutes les mesures ont été rassemblées, les scientifiques ont calculé que la distance du Soleil était d'environ 150 millions de km.

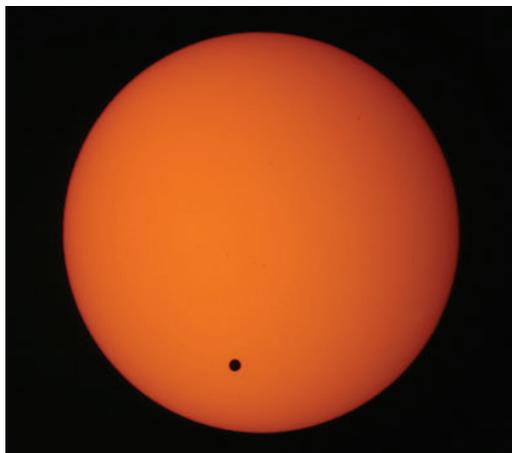


Figure 11.9 Les planètes, les astéroïdes et les comètes de notre système solaire sont représentés dans cette vue d'artiste (pas à l'échelle).

Figure 11.10 En 2004, on a pu observer le transit de Vénus. Le précédent transit avait eu lieu en 1882.

La description des planètes

Les courtes descriptions figurant sur les pages suivantes te renseigneront sur nos voisines planétaires.



Mercure

La planète la plus proche du Soleil est aussi la plus petite du système solaire. Mercure est une sphère rocheuse recouverte de cratères de météorites. Elle est un peu plus grosse que notre Lune et sa taille représente un tiers de celle de la Terre. L'atmosphère de Mercure est quasi inexistante. Les différences de températures à sa surface entre le jour et la nuit sont importantes. Elles peuvent en effet passer de 400 °C à - 183 °C. Ce cycle constant de températures extrêmes cause la dilatation et la contraction de la surface rocheuse de Mercure, ce qui crée d'énormes fissures à sa surface.



Vénus

On considère souvent Vénus comme la planète-sœur de la Terre, car leur taille, leur masse et leur composition sont similaires. Cependant, leurs atmosphères sont totalement différentes. L'atmosphère de la Terre contient de l'oxygène et de l'azote, alors que celle de Vénus est presque uniquement composée de dioxyde de carbone. Les télescopes optiques ne permettent pas d'observer la surface de Vénus à cause des épais nuages qui l'entourent. Le soufre mêlé à l'humidité de l'atmosphère cause des pluies d'acide sulfurique. En 1990, la sonde Magellan a commencé à balayer la surface de Vénus avec un radar. Cette analyse a révélé que de grandes portions de la planète sont très plates, alors que d'autres ont des volcans, des coulées de lave et des fissures appelées *rifts*.



Terre

Notre petite planète bleue, la troisième en partant du Soleil, abrite les seules formes de vie connues à ce jour dans l'Univers. En plus d'une atmosphère et d'une température propices à la vie, la Terre est la seule planète à contenir de l'eau sous ses trois phases : liquide, solide et gazeuse. L'eau recouvre presque les trois quarts de la surface terrestre. Son atmosphère est principalement composée d'azote et d'oxygène, deux éléments essentiels à la vie. L'érosion causée par l'eau, les variations atmosphériques et le mouvement des plaques tectoniques remodelent continuellement sa surface.

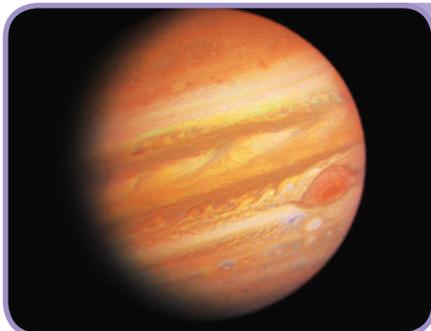


Mars

Mars est souvent appelée la planète rouge, parce que le fer dans sa croûte rocheuse lui donne cette couleur. Bien que deux fois plus petite que la Terre, la superficie de Mars est presque aussi grande si l'on compare seulement les terres émergées. Plusieurs reliefs extraordinaires se trouvent à sa surface, notamment un volcan trois fois plus haut que l'Everest et un canyon profond de 8 km qui s'étirerait de Vancouver à Toronto. L'atmosphère de Mars est peu dense et composée de dioxyde de carbone. Il y a parfois des vents de plus de 900 km/h. Des tempêtes de poussière peuvent recouvrir toute la planète pendant plusieurs semaines. Mars possède deux calottes polaires composées de dioxyde de carbone et d'eau gelés. En 2008, la sonde *Phoenix* s'est posée près de l'une de ces calottes et a découvert de la glace à la surface de la planète.



Planète	Distance moyenne du Soleil (UA)	Rayon (km)	Masse (relative à celle de la Terre)	Température moyenne à la surface (°C)	Période de rotation (mesurée en jours terrestres)	Période de révolution (mesurée en années terrestres)
Mercure	0,39	2 440	0,06	179	58,90	0,24
Vénus	0,72	6 052	0,82	467	244,00	0,61
Terre	1,00	6 378	1,00	17	1,00	1,00
Mars	1,52	3 397	0,11	-63	1,03	1,90



Jupiter

Jupiter est la plus grosse planète du système solaire. Elle est 2,5 fois plus lourde que toutes les autres planètes réunies. Sa grande tache rouge, trois fois plus grande que la Terre, est visible de la Terre depuis plus de 300 ans. Cette tache est une tempête qui souffle dans les nuages d'hydrogène et d'hélium qui forment les couches externes de la planète. Malgré sa taille gigantesque, le jour sur Jupiter est le plus court du système solaire, puisque Jupiter tourne sur elle-même en dix heures. Si elle avait été juste 80 fois plus massive, Jupiter aurait pu devenir une petite étoile peu brillante.



Saturne

Saturne, une autre géante gazeuse, est facilement reconnaissable grâce à ses anneaux. Ces anneaux sont formés de particules de glace et non de roches. La taille de ces particules varie de celle d'un grain de poussière jusqu'à celle d'une maison. Les anneaux ont 250 000 km de diamètre, mais leur épaisseur n'est parfois que de 10 m. Une feuille de papier aussi vaste qu'une ville aurait le même rapport épaisseur/largeur que les anneaux de Saturne. La planète elle-même est composée principalement d'hydrogène mais aussi d'hélium.



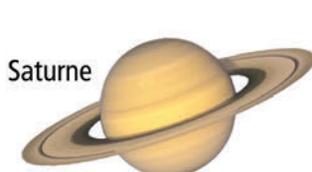
Uranus

Uranus est la quatrième planète la plus massive du système solaire. Comme les autres géantes gazeuses, elle a une composition principalement faite d'hydrogène et d'hélium, ainsi que des anneaux composés de glace et de poussière. Sa couleur bleue provient du gaz méthane dans son atmosphère (le méthane absorbe la lumière rouge). La rotation d'Uranus est un peu particulière, car la planète est inclinée sur le côté. Cette position explique pourquoi Uranus semble rouler sur son orbite autour du Soleil.



Neptune

Neptune est la planète la plus éloignée du Soleil et la troisième plus massive du système solaire. Sa composition est similaire à celle d'Uranus et elle a la même teinte bleu foncé. Comme les trois autres géantes gazeuses, Neptune a des anneaux, mais ils sont très discrets. Quand la sonde Voyager 2 s'est approchée de Neptune en 1989, elle a découvert, à la surface de la planète, une grande zone bleue de la taille de la Terre. Cette tache, semblable à la grande tache rouge de Jupiter, était sans doute une tempête dans les nuages de l'atmosphère de Neptune. Lorsque le télescope Hubble a permis d'observer de nouveau la planète en 1994, la tache avait disparu. Depuis, une nouvelle tache sombre est apparue dans l'hémisphère Nord de Neptune.



Planète	Distance moyenne du Soleil (UA)	Rayon (km)	Masse (relative à celle de la Terre)	Température moyenne à la surface (°C)	Période de rotation (mesurée en jours terrestres)	Période de révolution (mesurée en années terrestres)
Jupiter	5,27	71 492	317,8	-150	0,41	11,9
Saturne	9,54	60 268	95,2	-170	0,45	29,5
Uranus	19,19	25 559	14,5	-215	0,72	84,0
Neptune	30,06	24 764	17,1	-215	0,67	165,0

Dans cette activité, tu te renseigneras sur les différences entre les planètes telluriques (Mercure, Vénus, Terre et Mars) et les géantes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune).

Critère	Telluriques	Géantes gazeuses
Taille		
Vitesse de révolution		
Composition		
Distance du Soleil		
Température		

Ce que tu dois faire

À partir de l'information des pages 440 et 441 de ton manuel, compare les planètes telluriques aux géantes gazeuses. Trace un tableau comme celui illustré ci-contre en incluant les catégories suivantes : la taille de la planète, la vitesse de révolution autour du Soleil, la composition (de quoi est faite cette planète), la distance du Soleil et la température.

Les autres corps célestes du système solaire

De nombreux autres corps célestes tiennent compagnie aux huit planètes de notre système solaire.

Les lunes

Des satellites sont en orbite autour de toutes les planètes, sauf Mercure et Vénus. Les astronomes les appellent aussi des « satellites naturels » pour les distinguer des satellites électroniques mis en orbite autour de la Terre pour les télécommunications, la cartographie et la surveillance. Comme le nom de notre satellite est la Lune, nous appelons aussi **lunes** les satellites naturels des autres planètes. Jusqu'à présent, on a découvert plus de 165 lunes dans notre système solaire.

Notre Lune s'est probablement formée au tout début de la vie de la Terre quand la Terre était encore une planète chaude et en fusion. Un

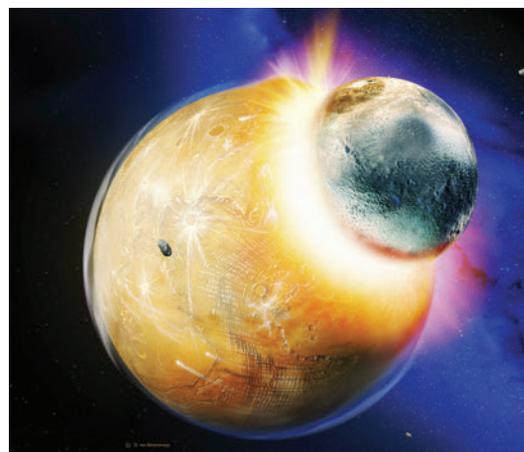


Figure 11.11 Les scientifiques croient que la Lune s'est formée à la suite d'une collision entre la Terre et un autre corps céleste du système solaire ayant la taille de Mars.

corps céleste de la taille de Mars serait entré en collision avec la Terre. Puis, des débris auraient été envoyés dans l'espace en orbite autour de ce qui restait de la Terre. Les forces gravitationnelles auraient ensuite rassemblé la plupart des débris pour reformer la Terre, alors que les autres débris auraient formé la Lune (voir la figure 11.11).

Les planètes naines

Une **planète naine** est un corps céleste en orbite autour du Soleil. Elle ne peut être un satellite. Elle est aussi généralement plus petite qu'une planète, mais suffisamment massive pour que sa gravité lui donne une forme sphérique (voir la figure 11.12). Les planètes naines ne sont pas assez lourdes pour que leur force gravitationnelle puissent vider leur orbite des petits débris laissés par la formation du système solaire. Pluton, autrefois considérée comme la neuvième planète, est la planète naine la plus connue, mais ce n'est pas la plus grosse. Éris, découverte en 2003, est plus grosse que Pluton. Enfin, Cérès est aussi une planète naine. Son orbite se trouve dans une ceinture d'astéroïdes, entre Mars et Jupiter.

