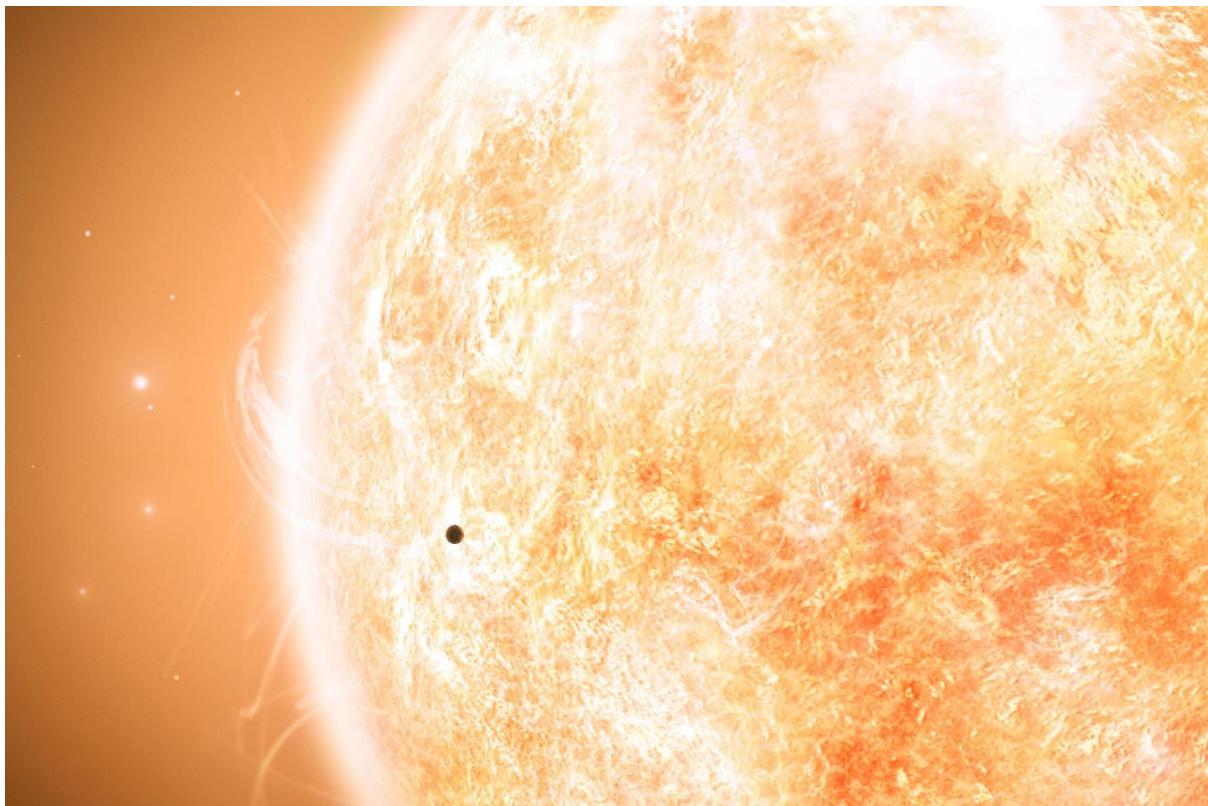


QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



APPROCHER MERCURE SANS SE BRULER LES AILES

GUIDE DE L'ENSEIGNANT

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 minutes	Les élèves du premier cycle. Science et technologie	« Approcher Mercure sans se brûler les ailes » (Magazine Québec Science, volume 57, numéro 2, septembre 2018, pages 26-27), rédigé par la journaliste Marine Corniou.

FICHE TECHNIQUE

OBJECTIFS

Québec Science au secondaire propose des documents pédagogiques afin d'arrimer le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) à l'actualité scientifique. Vous pourrez discuter en classe d'enjeux de société et de nouvelles découvertes, tout en suivant la progression des apprentissages.

L'équipe de Québec Science espère de tout cœur que ces documents vous seront utiles.