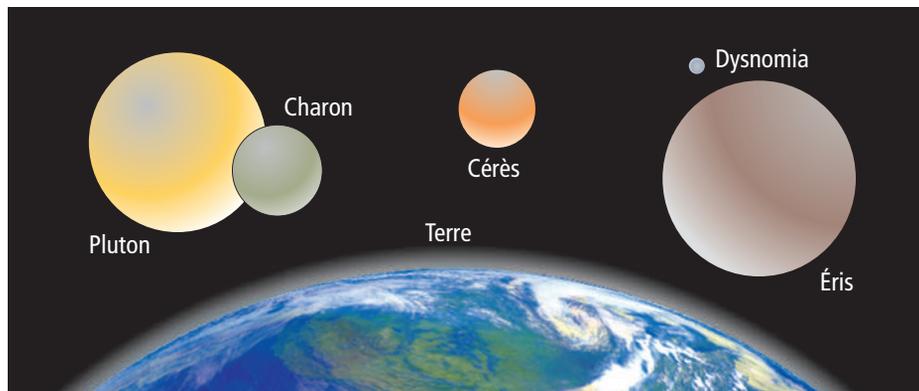


Figure 11.12 La comparaison de trois planètes naines avec la Terre. Pluton et Éris ont chacune une lune : Charon et Dysnomia.

Les astéroïdes

Les **astéroïdes** sont de petits corps célestes. Les astronomes pensent qu'ils sont des résidus de la formation du système solaire. La plupart tournent autour du Soleil dans une bande qui s'étend entre Mars et Jupiter (voir la figure 11.13). La taille des astéroïdes varie entre moins de 1 km et 940 km, le diamètre de Cérès. Bien que des astéroïdes soient parfois sphériques, plusieurs ont des formes irrégulières.

Certains astéroïdes se trouvent à l'intérieur de l'orbite de Mars et représentent une menace pour la Terre. Les orbites des astéroïdes géocroiseurs coupent parfois l'orbite de la Terre. L'impact d'un astéroïde d'un diamètre de 1 km aurait des conséquences catastrophiques. En effet, des débris seraient propulsés dans l'atmosphère, ce qui bloquerait la lumière du Soleil pendant des mois et menacerait notre approvisionnement en nourriture.

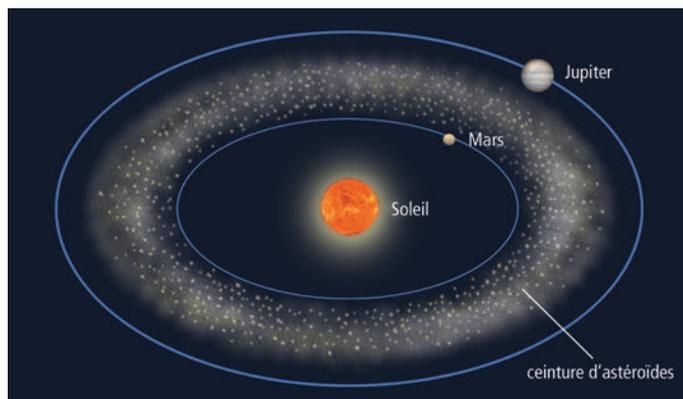


Figure 11.13 Des milliers d'astéroïdes sont en orbite dans la ceinture d'astéroïdes.



Lien

Internet

Une collision majeure serait à l'origine de la formation de la Lune. Cette théorie est en accord avec la plupart des observations scientifiques. Il existe cependant d'autres théories populaires sur la formation de la Lune. Pour en savoir plus sur ces théories, rends-toi à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.
www.cheneliere.ca

Lien terminologique

Le mot « lune » nous vient du nom de la déesse romaine, Luna. L'adjectif « lunaire » s'applique à tout ce qui a rapport à la Lune. Selon une croyance populaire, les gens se sentent plus agités les nuits de pleine Lune. C'est aussi du mot « lune » que vient le mot « lunatique ».

Approfondissement

En 2006, les astronomes ont reclassé Pluton de planète à planète naine. Pour en apprendre plus sur les raisons de ce changement, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **Pluton, planète et naine.**

Le savais-tu ?

Autrefois, les astronomes croyaient notre système solaire unique. Nous savons aujourd'hui que les systèmes planétaires sont courants. On a découvert plus de 300 planètes en orbite autour d'étoiles proches.

Le savais-tu ?

On peut utiliser des phrases simples pour se rappeler l'ordre des planètes, par exemple : **Mon Vieux Tu M'as Jeté Sur Une Navette**. Peux-tu trouver d'autres phrases ? Peux-tu trouver des phrases qui incluent le nom des planètes naines ? Rappelle-toi que Cérés se trouve entre Mars et Jupiter et que Pluton et Éris sont situées dans la ceinture de Kuiper, au-delà de l'orbite de Neptune.

Les objets transneptuniens

On appelle objets transneptuniens les corps célestes qui tournent autour du Soleil au-delà de l'orbite de Neptune. La **ceinture de Kuiper** est un disque plat composé de millions de petits corps célestes en orbite autour du Soleil. Tout comme la ceinture d'astéroïdes, elle serait composée de fragments de matière résiduelle de la formation du système solaire.

Il y a dans ce nuage de matière des petits corps célestes en orbite, de composition et de taille similaires à la planète naine Pluton. Éris, aussi une planète naine, est le plus gros objet dans la ceinture de Kuiper. Son diamètre dépasse de 400 km celui de Pluton. Comme cette dernière, Éris possède sa propre lune. En 2006, l'Union astronomique internationale reconnaissait Éris comme une planète naine. En même temps, Pluton était reclassée planète naine.

Actuellement, les astronomes estiment qu'au moins 23 objets en orbite dans la ceinture de Kuiper pourraient être des planètes naines. Les améliorations de la technologie permettront sans doute de découvrir de nouveaux corps célestes au cours des prochaines années.

Aux confins de l'influence gravitationnelle du Soleil se trouve un nuage sphérique composé de petits fragments de débris gelés. Il s'agit du **nuage d'Oort**. Selon les scientifiques, il est, comme la ceinture de Kuiper, une source de comètes. Le nuage d'Oort se situe entre 10 000 UA et 100 000 UA du Soleil (rappelle-toi que la Terre est à 1 UA du Soleil) et à un tiers de la distance à l'étoile la plus proche, Proxima du Centaure.

Les comètes

Les **comètes** sont souvent comparées à des « boules de neige sales ». Elles sont composées de glace, de roches et de gaz. Cependant, les données recueillies par les sondes spatiales ont montré que les comètes contiennent bien plus de matière rocheuse qu'on le pensait. Elles traversent l'espace à toute allure, en provenance de la ceinture de Kuiper ou du nuage d'Oort. De temps à autre, elles pénètrent dans le système solaire interne. Elles suivent alors une orbite elliptique allongée autour du Soleil.

Cette orbite peut être modifiée par l'attraction gravitationnelle des planètes, principalement Jupiter. Les comètes peuvent même entrer en collision avec une planète ou le Soleil. En 1994, la comète Shoemaker-Levy 9 est passée près de Jupiter et a été détruite par l'attraction gravitationnelle de cette planète. Au bout d'une semaine, 20 mini-comètes se sont écrasées sur Jupiter. Les traces de leur impact étaient visibles depuis la Terre (voir la figure 11.14).

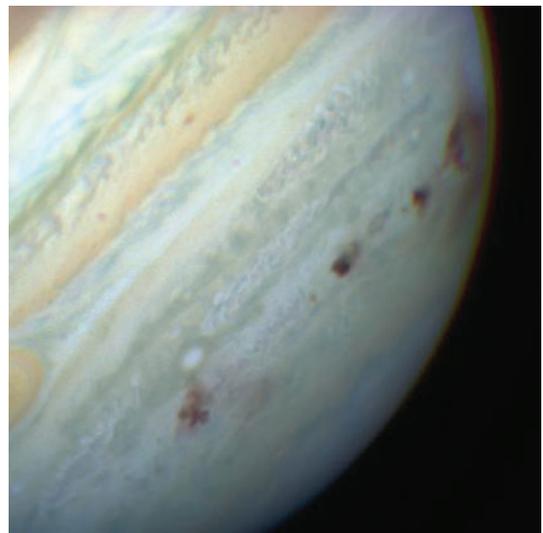


Figure 11.14 Les traces sombres sur les nuages de Jupiter indiquent les points d'impact des débris de la comète Shoemaker-Levy 9.

La partie la plus spectaculaire d'une comète est sans aucun doute sa longue queue de poussière qui s'étire sur des millions de kilomètres. Dès qu'une comète est exposée à l'action du Soleil, elle commence à fondre, libérant une trace de gaz et de poussière dans la direction opposée au Soleil (voir la figure 11.15).

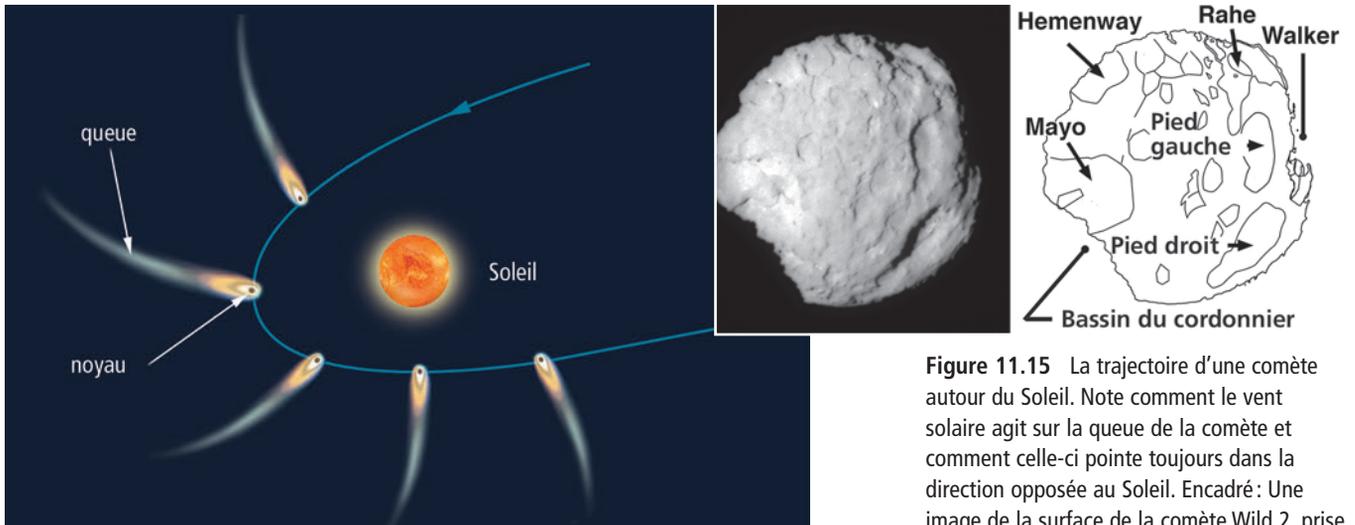


Figure 11.15 La trajectoire d'une comète autour du Soleil. Note comment le vent solaire agit sur la queue de la comète et comment celle-ci pointe toujours dans la direction opposée au Soleil. Encadré : Une image de la surface de la comète Wild 2, prise par la sonde spatiale *Stardust* de la NASA.

La sonde spatiale *Deep Impact* a frôlé la comète Temple 1 en 2006. Elle a lancé un engin appelé un impacteur qui s'est écrasé sur le noyau de la comète, libérant un panache de poussière et de glace. En passant près de la comète, *Deep Impact* a réalisé plusieurs photos et analyses de ce panache grâce à ses instruments (voir la figure 11.16).

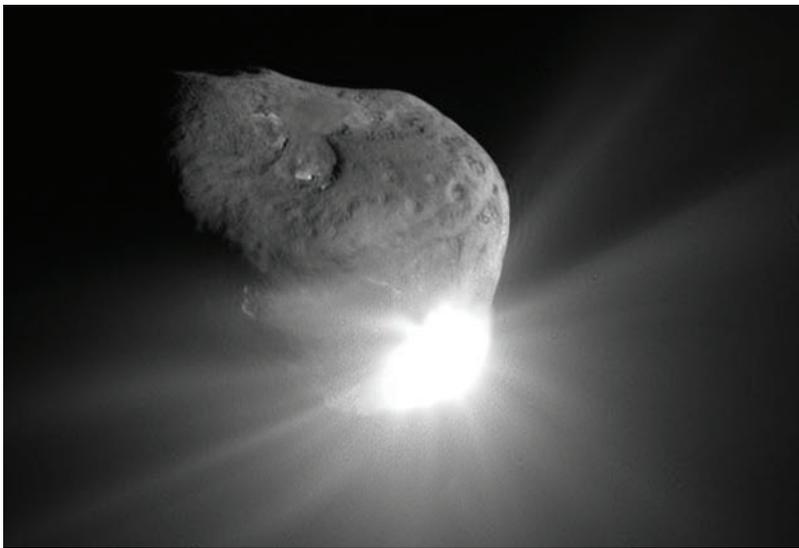


Figure 11.16 La sonde spatiale *Deep Impact* a pris des photos de l'impacteur qu'elle a lancée sur le noyau de la comète Temple 1 en 2006.

La comète de Halley (voir la figure 11.17) est la comète la plus célèbre parce qu'elle est suffisamment brillante pour être vue à l'œil nu et parce qu'elle apparaît plus fréquemment que les autres comètes. En étudiant les observations astronomiques du passé, l'astronome britannique Sir Edmund Halley a constaté au XVIII^e siècle qu'une comète brillante était visible environ tous les 76 ans. Les astronomes avaient auparavant



Figure 11.17 La comète de Halley

Figure 11.18 La comète de Halley a une orbite elliptique qui la fait voyager au-delà de l'orbite de Neptune et la ramène vers l'orbite terrestre.

Suggestion d'activité

Réfléchis bien 11-2C, à la page 409.

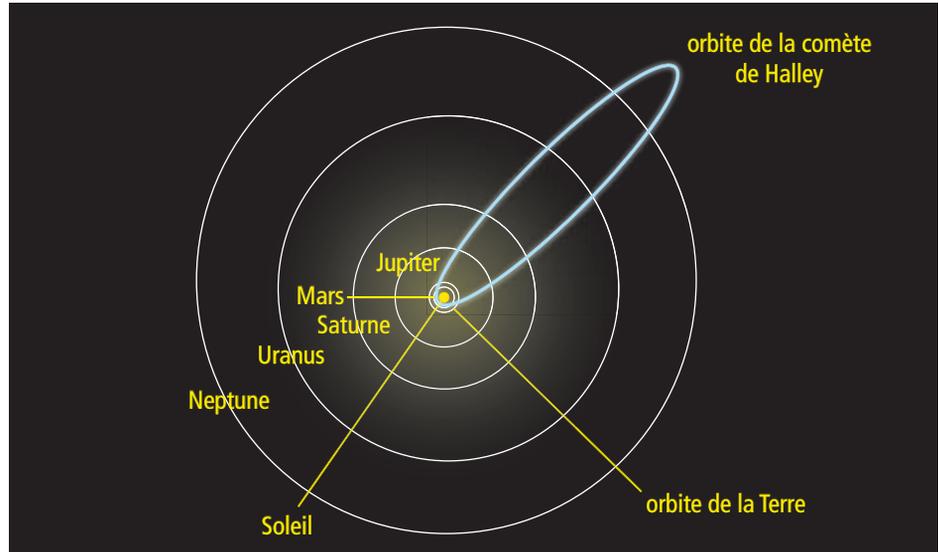
Lien terminologique

Le terme « comète » vient du mot grec *kometes* qui signifie « étoile aux longs cheveux ».

Le savais-tu?

Lorsque la comète de Halley est revenue dans le système solaire interne en 1910, on avait déterminé que la queue de la comète contenait du cyanure et que la Terre, dans son orbite, traverserait cette queue. On avait vendu à l'époque des masques à gaz et des « pilules anti-comètes » pour protéger la population contre ce poison. Les scientifiques avaient pourtant donné l'assurance que le cyanure était dilué et qu'il n'y avait aucun risque.

Figure 11.19 Cette pluie de météores est constituée de particules de la taille de grains de sable qui se consomment en traversant l'atmosphère terrestre.



cru qu'il s'agissait à chaque fois d'une nouvelle comète. C'est Halley qui a compris que c'était en fait la même comète. Il a ainsi prédit son retour en 1758. Elle a été vue pour la dernière fois en 1986 et nous ne la reverrons qu'en 2061 (voir la figure 11.18).

Les météores

Les **météoroïdes** sont des morceaux de roches qui flottent dans l'espace. Ce sont des morceaux d'astéroïdes ou de planètes entrés en collision avec d'autres corps célestes. Ils peuvent même être des résidus de la formation du système solaire. Les « étoiles filantes » sont en réalité des **météores**. Ce sont des météoroïdes qui se consomment lors de leur entrée dans l'atmosphère (voir la figure 11.19). Il arrive très rarement que



des météores soient suffisamment gros pour qu'ils puissent survivre à leur entrée dans l'atmosphère et atteindre la surface de la Terre. Ces objets rocheux sont des **météorites**. Une très grosse météorite atteint la Terre à peu près tous les 100 millions d'années (voir les figures 11.20 et 11.21).



Figure 11.20 Le cratère Manicouagan au Québec montre ce qui arrive lorsqu'un météorite atteint la Terre. Ce cratère, très ancien, a un diamètre de 70 km. Compare-le au cratère Barringer en Arizona (B), un impact plus récent créé il y a seulement 50 000 ans quand une météorite de 50 m de large a atteint la Terre.



Figure 11.21 Cette carte indique les cratères d'impact de météorites en Amérique du Nord.

Vérifie ta lecture

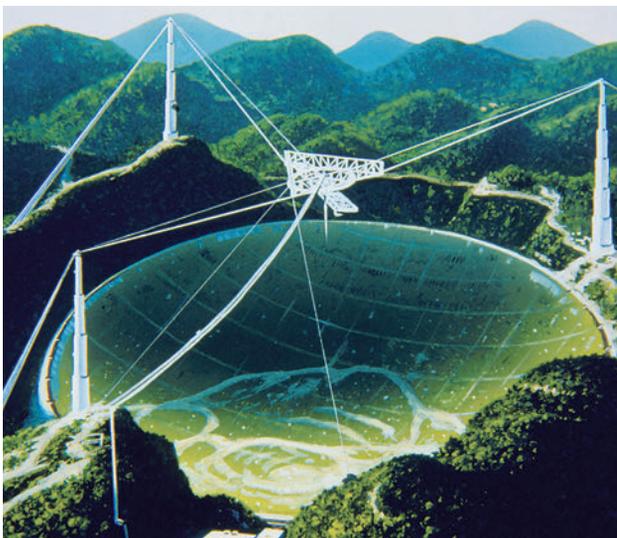
1. Quelles sont les trois conditions qui doivent être remplies pour qu'un corps céleste soit une planète?
2. Nomme deux planètes qui n'ont pas de lune.
3. Combien y a-t-il de planètes dans le système solaire qui ont de l'eau liquide, de la glace et des nuages?
4. Où se trouvent la plupart des astéroïdes?
5. Comment se forment les météores?

Incredible, mais vrai !

Y a-t-il quelqu'un ?

Sur la Terre, la vie est présente partout. Aujourd'hui, nous savons que la vie existe sous la calotte glaciaire de l'Antarctique et dans des dépôts de soufre situés à plusieurs kilomètres sous terre. On trouve même de la vie dans les eaux très chaudes des fissures rocheuses autour des chambres de magma volcanique.

Récemment, on a découvert dans des nuages de gaz de l'espace les ingrédients des molécules organiques présentes sur la Terre. Cette découverte a encouragé beaucoup de gens à rechercher la présence de vie extraterrestre. Les astrobiologistes étudient la possibilité de l'existence de vie extraterrestre. Selon ces scientifiques, si la vie existe dans les milieux les plus hostiles sur la Terre, il y a de grandes chances que la vie existe aussi ailleurs.



Le radiotélescope de l'Observatoire d'Arecibo est aussi large que trois terrains de football. Ce radiotélescope est « à l'écoute » des signaux en provenance de l'espace.

Selon le physicien italien Enrico Fermi, si des formes de vie intelligentes existaient ailleurs dans l'Univers, nous devrions pouvoir les détecter. L'organisme SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) se consacre à la recherche de preuves de l'existence de vie intelligente dans l'Univers. Plusieurs associations dans le monde y participent.

Tu as appris que de nombreux objets dans l'espace produisent des rayonnements électromagnétiques sous des formes diverses (ondes radio, rayons gamma et

rayons X). Les observateurs recherchent donc tout type de signal. Des radiotélescopes géants, tels que celui de l'Observatoire d'Arecibo situé à Puerto Rico (illustré ci-contre), scrutent le ciel à la recherche d'un signal au milieu du bruit de fond cosmique de l'Univers. À ce jour, les scientifiques ont reçu plusieurs types de signaux intéressants, mais ils n'ont effectué aucune détection réelle.

Des preuves de la vie peuvent nous parvenir sous bien d'autres formes que des signaux radio. Toutes les formes de vie sur Terre sont formées à partir de molécules à base de carbone. L'eau constitue un excellent environnement pour la croissance des organismes basés sur la chimie du carbone. Pour cette raison, les astronomes cherchent des corps célestes contenant de l'eau. De plus, ils souhaitent étudier l'atmosphère des planètes au-delà de la Terre. Le dioxyde de carbone est un produit de la respiration cellulaire, et l'oxygène, un produit de la photosynthèse. Si ces gaz sont présents dans l'atmosphère d'une planète, cela pourrait indiquer la présence de certaines formes de vie sur cette planète.

Les astronomes ont déjà détecté plus de 300 planètes en orbite autour d'étoiles situées à des trillions de kilomètres de nous. Bien que la plupart de ces planètes soient très massives, quelques-unes ont une masse comparable à celle de la Terre.



Une vue d'artiste des types de planètes semblables à la Terre et recherchés par les astronomes.

L'énergie et la masse de certaines météorites sont telles que quand elles heurtent la Terre, elles produisent une vaste dépression circulaire appelée « cratère d'impact ». Ces cratères ont des formes diverses, selon la taille des météorites et la vitesse à laquelle elles atteignent la Terre. Dans cette activité, tu étudieras les météorites et les cratères d'impact.