CONCEPTS ABORDÉS

Selon la progression des apprentissages

Univers Terre et espace

A. Caractéristiques de la Terre

1. Caractéristiques générales de la Terre
 - a. Structure interne de la Terre
 - i. Décrire les principales caractéristiques des trois parties de la structure interne de la Terre (croûte, manteau, noyau)

B. Phénomènes géologiques et géophysiques

- i. Ressources énergétiques renouvelables et non renouvelables
 - i. Distinguer des ressources énergétiques renouvelables et non renouvelables (ex. : soleil, roche en fusion, eau en mouvement, pétrole)

C. Phénomènes astronomiques

1. Notions d'astronomie
 - a. Gravitation universelle
 - i. Définir la gravitation comme étant une force d'attraction mutuelle qui s'exerce entre les corps
 - c. Lumière
 - i. Définir la lumière comme étant une forme d'énergie rayonnante
 - iii. Expliquer divers phénomènes à l'aide des propriétés de la lumière (cycle du jour et de la nuit, saisons, phases de la Lune, éclipse)
2. Système solaire
 - a. Caractéristiques du système solaire
 - i. Comparer certaines caractéristiques des planètes du système solaire (ex. : distances, dimensions relatives, composition)
 - b. Cycle du jour et de la nuit
 - i. Expliquer l'alternance du jour et de la nuit à l'aide du mouvement de rotation terrestre
 - f. Comètes
 - i. Décrire les principales parties d'une comète (noyau de glace et de roche, queues de gaz et de poussière)
 - h. Impacts météoritiques
 - i. Repérer des traces laissées par les impacts météoritiques sur le territoire québécois (ex. : cratères, astroblèmes)

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

Le 19 octobre 2018, la sonde *BepiColombo* sera lancée afin de se placer en orbite autour de la plus petite planète de notre système solaire, Mercure. Cette mission est d'une complexité énorme en raison de la proximité du Soleil ; les ingénieurs ont dû relever de nombreux défis en lien avec la température et l'attraction gravitationnelle. Une fois rendue à destination en 2025, la sonde permettra d'élucider des mystères de Mercure, tel que sa composition et la présence de glace d'eau dans certains cratères.

FONCTIONNEMENT

Commencez par une lecture individuelle du texte. Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève. Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer. À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

SUGGESTION D'AMORCE

Quels sont les planètes du système solaire ? Que savons-nous sur ces planètes ? Comment pouvons-nous en apprendre plus sur les astres lointains ?

CORRIGÉ DU CAHIER DE L'ÉLÈVE

1. Après la sonde **MESSENGER** de la NASA, **BepiColombo** sera la prochaine à explorer Mercure, une planète bien peu étudiée jusqu'à présent. Mercure est la plus petite planète de notre système solaire.

- a. Une planète est un astre qui possède 3 caractéristiques essentielles. Laquelle de ces caractéristiques **ne définit pas** une planète ?
- i. Elle est en orbite autour d'une étoile
 - ii. **Elle produit sa propre lumière**
 - iii. Elle est à peu près sphérique
 - iv. Elle ne doit pas avoir de corps de taille comparable sur un orbite proche du sien, sauf s'il s'agit de ses propres satellites

1

b. Mercure, une planète avec une surface solide, est composée de roches et de métaux. Les quatre planètes les plus proches du Soleil partagent toutes cette caractéristique.

- i. Peux tu nommer, de la planète la plus proche du Soleil à la plus éloignée, ces 4 planètes ?

Mercure, Vénus, Terre, Mars (1 point pour l'ensemble des 4 noms, 1 point pour le bon ordre)

1 2

- ii. Quel mot utilise-t-on pour qualifier ces 4 planètes (indice : ce mot provient du latin *tellus* qui veut dire « terre ») ?

Tellurique

1

c. Les 4 autres planètes du système Solaire se nomment les planètes joviennes.

- i. Complète l'énoncé suivant :

Les planètes joviennes, c'est-à-dire Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, sont aussi appelées des planètes **géantes gazeuses**. Contrairement aux planètes **telluriques**, qui sont composées de roches et de métaux, ces planètes sont formées presque entièrement **d'éléments gazeux**.

1 point par élément

1 2 3 4

- ii. Quel élément physique retrouve-t-on entre les deux groupes de 4 planètes ?

On retrouve la ceinture d'astéroïdes

1

- d. Il existe aussi un autre groupe d'astres très similaire aux planètes, les planètes naines. La plus connue de ces planètes naines, Pluton, est très similaire aux planètes mais ne répond pas à l'une des trois caractéristiques essentielles.

En te référant à la question 1.a, quelle caractéristique manque-t-il à Pluton pour être considérée comme une « vraie » planète ?

Elle ne doit pas avoir de corps de taille comparable sur un orbite proche du sien, sauf s'il s'agit de ses propres satellites. Comme Pluton partage son orbite avec d'autres astres, elle ne peut pas être considérée comme une « vraie » planète

1

2. La mission *BepiColombo* comporte plusieurs défis de taille. Le premier défi : la température très élevée sur Mercure. La température peut atteindre 430 °C le jour.

- a. Pourquoi fait-il plus chaud sur Mercure que sur Terre ?

Parce que Mercure est plus proche du Soleil que la Terre

1

- b. La température mesure la quantité de mouvement (degré d'agitation, aussi appelé agitation thermique) des particules.

Relie les astres avec leur température moyenne ainsi qu'au degré d'agitation des particules correspondant.

Astre	Température			Degré d'agitation des particules	
Soleil	0	0	Élevée	0	0
Pluton	0	0	Froide	0	0
Terre	0	0	Extrêmement élevée	0	0
Mercure	0	0	Moyenne	0	0

Peu agitées - Froide - Pluton , Agitées-Moyenne-Terre, Très agitées-Élevée-Mercure, Les plus agitées-Extrêmement élevée-Soleil. 0.5 point par trio de bonnes réponses

0.5 1 1.5 2

- c. La dilatation thermique est un phénomène qui survient lorsque la température d'un corps est modifiée. Le changement de température (et par le fait même du niveau d'agitation des particules) entraîne un changement du volume de l'objet.

Pour chacun des énoncés suivants, indique si le volume augmente ou diminue.

- i. Lorsque l'on augmente la température, le volume d'un objet augmente.
- ii. Si les particules deviennent de moins en moins agitées, le volume de l'objet diminue.
- iii. Le volume d'un objet sur la sonde *BepiColombo* augmente lorsqu'il s'approche de Mercure.
- iv. Si on rapporte une roche de Mercure (prise de jour, lorsque la température peut atteindre 430°C) sur Terre, son volume diminue.

0.5 point par bonne réponse

0.5 1 1.5 2

- d. On dit que la température sur Mercure atteint 430°C le jour. Comme la lumière voyage en ligne droite, le Soleil ne peut éclairer qu'une moitié de Mercure à la fois.
- i. Qu'est-ce qui permet à Mercure de recevoir de la lumière du Soleil sur toute sa surface ?