Matériel

- du papier journal
- 3 ou 5 roches ou billes, de grosseurs différentes, de 1 cm à 3 cm de diamètre
- un grand bac en plastique
- de la farine
- du cacao en poudre
- un tamis à farine ou une salière
- une règle de 1 m ou un mètre à ruban

Ce que tu dois faire

1. Recouvre le sol avec les feuilles de papier journal et place le bac en plastique au centre.
2. Remplis le bac avec de la farine jusqu'à ce qu'il y ait une couche de farine épaisse de 3 cm à 5 cm. Ne tasse pas la farine au fond du bac.
3. À l'aide du tamis ou de la salière, saupoudre une couche uniforme de cacao sur la farine.
4. À l'aide de la règle ou du mètre à ruban, mesure de quelle hauteur tu laisseras tomber les roches.
5. À partir de la hauteur que tu as déterminée, laisse tomber une première roche dans le bac. Retire délicatement la roche et observe le cratère formé. (Le cacao en poudre te permettra de voir comment la surface a changé.)

6. Sans lisser la surface de la farine, laisse tomber une autre roche depuis la même hauteur que la première. Laisse-la tomber à côté du premier cratère. Compare ce cratère au premier.
7. Laisse tomber les autres roches depuis la même hauteur et sur la même surface. Fais en sorte qu'elles produisent chacune leur propre cratère et qu'elles ne tombent pas sur le cratère formé par une autre roche. Observe et compare tous les cratères.
8. Égalise la surface de la farine en la lissant, puis saupoudre une autre couche de cacao dessus. Choisis une roche et laisse-la tomber à partir de trois hauteurs différentes pour produire trois cratères. Compare ces cratères entre eux.
9. Égalise à nouveau la surface de la farine. Choisis une roche et lance-la doucement dans la farine à partir de la même hauteur, mais avec des angles différents, pour former trois nouveaux cratères différents. Compare ces cratères entre eux.

Qu'as-tu découvert ?

1. Quelle est l'influence de la taille de la météorite sur la taille du cratère ?
2. Quelle est l'influence de la hauteur depuis laquelle la météorite est tombée sur la taille du cratère ?
3. Quels sont les effets de l'impact sur les matériaux situés plus profondément dans le bac ?
4. Comment les explorateurs sur cette planète pourraient-ils utiliser ces cratères à leur avantage ?
5. Que s'est-il produit lorsque tu as lancé obliquement les météorites ?

Les orbites des comètes

11-2C

Réfléchis bien

Dans cette activité, tu feras des recherches sur une comète très connue. Tu apprendras d'où elle vient ainsi que la forme et la période de son orbite. Tu sauras en plus pourquoi elle est plus facile à observer durant certains passages que d'autres. Voici quelques comètes connues : Hyakutake, Hale-Bopp, Shoemaker-Levy 9 et Halley.

Ce que tu dois faire

1. Cherche de l'information sur les trois types d'orbites de comètes. Commence tes recherches à l'adresse

www.cheneliere.ca. Les trois types d'orbites ramènent-ils la comète vers le Soleil ?

2. Certaines comètes ont été plus faciles à observer que d'autres. Compare entre elles les comètes Hyakutake, Hale-Bopp, Shoemaker-Levy 9 et Halley. Qu'est-ce qui influence la visibilité d'une comète ?
3. Quels sont les effets possibles d'une planète sur l'orbite d'une comète ?

Vérifie tes compétences

- Observer
- Identifier les planètes
- Prendre des notes

Consigne de sécurité

- Vérifie les prévisions météorologiques et porte des vêtements adaptés au temps.

Matériel

- un télescope Astroscan
- une carte du ciel indiquant la position des planètes
- un tableau des planètes
- une planchette à pince
- une lampe de poche avec un filtre rouge
- un crayon

Conseil : Les planètes ne scintillent pas comme les étoiles. Tu dois donc chercher l'objet le plus brillant qui ne scintille pas. Les planètes apparaissent beaucoup plus grosses que les étoiles. De plus, leur apparence est moins affectée par la distorsion de l'atmosphère terrestre.

Dans cette activité, tu utiliseras le télescope Astroscan pour observer des planètes visibles dans le ciel nocturne. Tout au long de l'année, tu pourras voir facilement au moins l'une de ces planètes dans le ciel nocturne : Vénus, Mars, Jupiter ou Saturne. Il est parfois possible de voir Mercure ou Uranus avec le télescope Astroscan, mais la pollution lumineuse près des villes peut rendre leur observation difficile, voire impossible.

Question

Quelles caractéristiques des planètes pourras-tu observer grâce au télescope ?

Marche à suivre

1. Ton enseignante ou ton enseignant te donnera la carte du ciel pour le mois. Cette carte indique les planètes qui sont alors visibles dans le ciel nocturne.
2. Trouve un endroit où tu auras une vue dégagée du ciel en direction sud. Installe ensuite le télescope Astroscan sur un trépied.
3. Installe l'oculaire de 28 mm dans le télescope.
4. Consulte la carte du ciel pour voir, en début de nuit, s'il te sera possible d'observer Vénus, Mars, Jupiter ou Saturne à ce moment de l'année.
5. Sur la carte du ciel, trouve une constellation proche de la planète. Tu pourras utiliser cette constellation comme repère et trouver ensuite la position de la planète que tu as identifiée sur la carte du ciel.
6. Dirige le télescope pour que la planète soit au centre.
7. Dessine la planète dans le tableau des planètes. Inscris tous les détails que tu peux observer. (Regarde bien si tu peux voir des lunes près de cette planète.)
8. Utilise un oculaire plus puissant (le chiffre sera plus petit) et essaie d'ajouter d'autres détails à ton dessin.
9. Reprends ces étapes pour les autres planètes que tu pourras observer.

Analyse

1. Quelles sont les planètes les plus brillantes ? Pourquoi ?
2. Quelles planètes as-tu observées avec le télescope ?
3. À partir de tes dessins et de tes connaissances sur les planètes, décris ce que tu as observé.
4. Décris tous les détails que tu as observés au télescope et qui sont aussi visibles sur les photographies des planètes qui sont dans ton manuel.

Conclusion et mise en pratique

1. Quelles sont les observations que tu as pu faire au télescope et que tu ne pouvais faire à l'œil nu ?
2. Est-ce que tes observations confirment ce que tu t'attendais à voir ?
3. As-tu observé des détails que tu ne t'attendais pas à trouver ?
4. Comment le télescope peut-il t'aider à mieux connaître les planètes et les autres corps célestes ?

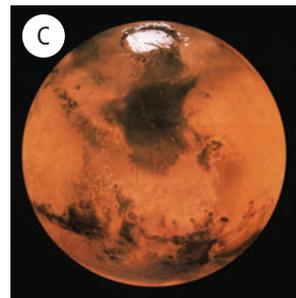
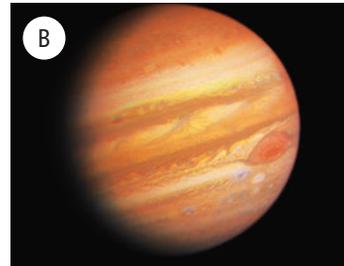
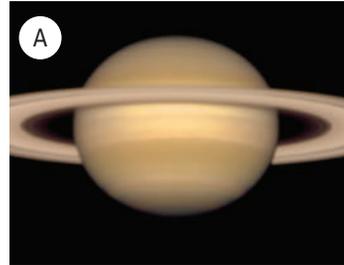
Des concepts à retenir

1. Des sondes spatiales inhabitées ont été lancées vers plusieurs planètes. Quel type d'information ces engins ont-ils pu confirmer?
2. Quelle est la planète :
 - a) qui a le jour le plus court?
 - b) que l'on appelle « la planète rouge »?
 - c) dont l'atmosphère est presque entièrement composée de dioxyde de carbone?
 - d) dont l'axe de rotation est incliné sur le côté?
 - e) qui connaît des écarts de températures extrêmes, de 400 °C à -183 °C?
3. Selon les scientifiques, comment se serait formée la Lune?
4.
 - a) Qu'est-ce qu'une planète naine?
 - b) Nomme cinq planètes naines.
5. Qu'est-ce qu'un astéroïde géocroiseur?
6. Où se trouve la ceinture de Kuiper?
7.
 - a) Décris la composition d'une comète.
 - b) Comment se forme la queue d'une comète?
8. Qu'est-ce qu'une étoile filante?

Des concepts clés à comprendre

9. L'unité astronomique (UA) est la distance moyenne entre la Terre et le Soleil. Pourquoi utilise-t-on cette unité pour mesurer les distances entre les corps célestes du système solaire?
10. Comme d'autres scientifiques, comment John Winthrop a-t-il réussi à estimer la distance entre la Terre et le Soleil?
11. Trouve les similarités et les différences entre les termes suivants :
 - a) une planète et le système solaire;
 - b) une comète et un astéroïde;
 - c) un objet transneptunien et une météorite.
12. Pourquoi les astéroïdes, même s'ils sont en orbite, ne sont-ils pas considérés comme des planètes?
13. Explique pourquoi les débris gelés trouvés dans le nuage d'Oort, qui est situé à plus de 50 000 UA du Soleil, font encore partie du système solaire.

14. Les photographies suivantes montrent les caractéristiques les plus connues de trois planètes de notre système solaire. Nomme ces planètes et décris les caractéristiques qui les distinguent.



Pause réflexion

Un astéroïde ou une comète s'écrasant sur une planète produit un cratère d'impact. On a trouvé plus de 120 de ces cratères sur la Terre.

Le cratère de Chicxulub au Mexique, dans la péninsule du Yucatán, a un diamètre de 300 km. On croit qu'il a été formé par un astéroïde qui s'est écrasé sur la Terre il y a environ 65 millions d'années. Certains scientifiques croient que cet événement a causé des changements climatiques qui auraient mené à l'extinction des dinosaures. Selon toi, comment l'impact d'un astéroïde peut-il avoir entraîné l'extinction d'une espèce?

11.3 L'exploration de l'espace

Notions scientifiques de la section

- Nos connaissances sur la Terre et sa place dans l'Univers ont évolué à mesure que la technologie nous a permis de voir plus loin dans l'espace.
- Les télescopes modernes sont placés au sommet des montagnes ou en orbite autour de la Terre.
- Des sondes et des robots vont explorer les autres planètes du système solaire.
- Le Canada a son propre programme spatial et participe activement à des missions habitées et inhabitées.

Mots clés

lunette astronomique
orbite géostationnaire
radiotélescope
robot mobile
satellite
sonde
télescope

La technologie spatiale progresse à une vitesse remarquable et permet aux humains ou aux instruments d'explorer des zones de plus en plus éloignées de la Terre. Depuis l'expédition du premier astronaute dans l'espace en 1961, plus de 400 personnes ont suivi ses traces. Depuis que tes parents sont nés, des humains ont marché sur la Lune, on a mis sur pied un laboratoire spatial et on a envoyé des sondes robotiques sur Vénus, sur Mars, sur un astéroïde et sur une lune de Saturne. Grâce à des télescopes perfectionnés, nous pouvons obtenir des gros plans de toutes les planètes. Les télescopes dans l'espace nous renvoient aussi des images des régions les plus éloignées de l'Univers (voir la figure 11.22).

Approfondissement

Rédige la biographie d'un astronaute canadien, par exemple Marc Garneau, Roberta Bondar, Chris Hadfield, Julie Payette, ou un autre astronaute canadien que tu connais. Explique aussi si tu aimerais ou non devenir astronaute et pourquoi. Pour en apprendre plus sur la formation et les études de cette personne, sur ses aventures dans l'espace et sur les raisons pour lesquelles il ou elle voulait devenir astronaute, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants :

Canada, astronautes et étude.