La rotation de Mercure sur elle-même

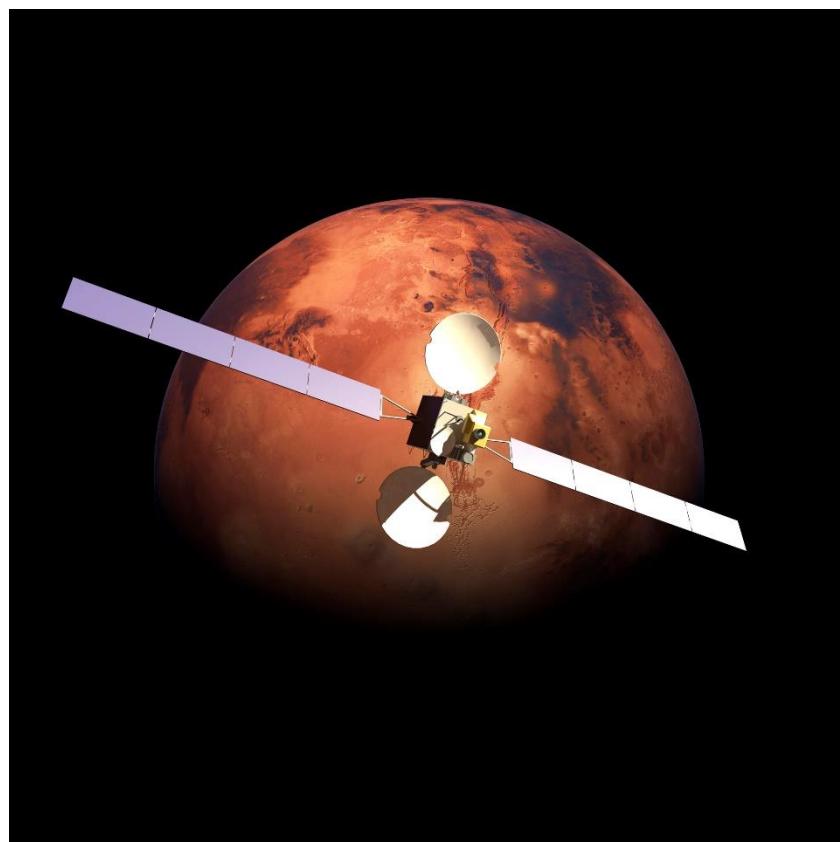
1

- ii. Sur Terre, les durées du jour et de la nuit sont inégales. Près de l'équateur, cette différence est faible, mais elle est énorme près des pôles.
Quelle caractéristique de la Terre crée ces inégalités dans les cycles jours/nuit ?

L'inclinaison de la Terre ; son axe de rotation est incliné à 23,4° par rapport à la verticale

1

3. La sonde *BepiColombo* quittera la Terre pendant plusieurs années. Il est donc très important qu'elle puisse produire elle-même son énergie. Dans ce but, les ingénieurs y ont installé de grands panneaux solaires, panneaux qui pourront notamment alimenter les moteurs ioniques de la sonde.



- a. L'énergie lumineuse alimente les panneaux solaires. D'où provient cette énergie lumineuse ?

Elle provient du Soleil

1

- b. La lumière est un rayonnement électromagnétique, tout comme les rayons X, les rayons ultraviolets ou les rayons infrarouges.

Quelle caractéristique nous permet de distinguer la lumière des autres rayonnements ?

La lumière est le seul rayonnement électromagnétique qui peut être vu, perçu par nos yeux

1

c. Les ingénieurs ont installé des panneaux photovoltaïques sur la sonde pour capter l'énergie solaire. Ils permettent de convertir cette énergie en énergie électrique. Sur Terre, il est possible de transformer plusieurs formes d'énergie afin de les utiliser.

i. Pour chacune de ces transformations, indique la forme d'énergie avant la transformation et après la transformation

Forme d'énergie avant transformation	Transformation	Forme d'énergie après transformation
Énergie solaire	Panneaux photovoltaïques	Énergie électrique
Énergie hydraulique (ou gravitationnelle)	Barrage hydroélectrique	Énergie électrique
Énergie du vent	Éolienne	Énergie électrique
Énergie de la biomasse	Combustion du bois ou des biogaz	Énergie thermique
Énergie fossile (ou chimique)	Moteur à essence	Énergie cinétique
Énergie solaire	La photosynthèse effectuée par une plante	Énergie chimique (ou énergie de la biomasse)

0.5 points par bonne réponse

0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5

ii. Dans le domaine de l'aérospatiale, on utilise souvent des combustibles afin de propulser les véhicules spatiaux. Quel est l'avantage de l'énergie solaire par rapport à un combustible ?