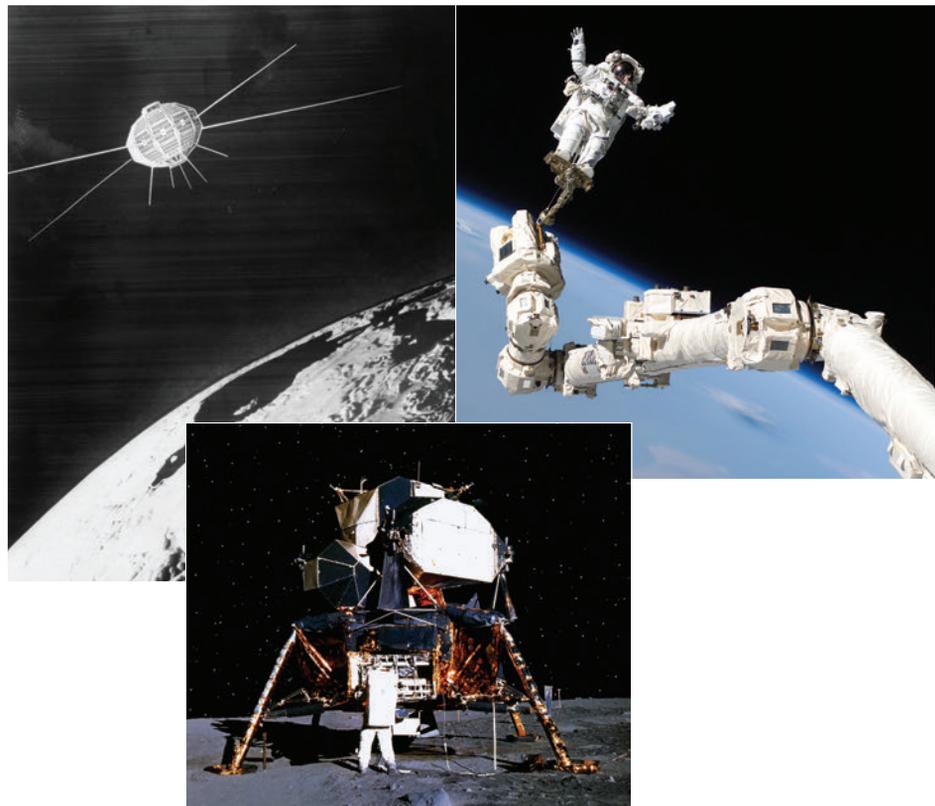


Figure 11.22 Le Canada participe à l'exploration spatiale depuis ses débuts. Le Canada a été le troisième pays à mettre en orbite un satellite (*Alouette 1*, en 1962). Une entreprise canadienne a construit les pattes du module lunaire qui s'est posé sur la Lune avec des astronautes à son bord. Des astronautes canadiens ont également participé à la construction de la Station spatiale internationale et au travail de recherche scientifique qui y est effectué.

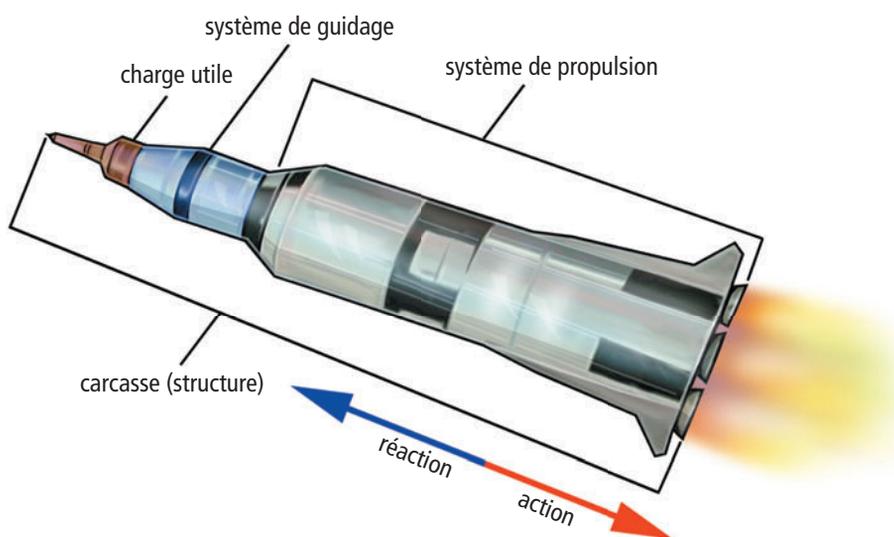
La technologie des voyages dans l'espace

Les scientifiques cherchent à envoyer dans l'espace des télescopes, d'autres instruments et même des humains. Le premier défi est de vaincre l'attraction terrestre. Ce défi a été relevé grâce aux fusées. Cette technologie a énormément progressé depuis ses modestes débuts en Chine, au 1^{er} siècle de notre ère. L'exploration spatiale atteint désormais de nouveaux sommets grâce à la mise en place d'un centre de recherche sur la première station spatiale internationale.

Les fusées

Une fusée est un engin qui sert à envoyer du matériel ou des astronautes dans l'espace. La plus grande partie d'une fusée est occupée par les combustibles explosifs qui se combinent pour fournir la poussée (voir la figure 11.23).

La poussée est la force qui propulse la fusée et la fait avancer. Une réaction similaire se produit lorsque tu gonfles un ballon et que tu le lâches ensuite. L'air s'échappe du ballon et produit une poussée qui le propulse. Quand les combustibles sont utilisés, des éléments du système de propulsion sont détachés de la fusée afin de l'alléger.



Le savais-tu ?

Lors de son périple de 3,8 milliards de km jusqu'à Jupiter, la sonde spatiale *Galilée* devait modifier sa direction de temps en temps grâce aux courtes poussées de ses fusées. Ainsi, seulement 254 litres de carburant ont été nécessaires pour tout le voyage, une consommation moyenne de 15,6 millions km/L.

Figure 11.23 Toutes les fusées possèdent quatre grands systèmes principaux : la carcasse (structure), la charge utile, le système de guidage et le système de propulsion. La charge utile est ce qui est transporté par la fusée, comme des astronautes, des satellites ou d'autres objets. Le système de propulsion produit la poussée nécessaire au lancement de la fusée. Le système de guidage pilote la fusée à l'aide d'ordinateurs.

La contribution canadienne à l'exploration spatiale

11-3A

Réfléchis bien

Pour explorer l'espace, nous envoyons parfois des astronautes en orbite. D'autres fois, ce sont des robots mobiles et des télescopes spatiaux qui nous transmettent leurs données. Comment décider de l'approche à utiliser ?

Ce que tu dois faire

1. Fais des recherches sur la contribution canadienne à l'exploration spatiale. Trouve huit contributions canadiennes. Parmi celles-ci, lesquelles sont le fruit de missions habitées ?

2. Nomme les avantages et les inconvénients de l'utilisation de missions spatiales habitées pour l'exploration de l'espace. Discute avec un ou une autre élève de la classe des points que vous avez déterminés.
3. Réponds par écrit, en deux ou trois paragraphes, à la question suivante : Pour quels types d'études spatiales faut-il envoyer des missions dans l'espace et pour quels types peut-on travailler depuis la Terre ?



Figure 11.24 Une navette spatiale, comme la navette *Discovery* montrée ci-dessus, atteint sa vitesse orbitale de 27 200 km/h en moins de 8 minutes.

Suggestion d'activité

Réalise une expérience 11-3B, à la page 422.

Le programme des navettes spatiales

À l'exception de la charge utile, très peu d'éléments de la structure d'une fusée survivent ou sont réutilisés. La plupart des matériaux se consomment lors de leur entrée dans l'atmosphère terrestre ou disparaissent dans l'océan. Pour cette raison, on a conçu des engins réutilisables : les navettes spatiales. Chaque navette monte comme une fusée (voir la figure 11.24). Elle complète par la suite sa mission et revient sur la Terre en atterrissant comme un avion ordinaire. Le seul élément perdu est le grand réservoir externe orange de carburant.

Les navettes sont utilisées pour le lancement et la récupération des satellites, ainsi que pour transporter des astronautes, des provisions et du matériel pour la station spatiale internationale.

La station spatiale internationale

Depuis le début de sa construction en 1995, la station spatiale internationale a été progressivement construite à partir de pièces livrées par la navette spatiale et par des fusées conventionnelles lancées par la Russie. Seize pays, dont le Canada, sont impliqués dans ce laboratoire spatial en orbite à environ 350 km autour de la Terre. À une vitesse de plus de 27 000 km/h, la station spatiale fait le tour de la Terre en environ 90 minutes. Les membres de l'équipage de la station réalisent diverses expériences en micropesanteur (voir la figure 11.25). La micropesanteur est la condition d'apesanteur affectant tous les objets en orbite, y compris les engins spatiaux et les humains. Cette pesanteur est très faible, inférieure à un millionième de celle ressentie sur la Terre. Les scientifiques de l'Agence spatiale canadienne sont connus dans le monde pour leurs travaux en micropesanteur. On estime que la durée de vie de la station spatiale internationale sera d'environ 30 ans.

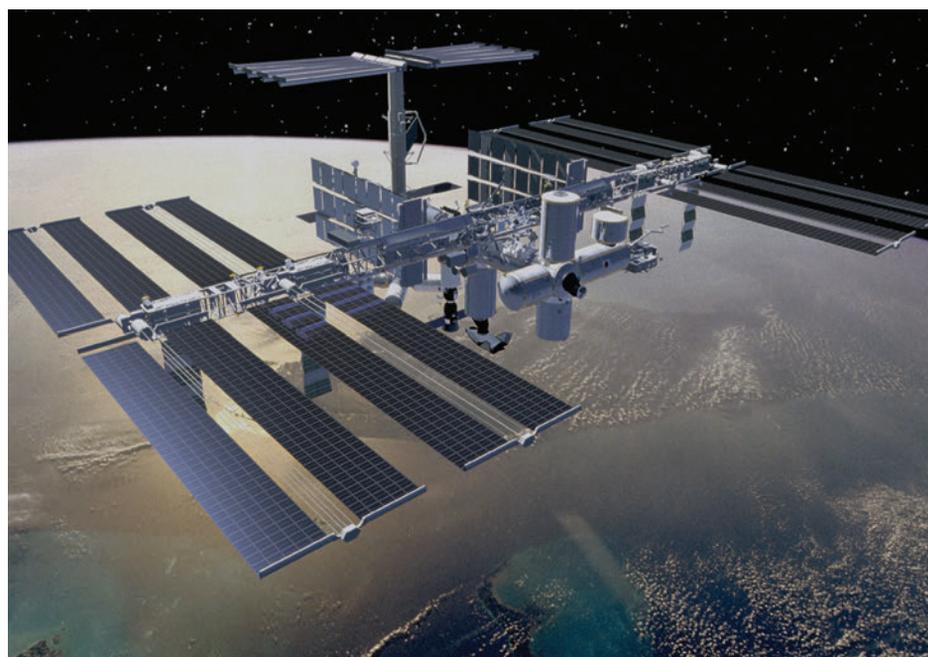


Figure 11.25 L'équipage de la station spatiale internationale réalise toutes sortes d'expériences, par exemple des essais sur de nouveaux matériaux ou l'étude des effets à long terme des voyages spatiaux sur les humains.

Les voyages dans l'espace

La première phase de l'exploration spatiale consistait à expédier des sondes non habitées. Ensuite, on a envoyé des animaux afin d'évaluer les conditions nécessaires pour des vols habités. Au cours de la phase suivante, des êtres humains ont voyagé dans l'espace. Il était alors possible d'envisager des voyages vers la Lune. En 1969, les Américains Neil Armstrong et Edwin Buzz Aldrin ont été les premiers astronautes à se poser sur la Lune (voir la figure 11.26).

Quand les pays ont réalisé à quel point l'exploration spatiale était coûteuse, ils ont décidé d'unir leurs efforts. La station spatiale internationale est un excellent exemple de collaboration internationale. Aujourd'hui, les projets spatiaux progressent aussi dans le cadre de partenariats entre les gouvernements et des entreprises privées.

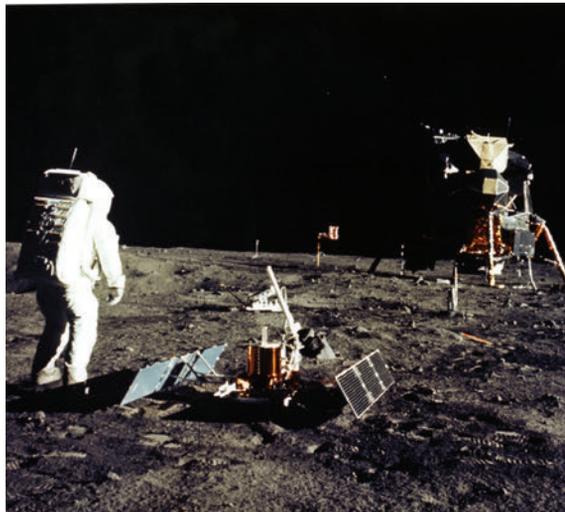


Figure 11.26 Le premier alunissage d'un être humain remonte à l'année 1969.

Les contributions canadiennes à l'exploration spatiale

Le bras robotique, conçu et fabriqué par des Canadiens, est l'un des plus grands succès du programme spatial de la NASA. Le premier bras « Canadarm » a été utilisé pour lancer et récupérer beaucoup de satellites et fournir une plateforme stable aux astronautes pour travailler dans l'espace.

Canadarm 2 est un système mobile de manipulation à distance conçu pour la station spatiale internationale. Il peut accomplir toutes les tâches du bras Canadarm 1, mais il est plus gros et peut aussi se déplacer (voir la figure 11.27). Il se déplace en fait comme une chenille et peut aller presque partout à l'extérieur de la station spatiale. Récemment, on lui a ajouté le manipulateur robotique « Dextre » (pour dextérité). Ce robot à deux bras est monté à l'extrémité de Canadarm 2. Les astronautes peuvent ainsi effectuer depuis la station spatiale des tâches autrefois dangereuses parce qu'ils devaient sortir dans l'espace.



Figure 11.27 Les astronautes utilisent Canadarm 2 pour déplacer de lourdes charges, amarrer les navettes et effectuer des réparations et de l'assemblage.

Approfondissement

Pour en apprendre plus sur Dextre, le « manipulateur à haute dextérité » de l'Agence spatiale canadienne, commence ta recherche dans Internet à partir des mots clés suivants : **agence spatiale canadienne** et **Dextre**.

Les combinaisons spatiales

Figure 11.28 Un astronaute portant sa combinaison spatiale travaille sur la Lune. Son sac à dos contient de l'oxygène, un système de refroidissement et un système de communication radio.



Lorsque les astronautes quittent leur vaisseau pour aller dans l'espace, ils doivent porter leur combinaison spatiale (voir la figure 11.28). S'ils étaient exposés au vide de l'espace sans protection adéquate, ils mourraient rapidement. La combinaison des astronautes est un peu comme un vaisseau spatial personnel. Elle fournit l'oxygène pour respirer. Elle contient aussi un système de télécommunication pour parler avec les autres astronautes ou l'équipe sur la Terre. Un système de refroidissement

protège contre les températures très élevées tandis qu'un système de pressurisation recrée la pression atmosphérique de la Terre.

Lien Internet

La conception des combinaisons spatiales exige l'emploi de plusieurs technologies différentes. Pour en savoir plus sur les caractéristiques des combinaisons spatiales, commence ta recherche à l'adresse indiquée ci-dessous et suis les étapes.

www.cheneliere.ca

Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce qui produit la poussée d'une fusée?
2. À quoi sert la section d'une fusée réservée à la charge utile?
3. Qu'est-ce que la micropesanteur?
4. Qu'est-ce que le « Canadarm 2 »? À quoi sert-il?

Les satellites

Les **satellites** artificiels sont des dispositifs électroniques placés en orbite autour de la Terre pour retransmettre de l'information (voir la figure 11.29). Un « satellite » est un corps en orbite autour d'un autre dans l'espace. Par exemple, la Lune est le satellite naturel de la Terre. Mais dans le cas des technologies spatiales, les satellites artificiels sont simplement considérés comme des satellites.



Figure 11.29 Les satellites sont importants pour la vie quotidienne. Quand tu consultes les prévisions météo pour savoir quoi porter, quand tu regardes la télévision, quand tu appelles un ami ou quand tu navigues dans Internet, il est probable que des satellites jouent un rôle.

Lorsqu'un satellite est en orbite autour de la Terre, il est dans les faits en train de tomber autour de la Terre. À cet égard, regarde la figure 11.30. Si tu es au sommet d'une montagne et que tu frappes une balle de baseball, la balle tombera vers la Terre. Plus tu frappes fort, plus elle ira vite et plus elle tombera loin. Si tu pouvais frapper suffisamment fort, la balle suivrait la courbe terrestre pendant un certain temps avant de tomber. Si tu la frappais hors de l'atmosphère terrestre, elle ne serait plus ralentie par les frottements de l'air et poursuivrait sa trajectoire à la même vitesse. Elle continuerait à tomber à la même vitesse et à tourner autour de la Terre. Pour y arriver, tu devrais donner à la balle une vitesse de 8 km/s.

Les satellites en orbite basse, c'est-à-dire de 300 km à 500 km, tournent autour de la Terre en 90 minutes. Plus le satellite est loin, plus la durée de son orbite est longue. Un satellite placé au-dessus de l'équateur à une distance de 36 000 km effectue une orbite complète en 24 heures. Les satellites de communication tournent à la même vitesse que la Terre et sont toujours au-dessus du même point de la Terre. Cette orbite est une **orbite géostationnaire**.

Les satellites ne sont pas utilisés seulement pour les télécommunications. On utilise ainsi les satellites de télédétection pour surveiller les feux de forêts ou la migration des saumons, ou encore pour déterminer la profondeur des océans. On les utilise aussi pour mesurer les mouvements de la croûte terrestre afin d'essayer de prévoir les tremblements de terre et les éruptions volcaniques. La télédétection consiste à recueillir de l'information sur la Terre à l'aide de satellites, de photographies aériennes ou d'autres moyens pour observer la planète d'en haut (voir la figure 11.31).

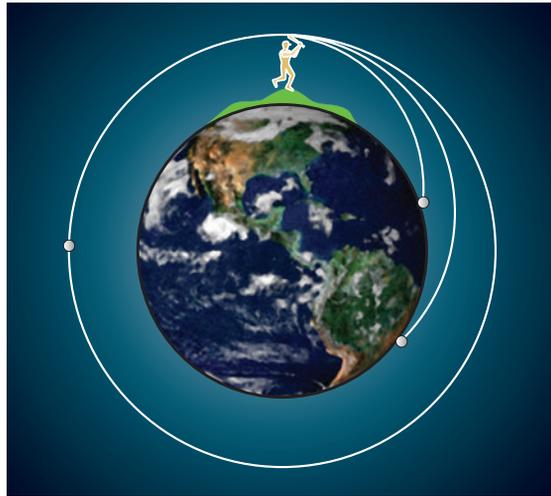


Figure 11.30 Pour lancer une balle de baseball en orbite autour de la Terre, tu devrais la frapper hors de l'atmosphère terrestre à une vitesse de 8 km/s.

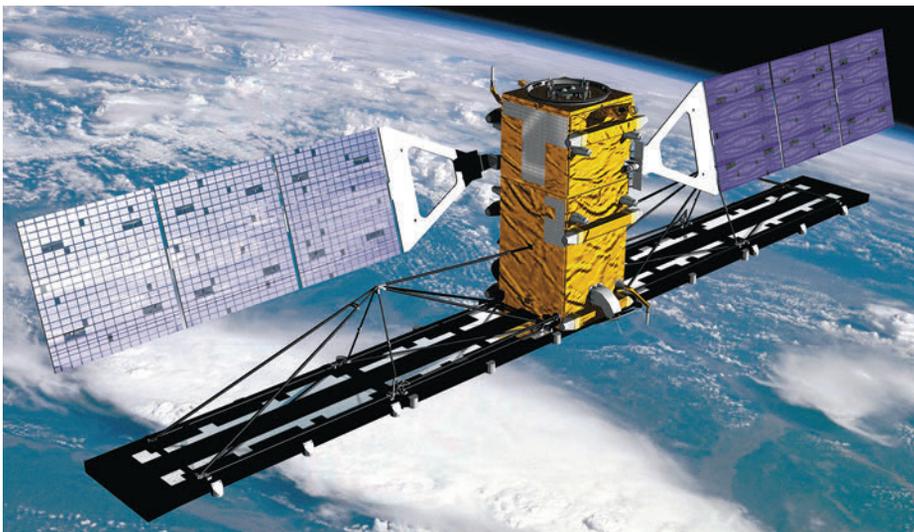


Figure 11.31 *RADARSAT 1* était l'un des premiers satellites de télédétection de l'Agence spatiale canadienne. Sa nouvelle version, *RADARSAT 2*, illustrée ci-contre, est utilisée pour la cartographie géologique ou forestière, la détection des icebergs et la surveillance maritime.

L'apesanteur

Dans la Station spatiale internationale (SSI), les astronautes semblent flotter. On parle souvent d'«apesanteur» pour décrire ce phénomène, mais ce terme est incorrect. Il s'agit plutôt de «chute libre». La SSI est en orbite autour de la Terre, c'est-à-dire qu'elle tombe autour de la Terre. L'attraction gravitationnelle de la Terre maintient donc la station spatiale en orbite. Tu peux te représenter l'attraction gravitationnelle comme une corde attachée à la station spatiale. Sans une telle attraction, donc sans corde pour la retenir la SSI partirait au fin fond de l'espace.

Les sondes spatiales

Une **sonde** est un engin spatial envoyé vers un autre corps céleste. Les sondes sont conçues pour transporter des instruments scientifiques à des millions de kilomètres afin d'étudier divers corps célestes. Ce peut être une planète, une lune, une comète ou un astéroïde. Une sonde peut frôler un corps céleste, se mettre en orbite autour ou s'y poser. Elle recueille et transmet vers la Terre des données sur son atmosphère ou sa surface.

Toutes les planètes de notre système solaire ont été étudiées par une sonde. La sonde *New Horizons*, lancée en 2006, devrait atteindre Pluton en 2015.

Les sondes sont inhabitées. Ces missions ne mettent donc aucune vie humaine en danger. Il est également inutile qu'elles reviennent sur la Terre. De la fin des années 1960 jusqu'au début des années 1980, l'Union soviétique a envoyé plusieurs sondes *Venera* sur Vénus. La plupart ne fonctionnaient pas plus d'une demi-heure avant que toute communication soit rompue à cause des nuages d'acide sulfurique, des températures avoisinant les 467 °C et de la pression extrême à la surface de Vénus. Malgré tout, ces sondes nous ont

transmis des images et des données d'une valeur inestimable.

Les sondes *Voyager 1* et *Voyager 2*, lancées vers la fin des années 1970, sont deux des plus belles réussites aérospatiales américaines. Ces deux sondes ont été les premières à survoler les géantes gazeuses et les lunes du système solaire externe (voir la figure 11.32). Aujourd'hui, ces sondes continuent à nous transmettre des données depuis les confins de notre système solaire.

Les robots mobiles

Il n'est pas réaliste d'utiliser des astronautes pour des voyages spatiaux vers des planètes éloignées et dangereuses. En plus de risquer des vies humaines, ces missions seraient très coûteuses. En conséquence, les robots explorateurs sont une meilleure solution. Ces appareils sont des **robots mobiles**. Ces robots sont finalement de petites sondes sophistiquées et mobiles. Ils sont conçus pour se poser sur une planète, explorer et analyser sa surface, puis transmettre de l'information vers la Terre. À cause du délai des communications radio, ces robots mobiles sont programmés pour résoudre eux-mêmes beaucoup de problèmes sans l'aide des scientifiques de la base spatiale.

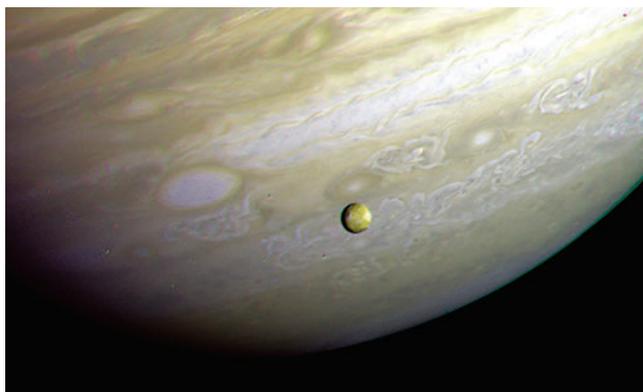


Figure 11.32 Jupiter et l'une de ses lunes aperçues depuis la sonde *Voyager 2*

Ces robots mobiles travaillent toute la journée et s'arrêtent la nuit pour économiser l'énergie de leurs batteries. Ils fonctionnent en outre dans des environnements hostiles, de la surface glaciale de Mars à celle extrêmement chaude de Vénus. Leur mission comprend des expériences de géologie, de météorologie et de biologie.

Les derniers robots mobiles à avoir exploré une autre planète sont les jumeaux *Spirit* et *Opportunity*. Ces « géologues robotiques » se sont posés sur Mars en janvier 2004. Ils ont analysé des échantillons de roches et recherché des preuves de présence d'eau sur la planète rouge (voir la figure 11.33). Ils continuent même à envoyer des données vers la Terre, bien que leur mission initiale de trois mois soit depuis longtemps terminée.

L'observation spatiale à partir de la Terre

La première lunette astronomique a été inventée en 1608 par un opticien hollandais, Hans Lippershey (1570-1619). Depuis, on a apporté beaucoup de modifications et d'améliorations aux systèmes optiques utilisés pour capter la lumière. On doit ainsi distinguer les **lunettes astronomiques** des **télescopes**.

Les télescopes et les lunettes astronomiques

Les lunettes astronomiques utilisent des lentilles pour capter la lumière et former une image grossie et nette des objets. Les télescopes utilisent des miroirs pour capter la lumière et former une image visible dans l'oculaire.

Bien qu'ils soient très perfectionnés, les télescopes terrestres sont affectés par certaines conditions qui peuvent rendre les observations difficiles, voire impossibles. Pensons aux nuages, à la pollution atmosphérique ou lumineuse, à la distorsion causée par la chaleur et l'atmosphère (voir la figure 11.35).

La construction et l'exploitation des grands observatoires coûtent des millions de dollars. Ils sont construits au sommet des montagnes, car la vue y est plus nette (voir la figure 11.34).



Figure 11.34 L'observatoire Canada France Hawaï est situé sur le volcan éteint *Mauna Kea* à Hawaï, dont l'altitude est de 4200 m.

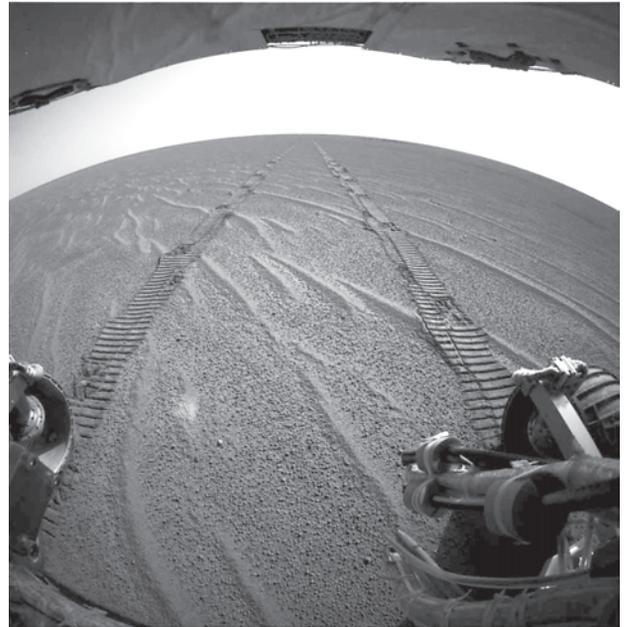


Figure 11.33 Le minirobot *Opportunity* a exploré la surface de Mars. L'une de ses caméras observe les traces qu'il a laissées. L'objectif à grand angle offre une vue rapprochée, mais entraîne une distorsion de la forme de la planète.



Figure 11.35 Le télescope spatial Hubble a été mis en orbite autour de la Terre par la navette *Discovery* en 1990. Sans atmosphère pour brouiller sa vue, Hubble nous a transmis des images fantastiques de l'espace, améliorant ainsi nos connaissances sur l'Univers.

Les radiotélescopes

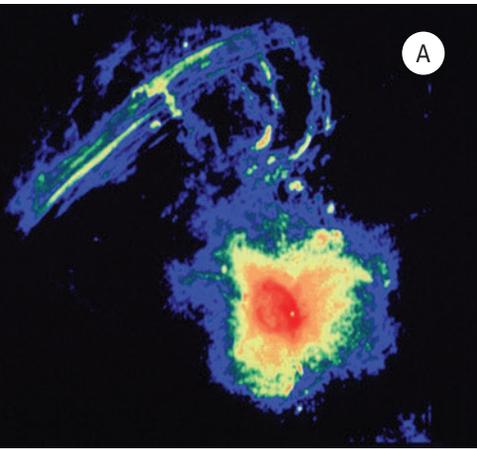


Figure 11.36 Cette image (A) provient des données recueillies par un radiotélescope (B). La tache brillante est le centre de notre galaxie.



Pour capter des longueurs d'onde plus grandes que celles de la lumière, il faut utiliser un **radiotélescope** (voir la figure 11.36). Les radiotélescopes sont de grands récepteurs semblables aux antennes paraboliques installées sur le toit des maisons. Les signaux radioélectriques émis par des objets lointains sont captés et focalisés sur le récepteur. Les signaux radioélectriques sont ensuite convertis en impulsions électriques et transformés en données. Les radiotélescopes révèlent des caractéristiques d'objets célestes que les télescopes optiques ne permettent pas d'observer.

Figure 11.37 Des astronomes du monde entier utilisent l'observatoire VLA (*Very Large Array*) pour étudier les galaxies, les trous noirs, les nébuleuses planétaires et plusieurs autres phénomènes de l'astronomie.



Il est possible de combiner plusieurs radiotélescopes pour obtenir les mêmes résultats qu'avec un seul télescope plus grand. Situé au Nouveau-Mexique, l'observatoire à très large spectre VLA (*Very Large Array*) comprend 27 antennes disposées à 25 m l'une de l'autre (voir la figure 11.37). Ce qui équivaut à un radiotélescope qui mesurerait 36 km de large!

Le savais-tu?

Construire de grands télescopes est difficile et coûteux. Une autre stratégie consiste à utiliser deux ou plusieurs télescopes plus petits pour obtenir un télescope aussi puissant qu'un grand télescope. Cette technique, l'interférométrie, assure la même capacité de détection que celle d'un grand télescope unique.

Vérifie ta lecture

1. Qu'est-ce qu'un satellite artificiel?
2. Nomme trois utilisations scientifiques des satellites autres que les télécommunications.
3. Donne deux raisons pour lesquelles on enverrait d'abord une sonde pour explorer une planète avant d'y envoyer des humains.
4. À quoi servent les radiotélescopes?

Une valise satellite canadienne à la recherche d'autres Terres

La recherche de planètes à l'extérieur de notre système solaire est très difficile. Contrairement aux étoiles, les planètes n'émettent pas leur propre lumière. Elles ne réfléchissent que la lumière de l'étoile autour de laquelle elles tournent. De plus, la lumière réfléchiée doit parcourir de très grandes distances à travers l'espace avant d'atteindre la Terre. Le premier télescope spatial canadien tente de relever le défi de trouver des planètes. Le télescope MOST (*Microvariability and Oscillations of Stars*) détecte les infimes variations de brillance des étoiles. Lorsqu'une planète en orbite autour d'une étoile passe entre la Terre et son étoile, la brillance de cette étoile diminue très légèrement. Cette variation de la brillance est similaire à celle produite par le passage d'un moustique devant un lampadaire de 400 Hz, observée à une distance de 1 000 km !

Le satellite canadien MOST, gentiment surnommé «le télescope spatial humble», a le format d'une valise. Il est en orbite autour de la Terre, d'un pôle à l'autre, à une altitude (la hauteur au-dessus de la Terre) de 820 km. Une orbite complète de MOST autour de la Terre dure environ 100 minutes. Cette altitude lui permet de rester pointé sur l'étoile observée. Le premier objectif du programme MOST est de détecter et d'analyser la lumière réfléchiée par des planètes en orbite autour d'étoiles proches. Son second objectif est de déterminer l'âge et la composition des plus vieilles étoiles proches de notre système solaire.

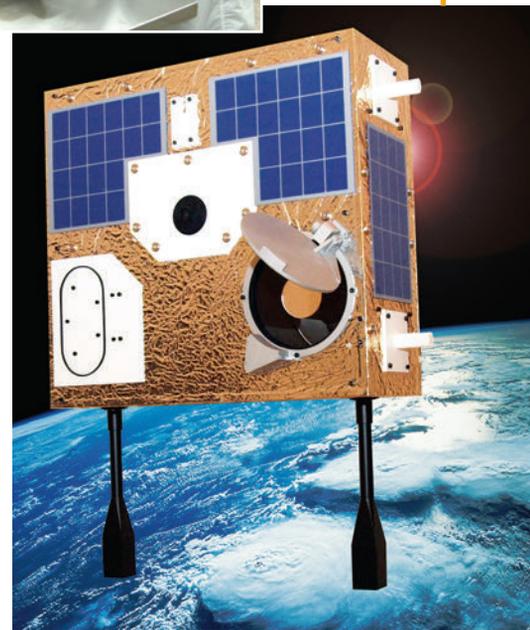
Le satellite MOST transmet ses données aux chercheurs de l'Université de Colombie-Britannique. Les astronomes espèrent pouvoir répondre à plusieurs questions : notre Soleil et les autres étoiles sont-ils semblables ? Les planètes de notre système solaire et les planètes d'autres systèmes solaires sont-elles semblables ? Comment les planètes se sont-elles formées ?

Les années à venir seront sans doute très fructueuses pour le nouveau télescope spatial canadien. Parions sur de nouvelles découvertes sur d'autres systèmes solaires.



Jaymie Matthews, docteur en physique, est le chercheur à la tête du projet MOST.

Le satellite canadien MOST, 150 fois moins cher que le télescope spatial Hubble, aide les astronomes à détecter la présence de planètes en orbite autour d'étoiles situées à plusieurs années-lumière de notre système solaire.



Questions

1. Pourquoi est-il si difficile de trouver des planètes en orbite autour d'étoiles lointaines ?
2. Comment le satellite MOST détecte-t-il des planètes ?
3. Grâce au satellite MOST, les astronomes espèrent répondre à plusieurs questions. Donnes-en deux.

La conception d'une station spatiale

11-3B

Réalise une EXPÉRIENCE

Expérimentation

Vérifie tes compétences

- Faire des recherches
- Planifier
- Produire un rapport

Dans cette activité, tu devras concevoir une station spatiale en orbite autour de la Terre.

Question

Comment concevrais-tu une station spatiale sécuritaire pour ceux qui y vivent, en tenant compte de tout ce qui peut affecter la vie humaine dans l'espace : les radiations solaires, les tempêtes solaires, la température, etc. ?

Marche à suivre

1. Travaille en équipe pour trouver de quels facteurs environnementaux une station spatiale doit se protéger.
2. Fais des recherches pour trouver les technologies qui permettraient de protéger l'équipage et le matériel des facteurs que vous avez déterminés.
3. Conçois les éléments de la station spatiale en utilisant les technologies trouvées à l'étape 2 pour protéger l'équipage et le matériel.
4. Fais une liste des ressources nécessaires aux astronautes pour vivre et travailler dans la station spatiale.
5. Construis un modèle, dessine un schéma ou joue un sketch pour décrire comment tu pourrais obtenir les ressources nécessaires et en disposer, et pour décrire les éléments de protection de ta station spatiale.

Analyse

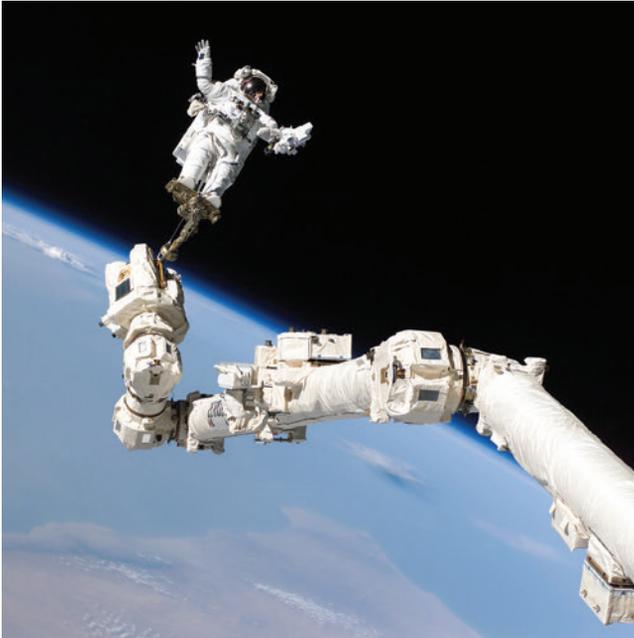
1. Quels sont les trois plus importants facteurs environnementaux à considérer ?
2. Comment as-tu conçu ta station spatiale pour assurer la sécurité des astronautes ?
3. Quel travail les astronautes devraient-ils effectuer sur ta station spatiale ?
4. Comment seraient fournis la nourriture, l'eau et l'air ?
5. D'où proviendrait l'énergie ?
6. Que ferais-tu si des éléments de la station spatiale tombaient en panne ?
7. Que ferais-tu si tu devais sortir à l'extérieur de la station pour effectuer des réparations ?

Conclusion et mise en pratique

1. Pourquoi serait-il important que les concepteurs de la station spatiale aient des formations et des compétences différentes ?
2. Pourquoi serait-il important que les membres de l'équipage de la station spatiale aient des formations et des compétences différentes ?
3. Quelles sont les compétences importantes que devrait posséder l'équipage de la station spatiale ? Pourquoi ?

Des concepts à retenir

1. Nomme trois contributions canadiennes à l'exploration spatiale.
2. À quoi sert principalement une fusée?
3. Pourquoi la station spatiale internationale est-elle appelée « internationale »?
4. Décris quelques avantages du robot Dextre.



5. Explique la différence entre :
 - a) les sondes et les satellites;
 - b) les lunettes astronomiques et les radiotélescopes.
6. Pourquoi les satellites de communications sont-ils placés en orbite géostationnaire?
7. Pour parler des astronautes qui flottent dans le vaisseau spatial, pourquoi l'expression « chute libre » décrit-elle mieux la réalité que « apesanteur »?
8. Quelle est la différence entre les lunettes astronomiques et les télescopes?

Des concepts clés à comprendre

9. Décris un inconvénient du télescope spatial.

10. Fais correspondre les systèmes d'une fusée de la liste A avec leur description de la liste B.

A	B
Système de la fusée	Description
i) carcasse	a) fournit la poussée pour faire décoller la fusée
ii) charge utile	b) contrôle la direction de la fusée
iii) système de guidage	c) contient tous les éléments de la fusée
iv) système de propulsion	d) le matériel transporté par une fusée, y compris les astronautes

11. Quels avantages y a-t-il à effectuer des expériences de laboratoire dans la station spatiale internationale plutôt que sur la Terre?
12. Pourquoi a-t-on programmé les robots mobiles envoyés sur Mars pour qu'ils puissent résoudre eux-mêmes des problèmes plutôt que de les contrôler complètement depuis la Terre?
13. Quelles sont les principales différences entre les bras Canadarm 1 et Canadarm 2?
14. Que doit-on prendre en considération pour concevoir une combinaison spatiale?
15. Trente-cinq nations ont déjà envoyé des humains dans l'espace. À ton avis, comment devrait-on décider à qui appartient l'espace?

Pause réflexion

Dans cette section, tu as découvert les opportunités qui attendent les explorateurs de l'espace. Tu as aussi appris que les voyages dans l'espace présentent des risques. Si on te proposait d'être un des premiers astronautes à aller sur Mars, accepterais-tu d'y aller? Rédige un court paragraphe pour expliquer ta décision.

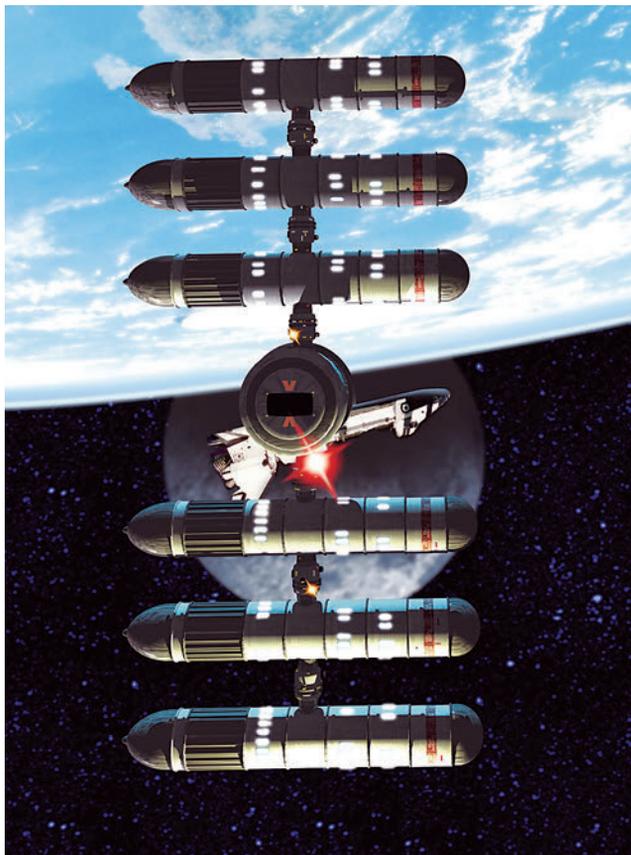
Des concepts à retenir

1. Donne trois traits caractéristiques du Soleil.
2. Trace une vue en coupe du Soleil. Identifie la chromosphère, la photosphère, les taches et les protubérances solaires.
3. Quelle est la différence entre la température des taches solaires et celles du reste de la photosphère ?
4. Quels seraient les effets possibles d'une tempête solaire sur les astronautes d'une station spatiale ?
5. Comment les astronomes nomment-ils la distance moyenne entre la Terre et le Soleil ?
6. Pourquoi la queue d'une comète pointe-t-elle toujours dans la direction opposée au Soleil ?
7. Compare les environnements sur Mars et sur Vénus.
8. Que sont les « étoiles filantes », ces rayons de lumière traversant le ciel la nuit ?
9. a) Comment appelle-t-on la force qui propulse une fusée ?
b) Comment cette force est-elle exercée sur la fusée ?
10. Quels sont les avantages des télescopes en orbite, comme le télescope spatial Hubble, sur les télescopes terrestres ?
11. Explique pourquoi il est moins coûteux d'expédier des robots explorer d'autres planètes que d'y envoyer des humains.

Des concepts clés à comprendre

12. Compare les températures des protubérances solaires, de la photosphère et de la chromosphère.
13. À quels risques sont exposés les astronautes durant une tempête solaire ?
14. Imagine que l'on découvre une nouvelle planète entre Saturne et Uranus. À ton avis, quelles caractéristiques cette planète aurait-elle ?
15. Explique pourquoi il serait très difficile de poser un vaisseau spatial sur la surface de Neptune.
16. Imagine que tu portes une combinaison spatiale et que tu tiennes une cannette de boisson gazeuse dans ta main (le point de fusion d'une cannette en fer-blanc est à 232 °C). Trouve autant de raisons que tu peux pour expliquer pourquoi tu n'arriverais probablement pas à ouvrir cette cannette sur Mercure ou sur Vénus.
17. Explique pourquoi on considère que les débris gelés du nuage d'Oort, situé à plus de 50 000 UA du Soleil, font toujours partie du système solaire.
18. Des scientifiques croient que la Lune s'est formée à la suite de la collision d'un objet de la taille de Mars avec la jeune Terre en formation. Selon toi, que serait-il arrivé si cet objet avait été plus gros que la Terre ?
19. Quelle est la relation entre la distance d'un satellite à la Terre et le temps qu'il met pour compléter une orbite ?
20. Décris un avantage de réaliser des expériences sur la Station spatiale internationale.
21. L'Union soviétique a envoyé quelques sondes *Venera* sur Vénus. Nomme quelques-unes des difficultés éprouvées.
22. Décris les problèmes qui surgiraient s'il suffisait, pour faire un voyage dans l'espace, d'avoir suffisamment d'argent pour payer le billet.

23. Les clients d'un hôtel en orbite, comme sur l'illustration ci-dessous, feraient l'expérience de la micropesanteur, la sensation d'apesanteur. Décris comment l'apesanteur affecterait les activités suivantes, normales d'un hôtel :
- a) manger au restaurant ;
 - b) dormir dans sa chambre ;
 - c) se déplacer de sa chambre à la réception de l'hôtel ;
 - d) prendre une douche ;
 - e) jouer au tennis ou au basket-ball intérieur.



Pause réflexion

En 1998, les représentants des gouvernements de 15 pays ont collaboré pour planifier le développement de la Station spatiale internationale. Comme la technologie augmente nos capacités d'exploration du système solaire, les pays devront discuter et déterminer une façon de coexister dans l'espace. Imagine que tu sois à la tête du comité des Nations Unies responsable de l'exploration spatiale. Rédige un traité en un ou deux paragraphes pour fixer les règles de conduite à suivre pour tous les pays et pour toutes les entreprises qui désirent participer à l'exploration spatiale.