La lumière est une ressource renouvelable. On peut capter et transformer énormément d'énergie à partir du Soleil, et ce tout au long du voyage (1). Un combustible n'est pas renouvelable et il faut stocker les combustibles dans l'appareil pour tout le voyage (1). Il est impossible de produire des combustibles dans l'espace. Si l'appareil tombe à sec, il ne peut plus les utiliser.

1 2

4. La température élevée n'est pas le seul défi qui guette *BepiColombo*. Le lancement de la sonde sera très complexe en raison de la gravité du Soleil.

Vrai ou faux ? Si l'énoncé est faux, corrige-le

- a. La gravitation universelle est une force responsable de la répulsion entre tous les corps ayant une masse.
Faux, responsable de l'attraction
- b. Tous les corps exercent une force gravitationnelle entre eux, peu importe leur masse.
Vrai
- c. La force gravitationnelle dépend de la masse des objets et de la distance entre les objets.
Vrai
- d. Plus l'objet est grand, plus la force gravitationnelle est grande.
Vrai
- e. Plus la distance entre les objets est grande, plus la force gravitationnelle est grande.
Faux, plus la distance augmente plus la force diminue
- f. Il faut beaucoup d'énergie pour placer une sonde autour de Mercure car la force gravitationnelle du Soleil est plus faible quand on s'en approche.
Faux, quand on s'approche du Soleil sa force gravitationnelle est plus grande. Il faut donc plus d'énergie pour combattre sa force d'attraction

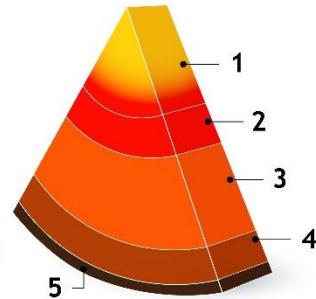
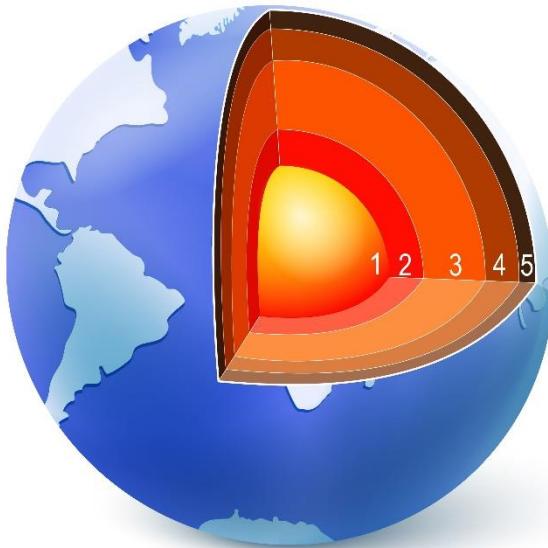
1 2 3 4 5 6

5. La sonde permettra de mieux comprendre la composition de Mercure. Les données recueillies lors de précédentes expéditions ont surpris plusieurs scientifiques ;

« [...] on pensait que son noyau était solidifié, donc qu'il n'y avait pas de champ magnétique dynamique. *Mariner 10* a démontré l'inverse ! »
Johannes Benkhoff

La structure interne de Mercure pourra peut-être nous surprendre.

- a. Nous connaissons bien la structure interne de notre planète, la Terre. Indique à quelle structure correspond chacun des numéros indiqués sur le schéma suivant :



1. Noyau interne
2. Noyau externe
3. Manteau interne
4. Manteau externe
5. Croûte terrestre

0.5 1 1.5 2 2.5

b. Les sondes envoyées vers Mercure au cours des années nous ont permis d'en apprendre un peu plus sur cette planète, notamment sur sa structure interne. À la surprise de plusieurs scientifiques, le noyau de Mercure ne serait pas solide.

i. Sous quel(s) état(s) le noyau de la Terre se retrouve-t-il ?

Le noyau interne est solide, tandis que le noyau externe est liquide

1 2

ii. De quoi est composé le noyau de la Terre (2 éléments) ?

De fer et de nickel

1 2

6. On a retrouvé sur Mercure plusieurs cratères. *BepiColombo* aura comme mission d'analyser les matériaux qui s'y trouvent. On retrouve aussi sur la Terre plusieurs cratères issus d'impacts météoritiques (collisions entre la Terre et une météorite).

a. De quoi est composé une météorite ?

- i. De glace et de roche
- ii. De roches ou de métaux
- iii. De gaz

Roches ou métaux (ferreux)

1

b. Quelle est la différence entre un météore (étoile filante) et une météorite ?

Une météorite atteint la surface de la Terre ; un météore n'atteint jamais la surface

1

c. Lorsqu'ils s'approchent de la surface de la Terre, les météores et les météorites doivent franchir l'atmosphère terrestre.

i. Explique, dans tes mots, ce qui arrive aux météores et météorites.

Les météores et météorites entrent en collision avec les molécules de l'atmosphère, ce qui entraîne beaucoup de friction (1). Cette friction produit énormément de chaleur et de lumière. Les météores/météorites sont complètement/partiellement désintégrés par cette friction (1)

1 2

ii. L'atmosphère de Mercure est ténue (négligeable, très faible). Que se passe-t-il quand une météorite s'approche de Mercure (par rapport à une météorite qui s'approche de la Terre) ?

Cette météorite subira beaucoup moins de friction puisqu'il n'y a presque pas de gaz autour de Mercure (1). Ainsi, la météorite est très peu désintégrée, elle ne subit presque pas de perte de masse et son impact est beaucoup plus important. (1) Il y a très peu de chance que le corps soit complètement désintégré avant de toucher la surface Mercurienne.

1 2

d. Lorsqu'une météorite de grande taille percute la surface terrestre, l'impact météoristique peut former un énorme trou.

i. Quel nom donne-t-on au trou laissé sur la surface terrestre par la météorite (autre nom pour le cratère météoristique) ?

Astroblème

1

ii. Existe-t-il de tels cratères dans la province du Québec ?

Oui, par exemple les astroblèmes de Charlevoix, Manicouagan, Pingualuit, La Moinerie, du lac de la Presqu'île.

1

iii. Pourquoi est-il parfois difficile de les observer ?

Même s'ils pouvaient être énormes à leur formation, plusieurs cratères datent de millions, voire de milliards d'années. Avec le temps, l'érosion et la sédimentation les effacent peu à peu.

1

7. À notre grande surprise, on a retrouvé de la glace d'eau dans certains cratères de Mercure. Une comète pourrait être à l'origine de tels cratères.

a. De quoi est composé la tête d'une comète ?

De roche et de glace

1

b. La deuxième partie d'une comète se nomme la queue ; on distingue deux queues, soit la queue ionique et la queue de poussières.

Pour les énoncés suivants, indique s'il s'agit d'une caractéristique de la queue ionique ou de la queue de poussières

Elle est composée de poussières	Queue de poussières
Elle est composée de gaz ionisés (plasma)	Queue ionique
Elle s'oriente selon la position du Soleil (toujours dans la direction opposée)	Queue ionique
Elle s'oriente selon l'orbite de la comète (une trainée en arrière de la comète)	Queue de poussière

0.5 1 1.5 2

c. Vrai ou faux : les comètes produisent elles-mêmes leur lumière.

Faux, c'est le Soleil qui produit de la lumière, la comète ne fait que réfléchir la lumière

1

/50

POUR ALLER PLUS LOIN

Envoyer une sonde vers Mercure nous permettra d'en apprendre beaucoup plus sur cette planète. Nous sommes encore loin des premières missions humaines pour s'y rendre.

Quels défis supplémentaires se dresseraient pour une mission humaine ?

Quels sont les conditions (gravité, températures, climat, etc.) sur Mercure ?

Renseigne-toi sur les conditions à la surface de différentes planètes et différents satellites de notre système solaire.

Conçu et réalisé grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique