



# BepiColombo

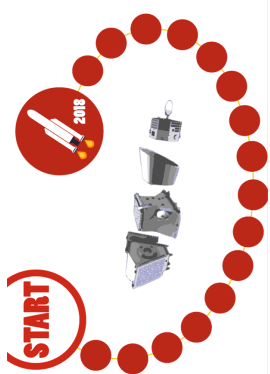
## le jeu



Un jeu mis au point par les astronomes pour faire découvrir la planète Mercure, la mission BepiColombo et l'exploration du Système solaire !

3 - 7 joueurs  
10 ans et +  
30 min

# Les règles



## MATERIEL

Pour jouer, il vous faut imprimer ce document pdf recto-verso en couleurs, imprimer le plateau de jeu au format paysage, le plus grand possible, découper les cartes « découverte », « invention » et « collègue », ainsi que les cartes numérotées disponibles dans ce document, et vous procurer un dé, un sablier de 30 secondes, ainsi que un pion pour chaque équipe, puis enfin un pion pour représenter BepiColombo.

## BUT DU JEU

Le but du jeu est d'avoir le maximum de découvertes scientifiques, de nouvelles inventions et de nouveaux collègues à la fin de la mission BepiColombo.

BepiColombo est une mission spatiale qui a quitté la Terre dans la nuit du 19 au 20 octobre 2018. Composée de quatre modules au moment du décollage, BepiColombo va permettre de mettre deux sondes spatiales, MMO ("Mio") et MPO ("Bepi"), en orbite autour de la planète Mercure à la fin de l'année 2025. Entre temps, BepiColombo va survoler la Terre, Vénus et Mercure, au cours des 18 tours autour du Soleil que compte la phase de croisière de BepiColombo.

Mercure est la planète de type terrestre la moins explorée du Système solaire. Seulement deux sondes (de la NASA) s'y sont déjà aventurées. Ces deux sondes ont permis de révéler une planète complexe, à la surface semblable (à première vue) à celle de la Lune, dotée d'un très grand noyau par rapport à son rayon, n'ayant pas d'atmosphère mais une "exosphère", pourvue d'un champ magnétique intrinsèque (c'est la plus petite magnétosphère du Système solaire), et dont l'orbite ne peut être comprise si l'on ne prend pas en compte les effets de la Relativité générale.

BepiColombo, mission conjointe de l'ESA (l'agence spatiale européenne) et de la JAXA (l'agence spatiale japonaise), est partie dans l'espace à bord d'un lanceur Ariane 5. Cette mission, née d'un projet proposé en 1993, rassemble une grande communauté de chercheurs, d'ingénieurs et de techniciens, femmes et hommes, européens et japonais, qui ont travaillé ensemble à préparer la mission avant son lancement, et qui vont continuer à suivre BepiColombo tout au long de ses sept années de voyage, et encore bien longtemps après.

Ce jeu vous propose de rentrer dans la peau des équipes scientifiques de BepiColombo, pour découvrir, à travers une série de plus de 150 questions-réponses, les secrets de cette mission spatiale inédite.

Toute l'actualité du jeu  
et de nombreuses  
ressources pédagogiques sont  
disponibles sur le site :  
[www.planete-mercure.fr](http://www.planete-mercure.fr)

Les règles présentées ici sont celles de la version courte du jeu, qui peut être jouée en une vingtaine de minutes lors d'un stand d'animation scientifique, l'animateur ou l'animatrice jouant alors le rôle du responsable d'Agence spatiale. Cette version peut également être jouée en classe, par équipe de cinq ou sept enfants, du CM2 à la terminale. Une version longue est détaillée en ligne.

## DEROULEMENT DU JEU

Les joueurs désignent un maître du jeu, le responsable d'Agence spatiale, qui conduit le jeu, lit les questions et donne la bonne réponse si besoin. Les autres joueurs se répartissent en 2 ou 3 équipes. On place le pion BepiColombo sur la case START, ainsi que les pions des équipes.

La première équipe lance le dé et progresse sur l'étoile, dans le sens qu'elle souhaite. Pour chaque case « question », le responsable d'Agence spatiale demande « recherche » ou « technologie » et pose une question de la fiche correspondante (voir les thèmes ci-dessous).

Sur chaque fiche question, la difficulté est de plus en plus importante. Des fiches questions « petits scientifiques » sont disponibles pour les enfants de 10 ans et moins. Le responsable d'Agence spatiale lit également l'événement correspondant au numéro tiré par l'équipe si elle tombe sur une case « événement ».

Il peut donner des explications au fur et à mesure. A la fin de l'action d'une équipe (détail des cases ci-dessous), on avance le dé BepiColombo sur les cases rouges puis l'équipe suivante lance le dé, et avance du nombre de cases indiquées sur l'étoile, et ainsi de suite.

Quand BepiColombo arrive sur la case lancement rouge, toutes les équipes placent leur pion sur la case lancement bleue. A partir de là, chaque équipe lance le dé pour atterrir sur la case survol correspondante. Elle a alors 30 secondes pour répondre à un maximum de questions du responsable d'Agence spatiale, qui choisit un thème au choix en fonction de la difficulté et des questions déjà posées.

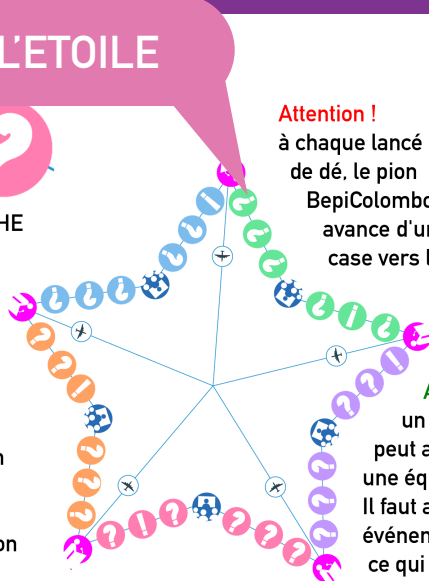
## DETAILS DES CASES DE L'ETOILE

Mène l'enquête ! Sur les cases questions, essaye d'obtenir une **DECOUVERTE** scientifique en répondant correctement à une question **RECHERCHE** ou une **INVENTION** en répondant à une question **TECHNOLOGIE**, de la couleur de la case !

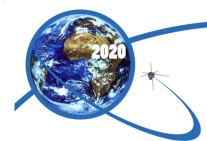


Les cases "conférence" et "vidéoconférence" permettent de gagner les cartes COLLEAGUE. Quand une équipe se trouve sur une case **conférence**, elle peut prendre l'avion et se rendre dans une autre conférence. Si c'est une **vidéoconférence**, toutes les autres équipes mettent leur pion sur la vidéoconférence de leur branche

et c'est la première équipe qui répond juste qui gagne le COLLEAGUE.



**Attention !**  
à chaque lancé de dé, le pion BepiColombo avance d'une case vers le lancement !



Sur une case survol, une équipe a 30 secondes (le temps d'un sablier) pour répondre à un maximum de questions et accumuler les résultats scientifiques. Toute question commencée avant la fin du sablier peut être jouée et donner une découverte OU une invention OU un collègue.



**Attention !**  
un événement inattendu peut avantager ou désavantager une équipe scientifique ! Il faut alors tirer une carte événement pour savoir ce qui se passe !

## FIN DU JEU

Quand le pion d'une équipe arrive sur Mercure, on arrête immédiatement le jeu. On compte alors le nombre de cartes « découverte », « invention » et « collègue » détenu par chaque équipe (un point par carte). Un bonus de trois points est accordé par trio de cartes « collègue + découverte + invention » obtenu par chaque équipe.





**BepiColombo**  
le jeu

## Les Thèmes de RECHERCHE et de TECHNOLOGIE :



COMPOSITION INTERNE



PROPULSION



SURFACE



INSTRUMENTATION



EXOSPHERE



TELECOMMUNICATION



MAGNETOSPHERE



SONDES



MECANIQUE CELESTE ET RELATIVITE

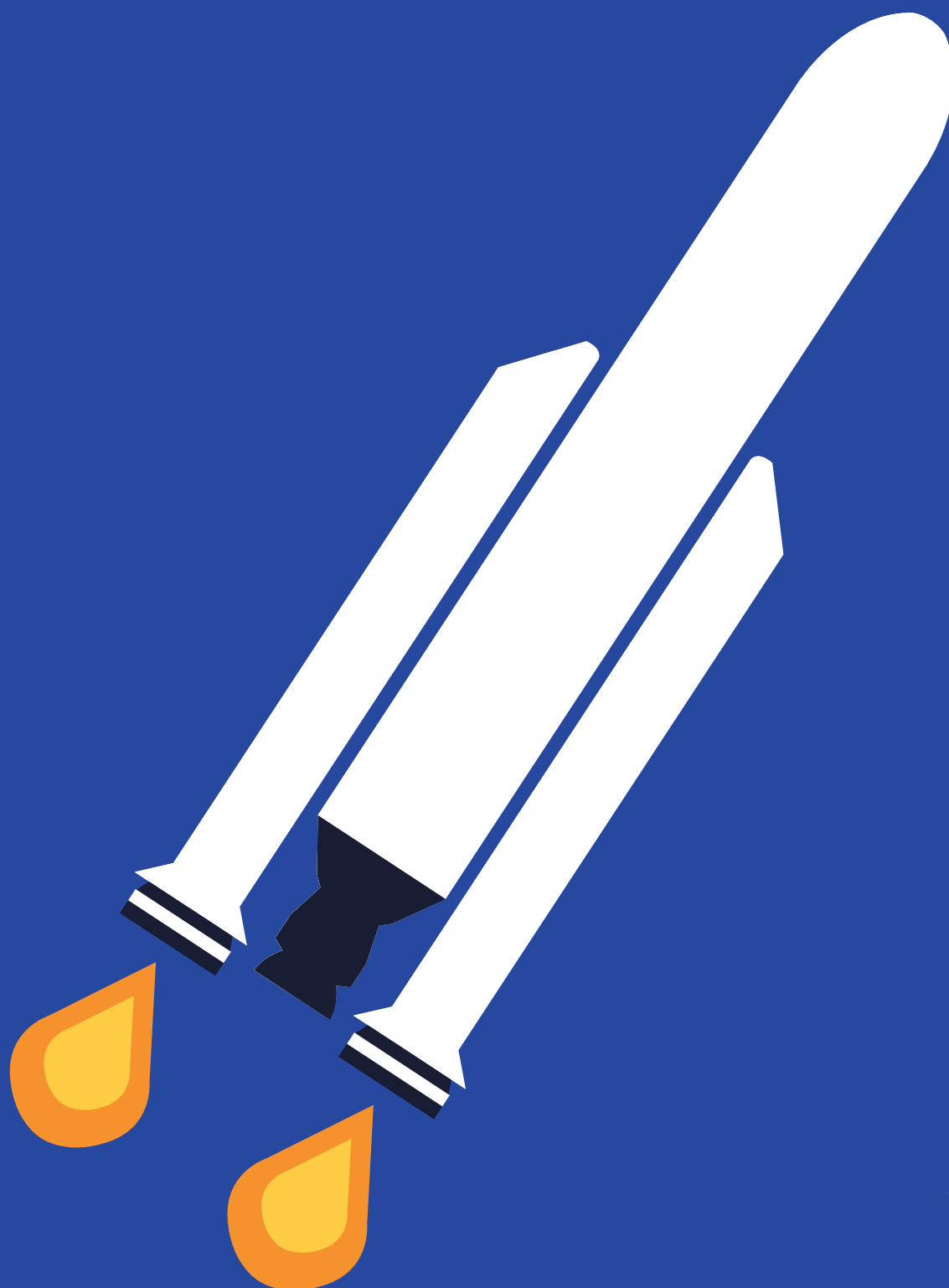


LANCEUR





# Le lanceur

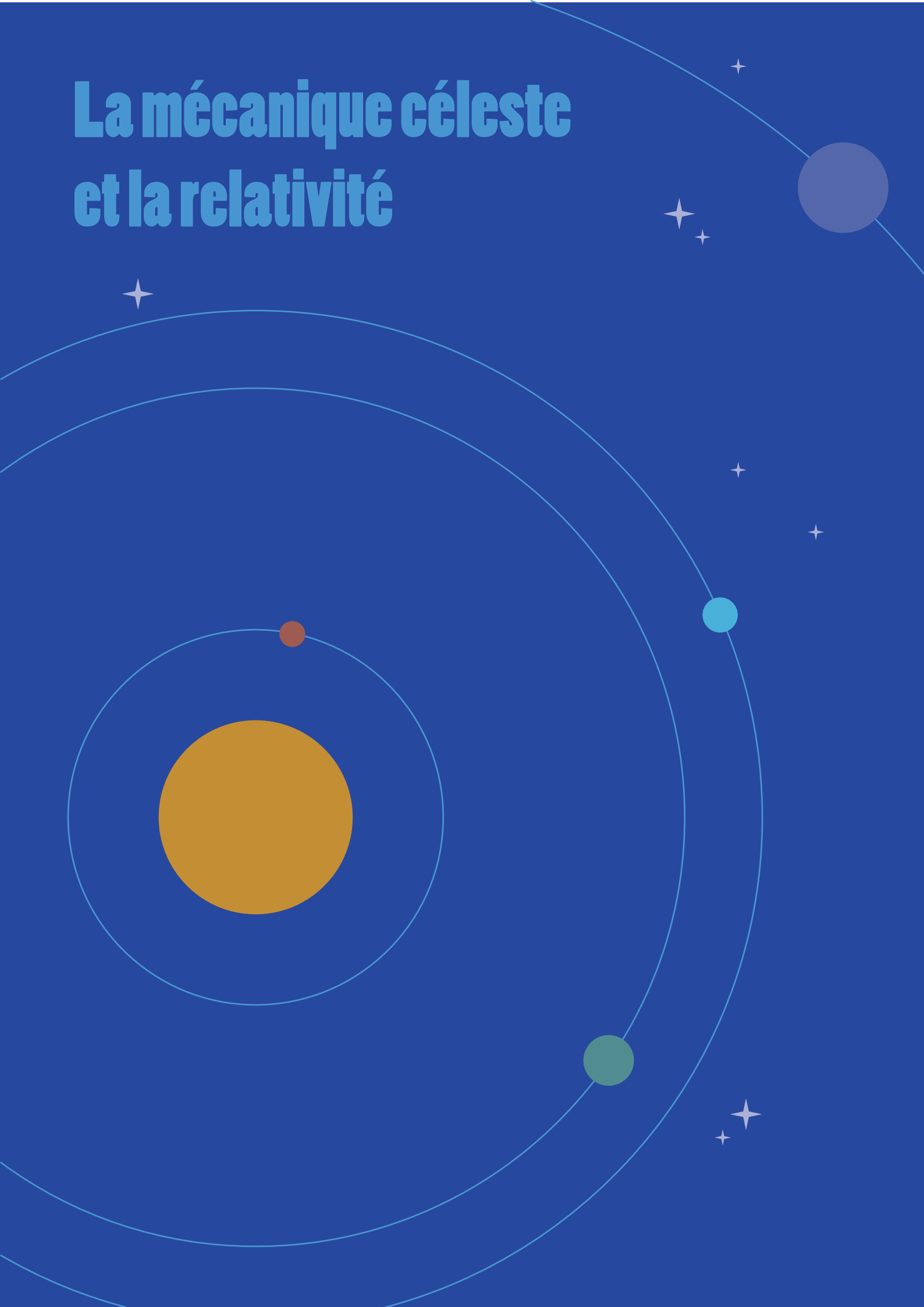


# Le lanceur

## Technologie

1. Comment BepiColombo est-il parti dans l'espace ?  
a. en avion / **b. avec une fusée, ou un "lanceur"** / c. en trottinette électrique
2. Pourquoi le trajet Terre-Mercure est-il aussi long (départ 2018, arrivée 2025) ?  
a. parce que Mercure est très loin de la Terre / **b. parce que l'on va faire des survols de planètes pour économiser du carburant et de l'argent** / c. parce que BepiColombo est ralenti par le vent solaire qui se propage dans l'autre sens
3. Pourquoi les boosters se détachent-ils de la fusée une fois dans l'espace ?  
a. car il retombent sur Terre pour y être recyclés / b. parce qu'ils ne résistent pas au vent solaire / **c. parce qu'il n'ont plus de carburant et sont donc inutile**
4. A quoi servent les lanceurs Ariane V ?  
a. à envoyer des astronautes sur la Lune / **b. à lancer des sondes spatiales** / c. à mettre des touristes dans l'espace en orbite autour de la Terre
5. Qu'est-ce que la charge utile ?  
a. un poids qui va ralentir la sonde pour qu'elle ne s'envole pas trop vite / **b. le poids de la sonde et de ses composants uniquement** / c. le stock de carburant
6. Par quel lanceur a été envoyé BepiColombo ?  
**a. Ariane V** / b. FalconX / c. Soyouz
7. D'où a été lancé BepiColombo ?  
a. de Paris / b. de Cap Canaveral aux États-Unis / **c. de Kourou en Guyane**
8. Quels types de moteurs utilisent les lanceurs actuels ?  
a. moteurs à ions / b. moteurs hydrauliques / **c. moteurs à réaction chimique**
9. Combien de propulseurs compte un lanceur Ariane 5 ?  
a. 1 / b. 3 / **c. 4**
10. Quel est le nom du principal du lanceur ?  
a. moteur Hurricane / **b. moteur Vulcain** / c. moteur Spoke
11. Quel est le poids du lanceur Ariane 5 au décollage ?  
**a. 700 tonnes au décollage (soit 10 % du poids de la Tour Eiffel)** / b. 19 tonnes (soit le poids d'un autobus)  
c. 5230 tonnes (soit 10 % du poids du Titanic)
12. Comment sont limitées les vibrations du lanceurs lors du décollage ?  
a. de l'eau au-dessus des moteurs / b. de la mousse sur le corps principal de la fusée / **c. les deux**
13. Comment s'appelle la partie du lanceur qui a protégé BepiColombo pendant le lancement ?  
**a. la coiffe** / b. la jupe inter étage / c. la cage d'équipement
14. À quelle vitesse le lanceur est-il tracté vers la zone de lancement, à Kourou, en Guyane ?  
a. à moins de 1 km/h / **b. de 3 à 4 km/h** / c. de 50 à 72 km/h

# La mécanique céleste et la relativité



# La mécanique céleste et la relativité

## Recherche

1. La route de Mercure autour du Soleil forme :  
a. un cercle / b. un triangle / c. un ovale (ellipse, pour être plus précis)
2. Combien y a-t-il de planètes dans le système solaire ?  
a. 3 planètes / b. **8 planètes** / c. 12 planètes
3. Qui a énoncé la théorie de la relativité ?  
a. **Albert Einstein** / b. Marie Curie / c. Louis Pasteur
4. Combien de satellites naturels tournent autour de Mercure ?  
**0** ou 1 ou 2
5. Combien d'anneaux possède Mercure ?  
**0** ou 1 ou 2
6. Mercure, est-elle la planète :  
a. **la plus proche du Soleil** / b. la plus loin du Soleil / c. la plus proche de la Terre
7. Quelle est la durée de la journée sur Mercure ?  
a. 24h (1 jour terrestre) / b. **176 jours terrestres** / c. 256 jours terrestres
8. Quelle est la durée de l'année sur Mercure ?  
a. **88 jours terrestres** / b. 176 jours terrestres / c. 365 jours terrestres
9. Quelle est la particularité de l'orbite de Mercure ?  
a. sphérique / b. **résonance 3:2 (3 tours sur elle-même en 2 tours autour du Soleil)** / c. rétrograde
10. Quelle est la durée la plus longue sur Mercure ?  
a. l'année / b. **le jour (révolution complète)** / c. la minute
11. Quelle est la distance Mercure-Soleil moyenne ?  
a. **58 millions de km** / b. 150 millions de km / c. 1 million de km
12. Qui s'est servi de Mercure pour prouver une théorie universelle ?  
a. Darwin / b. Newton / c. **Einstein**
13. Quelle est l'obliquité (inclinaison de l'axe de rotation) de Mercure ?  
a. **0.1°** / b. 23° / c. 90°
14. Grâce à quoi peut-on le mieux tester la théorie de la relativité générale avec la planète Mercure ?  
a. **avance de son périhélie (passage au plus proche du Soleil)** / b. elle dévie la lumière du Soleil / c. la lumière du Soleil ne va pas à la même vitesse aux environs de Mercure

# Composition interne





# Composition interne

## Recherche

6. Mercure est une planète :

a. gazeuse / b. liquide / **c. tellurique**

7. Si la Terre est un ballon de football (22 cm de diamètre), quel objet pourrait représenter Mercure ?

a. une bille (1,5 cm de diamètre) / **b. une orange (8 cm de diamètre)** / c. un gros melon (16 cm de diamètre)

8. Si la Terre avait la masse d'un éléphant de savane d'Afrique (6 000 kg), quel animal aurait la masse de Mercure ?

**a. un tigre (300 kg)** / b. un hippopotame (1500 kg) / c. une gazelle (20 kg)

9. Quel est le rayon de Mercure ?

**a. 2400 km** / b. 6500 km / c. 10000 km

10. Au centre de la planète Mercure, il y a :

a. un "cœur", comme dans un artichaut / b. des "pépins", comme dans une pomme / **c. un "noyau", comme dans un abricot**

11. Sachant que Mercure a un diamètre de 4800 km environ, quelle est le diamètre de son noyau ?

**a. 3600 km** / b. 500 km / c. 2400 km

12. Dans quel état physique est le noyau métallique de Mercure ?

a. solide / b. liquide / **c. les deux**

13. Y a-t-il de l'activité interne sur Mercure comme sur la Terre ?

a. non / b. oui / **c. peut-être (on n'a pas assez de mesures pour le démontrer)**

14. Quel pourcentage de la masse de la Terre correspond à la masse de Mercure ?

**a. 5.5%** / b. 49 % / c. 120 %

15. Comment est créé le champ magnétique de Mercure ?

a. par un aimant géant / **b. par un noyau métallique partiellement liquide (+1 publication magnétosphère)** / c. par de la fusion nucléaire

16. En terme de densité, laquelle de ces trois planètes est la moins dense des planètes telluriques du système solaire ?

**a. Mars** / b. La Terre / c. Mercure

17. En terme de densité, laquelle de ces trois listes contient-elle des planètes classées de la moins dense à la plus dense ?

a. Mercure, la Terre, Saturne / b. Saturne, La Terre, Mercure / **c. Saturne, Mercure, La Terre**

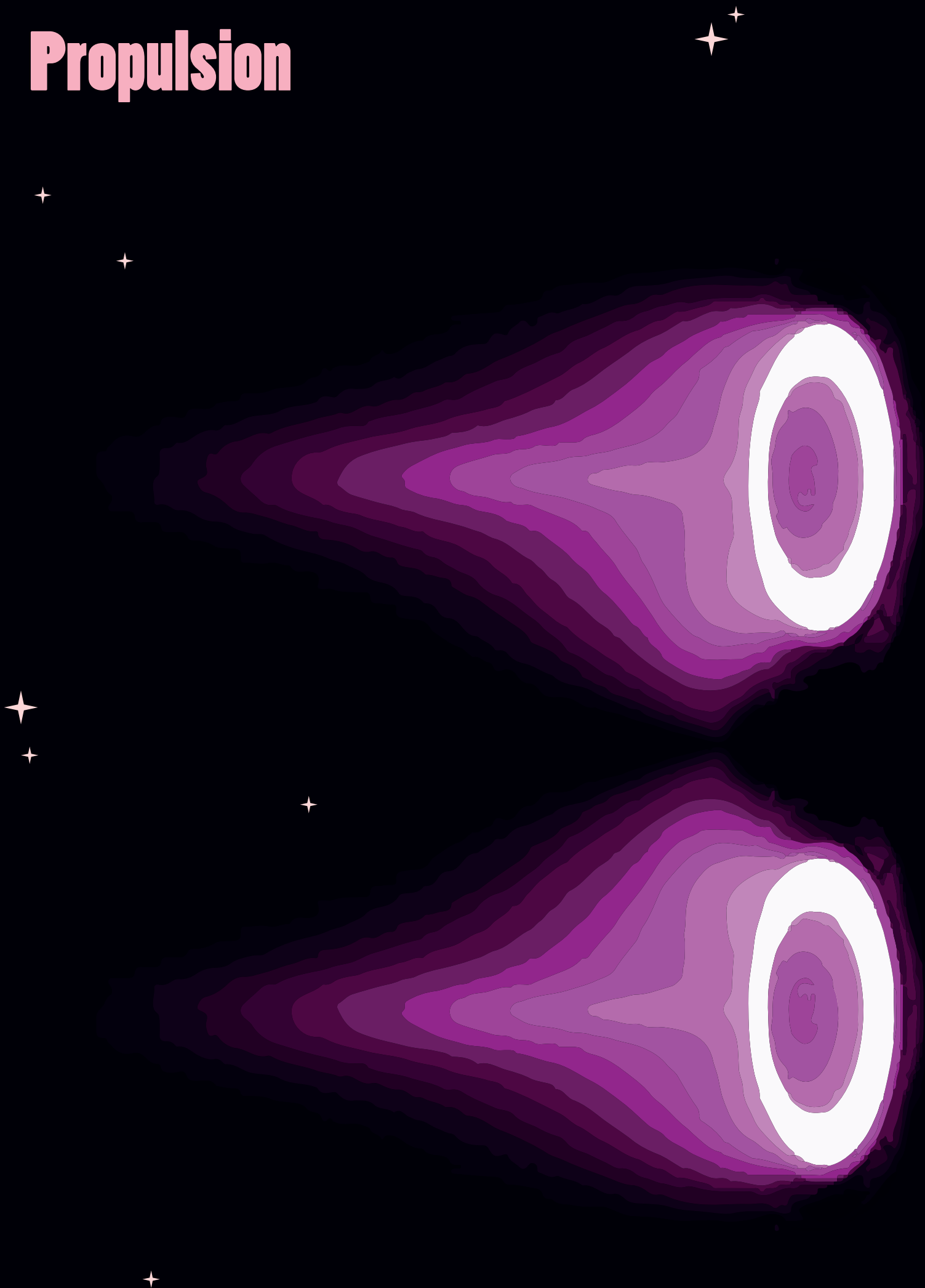
18. Pourquoi Mercure est-elle considérée (jusqu'à présent) comme une planète "figée" ?

a. parce que son noyau est solide / **b. parce qu'il n'y a pas de tectonique des plaques découverte à ce jour** / c. parce que la planète ne peut pas abriter la vie

19. De quoi serait constituée la croûte de Mercure ?

a. d'une unique croûte faite de silicates / b. d'une unique croûte faite de carbone / **c. d'une croûte primaire de carbone recouverte d'une croûte secondaire de silicates**

# Propulsion

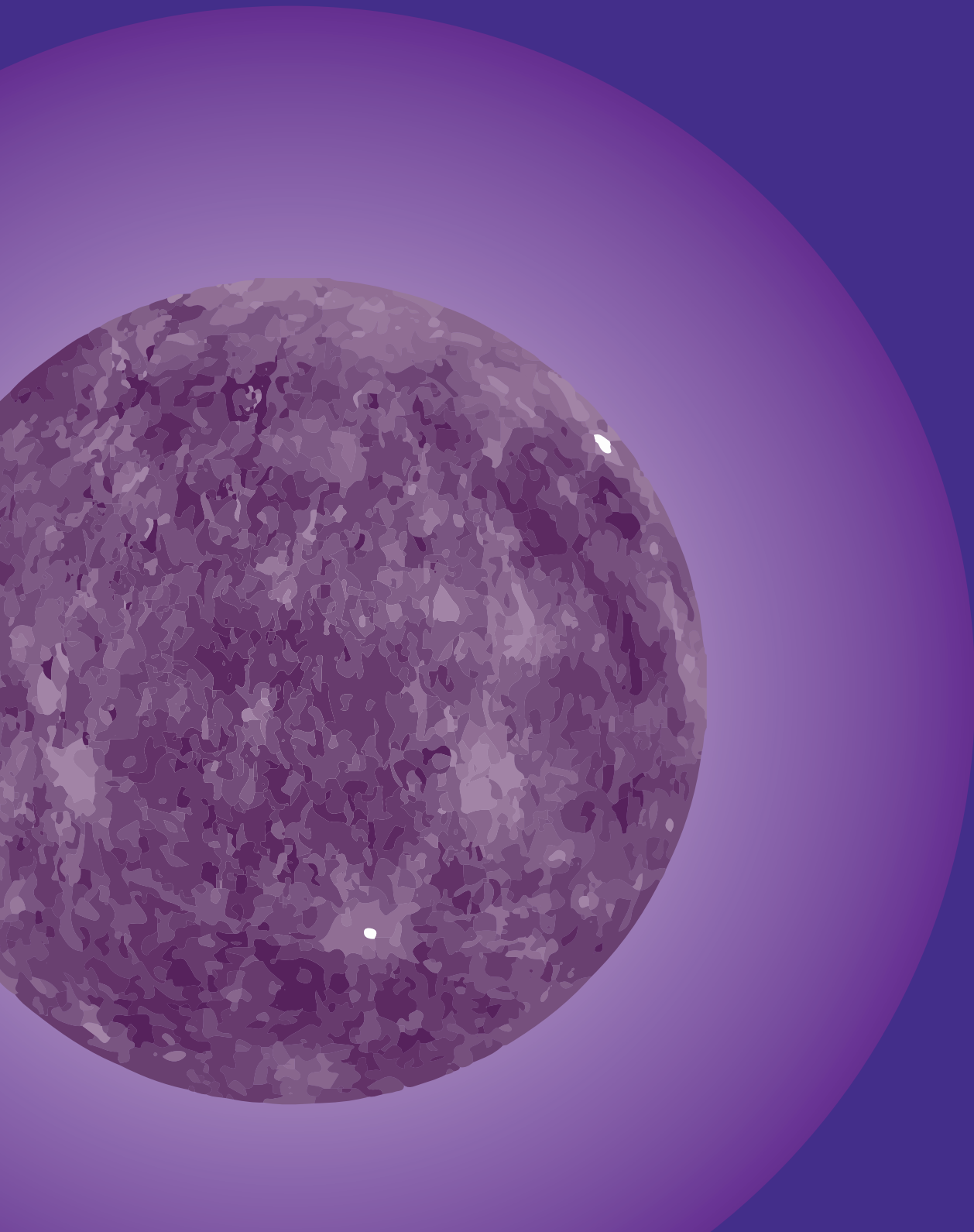


# Propulsion

## Technologie

1. Comment BepiColombo avance t'il dans l'espace ?  
a. avec des rames / **b. grâce à un moteur** / c. avec une voile solaire
2. Qu'est-ce qu'une voile solaire ?  
**a. c'est une voile dans l'espace qui permet d'avancer grâce à la lumière** / b. c'est une voile utilisée par les marins quand il fait beau / c. c'est une voile dans l'espace qui avance grâce au vent solaire
3. Les moteurs de BepiColombo sont :  
a. des moteurs à essence / b. des machines à vapeur / **c. des moteurs à « grains d'électricité » (propulsion ionique)**
4. Combien de moteurs trouve-t-on à bord de MTM, le module de transfert ?  
a. 1 / **b. 4** / c. 15
5. Quelle est la matière propulsée par le moteur ?  
**a. du gaz** / b. du liquide / **c. des « grains d'électricité » (plasma)**
6. Comment est propulsée la sonde ?  
**a. propulsion ionique** / b. propulsion chimique / c. propulsion nucléaire
7. Quels types d'ions sont utilisés pour propulser la sonde ?  
**a. H<sup>+</sup>** / **b. Xe<sup>+</sup> (des ions xénons)** / c. O<sup>+</sup>
8. Pourquoi est-ce que le xénon est utilisé à la place d'autre gaz ?  
**a. pour sa masse** / b. pour sa rareté / c. pour sa température de liquéfaction
9. La propulsion ionique a déjà été utilisée auparavant :  
**vrai ou faux**
10. Sur quelle sonde la propulsion ionique a-t-elle déjà été utilisée ?  
a. aucune / **b. DAWN** / c. VOYAGER II
11. Est-ce que BepiColombo est la première sonde de l'ESA à avoir un moteur ionique ?  
**oui ou non (SMART-1 vers la Lune)**
12. Pourquoi cette solution a été envisagée ? (plusieurs choix possibles)  
**a. pour son moindre coût** / b. pour faire concurrence à la NASA / c. pour sa masse
13. Comment évolue la vitesse de la sonde grâce à son moteur ionique ?  
a. accélérée puis constante / b. parfaitement constante / **c. accélérée**

# L'exosphère



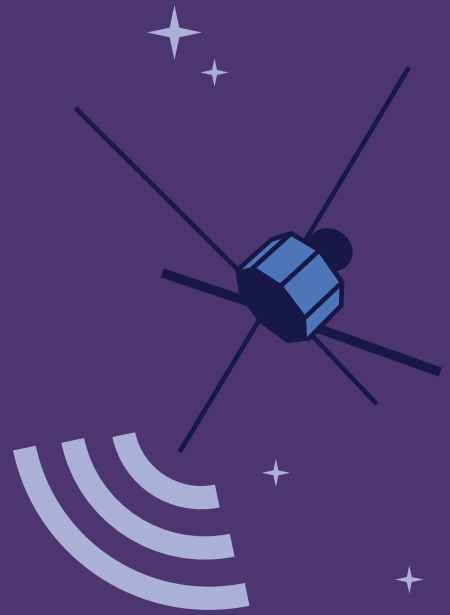
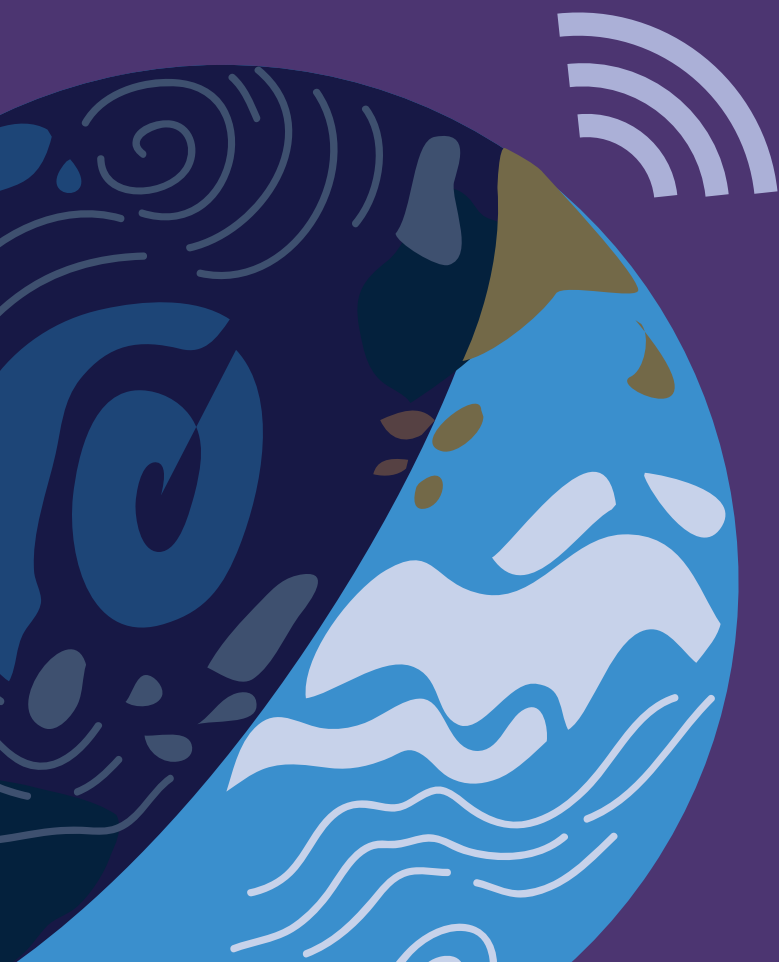
# L'exosphère

## Recherche

1. Dans un gaz, les particules :  
a. ne bougent pas les unes par rapport aux autres / b. sont liées entre elles et ne peuvent pas trop s'éloigner les unes des autres / **c. sont libres de bouger dans tout l'espace disponible**
2. Parmi ces unités de mesure, laquelle permet de quantifier la pression d'un gaz ou d'un liquide ?  
a. le Newton / b. le Kelvin / **c. le Pascal**
3. Sur Terre, quels sont les gaz les plus abondants dans l'atmosphère ?  
a. le diazote et le dioxyde de carbone / **b. le diazote et le dioxygène** / c. le dioxygène et le dioxyde de carbone
4. La planète Mercure ressemble beaucoup à la Lune. La Lune a-t-elle une atmosphère ?  
a. oui / **b. non**
5. Mercure a-t-elle une atmosphère ?  
a. oui, une atmosphère très épaisse comme celle de Vénus / **b. non, c'est plutôt une exosphère**  
c. oui, une atmosphère fine comme sur la Terre
6. Lequel de ces phénomènes n'a rien à voir avec l'absence d'atmosphère sur Mercure ?  
**a. la densité de Mercure** / b. les millions de cratère à la surface / c. l'écart de température énorme à la surface
7. Lequel de ces instruments permet d'étudier la composition de l'exosphère de Mercure ?  
**a. un magnétomètre** / b. un altimètre / **c. un spectromètre analyseur de particules**  
(+1 prototype instrumentation)
8. Quelle est la pression du gaz à la surface de Mercure, sachant que c'est 1 bar au niveau de la mer sur Terre ?  
a. un millième de milliardième de bar / b. Un dixième de bar / **c. 10 bar**
9. Lequel de ces corps célestes a l'atmosphère la plus dense ?  
**a. Mercure** / b. La Terre / **c. Titan (une lune de Saturne)**
10. Quelle est la planète sur laquelle l'effet de serre est le plus intense ?  
a. Mercure / **b. Vénus** / c. la Terre
11. Quel autre corps du Système solaire possédant une exosphère a été récemment visité par une sonde de l'ESA ?  
a. Pluton / b. Saturne / **c. la comète 67-P**
12. L'exosphère de Mercure est visible depuis la Terre ?  
**a. vrai** / b. faux
13. Quel est l'élément le plus abondant dans l'exosphère de Mercure ?  
**a. le sodium** / b. le calcium / c. l'hélium
14. Y-a-t'il des aurores polaires sur Mercure ?  
a. non l'exosphère ne le permet pas / **b. oui mais presque invisibles** / c. oui on ne peut pas les rater



# La télécommunication

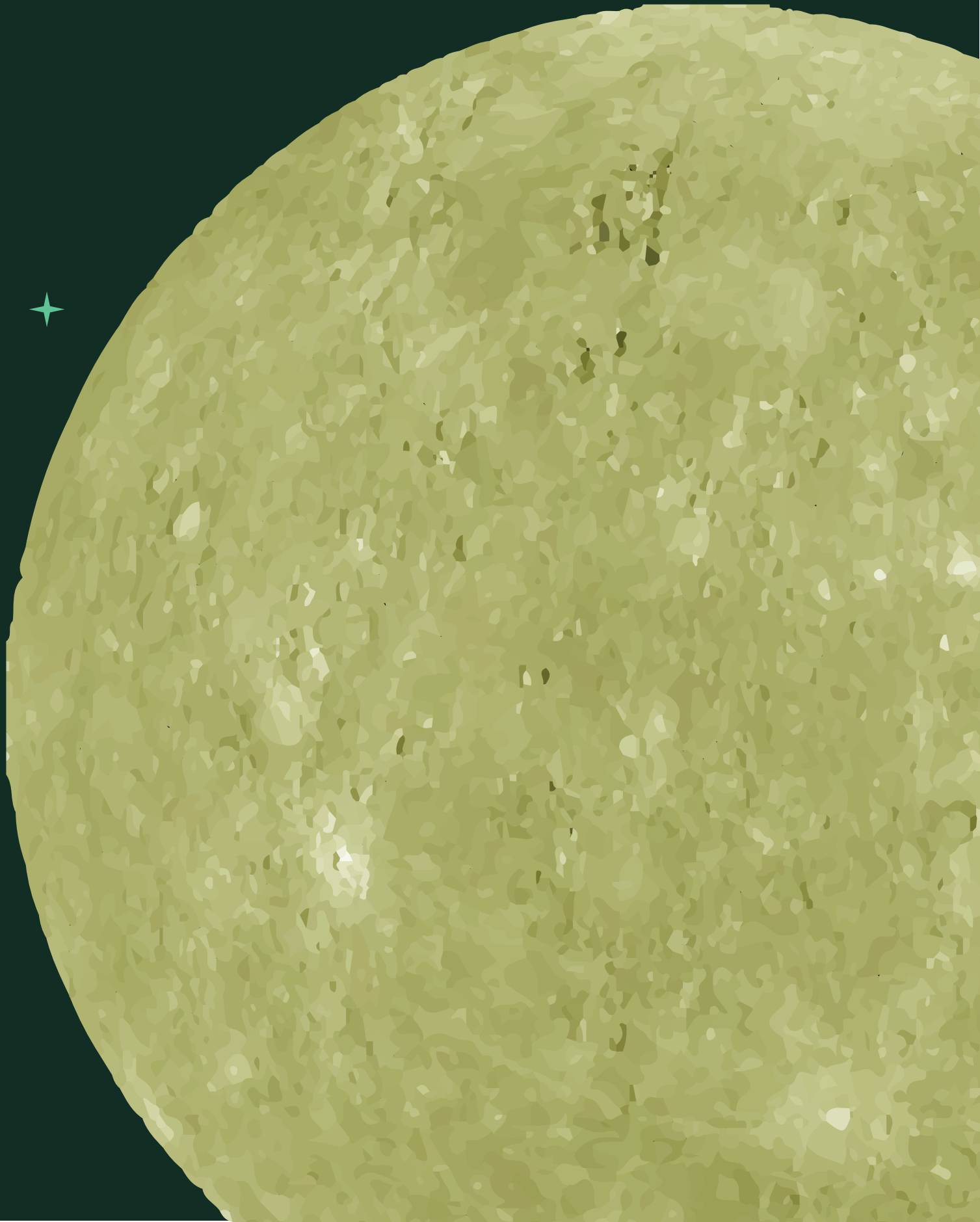


# La télécommunication

## Technologie

1. Quel moyen de communication est le plus proche de celui qu'on utilise pour communiquer avec Bepi-Colombo ?  
a. une carte postale / **b. un SMS** / c. un télégramme
2. Comment fait-on pour récupérer les mesures faites par BepiColombo ?  
**a. on les télécharge à distance au fur-et-à-mesure** / b. les données sont stockées sur BepiColombo, qui va revenir sur Terre à la fin de la mission / c. les données sont stockées sur BepiColombo, et il faudra aller les chercher sur Mercure à la fin de la mission
3. A quelle vitesse se propagera le signal entre BepiColombo et la Terre ?  
a. vitesse FTL / b. vitesse du son / **c. vitesse de la lumière**
4. Combien de temps met la lumière pour aller du Soleil à la Terre ?  
**a. 8 minutes** / b. 4 années / c. 1,28 seconde
5. Comment communique-t-on avec la sonde BepiColombo ?  
a. des ondes sonores / **b. des ondes radio** / c. des signaux de fumée
6. Combien d'antennes réceptrices sur Terre sont-elles nécessaires pour une communication permanente avec BepiColombo ?  
**a. 1** / b. 12 / c. 3
7. Une antenne de communication avec la sonde est à Cebreros en Espagne, d'après vous quel est son diamètre ?  
a. 5 mètres / **b. 35 mètres** / c. 105 mètres
8. Le volume total des données qui seront acquises par la sonde MPO (Bepi) sur une année est de l'ordre de :  
**a. 2 To** / b. 600 Go / c. 20 Mo
9. Combien de temps cela prendra d'envoyer un signal de la Terre à la sonde ?  
a. 10 secondes / **b. 5 min** / c. 2 h
10. La télémétrie est le procédé qui permet de renvoyer vers la Terre les mesures à distance de Mercure. Similairement, l'envoi des instructions à la sonde depuis la Terre s'appelle ?  
**a. la télécommande** / b. la téléportation / c. le téléguidage
11. La communication avec la sonde se fera dans la bande X des ondes radio. La plage de fréquences se situe aux alentours de :  
a. 0,1 GHz / **b. 10 GHz** / c. 100 GHz
12. En s'éloignant de la Terre, le signal radio reçu sur Terre sera un peu décalé vers :  
a. les hautes fréquences / **b. les basses fréquences** / c. les ondes radio ne subissent pas d'effet Doppler dans l'espace
13. Quel est le rôle des panneaux solaires ?  
**a. alimenter en électricité** / b. ralentir la sonde / c. protéger la sonde du vent solaire
14. Quel groupe industriel est en charge de la télécommunication avec Bepi ?  
**a. Thalès Alenia Space** / b. Bouygues Télécom / c. Airbus

# La Surface



# La Surface

## Recherche

1. Peut-on trouver des habitants de Mercure ?

a. **non (les conditions ne permettent pas le développement d'éventuels habitants)** / b. oui, il nous attendent / c. peut être

2. En fonction de quoi sont nommés les cratères de Mercure, à une exception près ?

a. **des artistes célèbres** / b. des scientifiques célèbres / c. des villes connues

3. Y a-t-il de l'eau liquide sur Mercure ?

a. oui, il y a un océan sur Mercure / b. **on n'en a pas encore observée** / c. oui, au fond des cratères polaires

4. Y a-t-il encore des volcans actifs sur Mercure ?

a. oui / b. non / c. **on n'est pas encore sûr**

5. Quelles sont les températures maximale et minimale à la surface de Mercure ?

a. **+430 °C -180 °C** / b. +33 °C -40 °C / c. +850 °C -340 °C

6. De quoi est parsemée la surface de Mercure ?

a. **de cratères** / b. de débris spatiaux / c. de lits d'anciennes rivières

7. Quel type de volcanisme a eu lieu sur Mercure ?

a. effusif / b. explosif / c. **les deux**

8. Y a-t-il de la glace sur Mercure ?

a. **oui (dans les cratères polaires)** / b. oui, à l'équateur, côté nuit / c. non, il fait trop chaud pendant la journée

9. Les instruments de BepiColombo vont peut-être retrouver l'impact de la chute de la sonde spatiale précédente. S'agit-il de la sonde :

a. CASSINI / b. MERCURY / c. **MESSENGER**

10. Quelle formation unique dans le système solaire peut-on observer sur Mercure ?

a. des volcans / b. **des hollows (des effondrements de terrain)** / c. des geysers de glace

11. Comment s'appelle le plus gros cratère de Mercure ?

a. Mozart / b. **Caloris** / c. Nespresso

12. Mercure a-t-elle eu une activité interne par le passé ?

a. **oui** / b. non / c. on ne sait pas

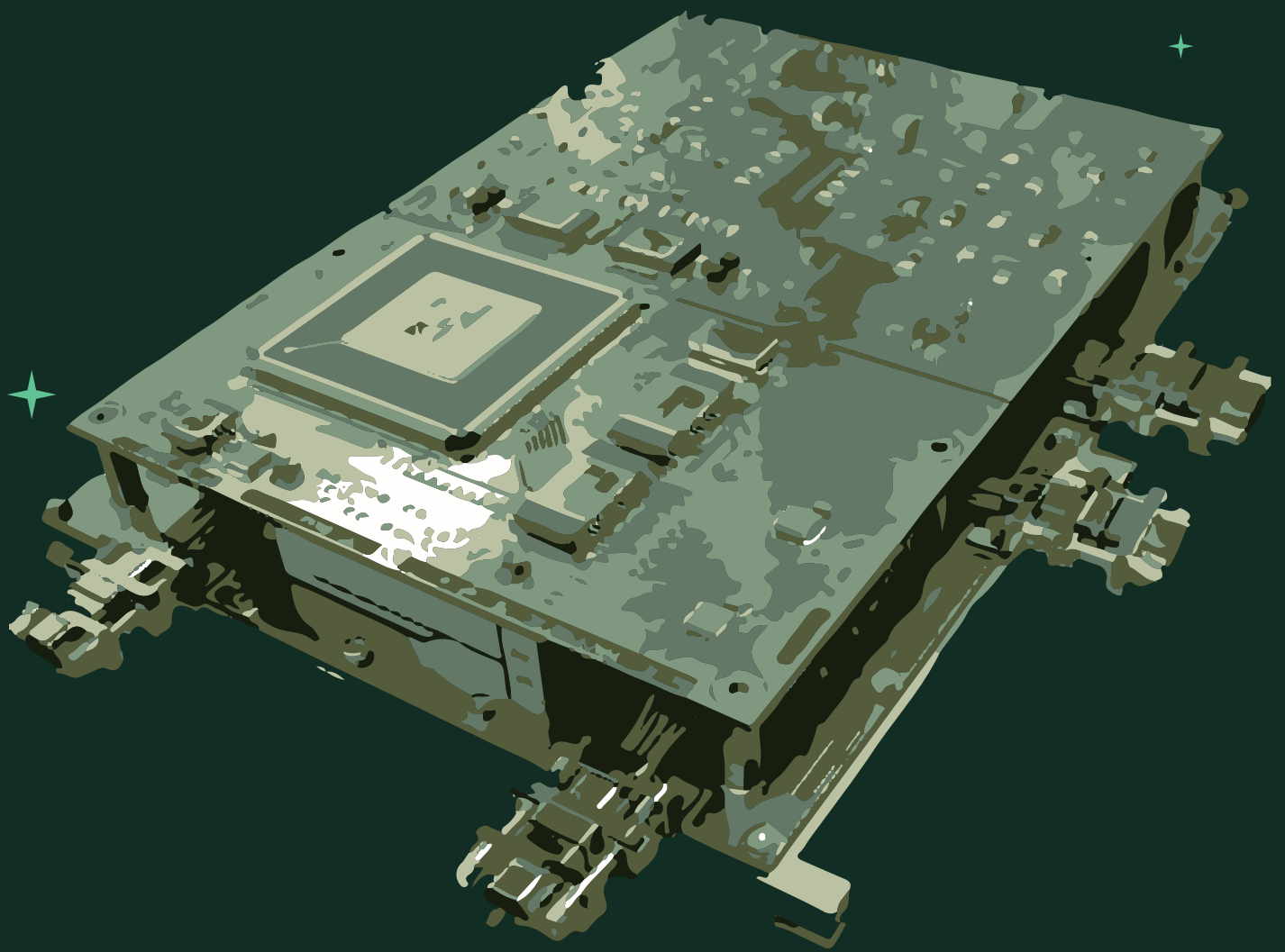
13. Quel est le diamètre du plus gros cratère sur Mercure ?

a. 100 km / b. 500 km / c. **1500 km (Caloris)**

14. La plus grosse cheminée volcanique de Mercure se trouve :

a. près du cratère Tolkien / b. **près du cratère Rachmaninoff** / c. près du cratère Doyle

# L'instrumentation



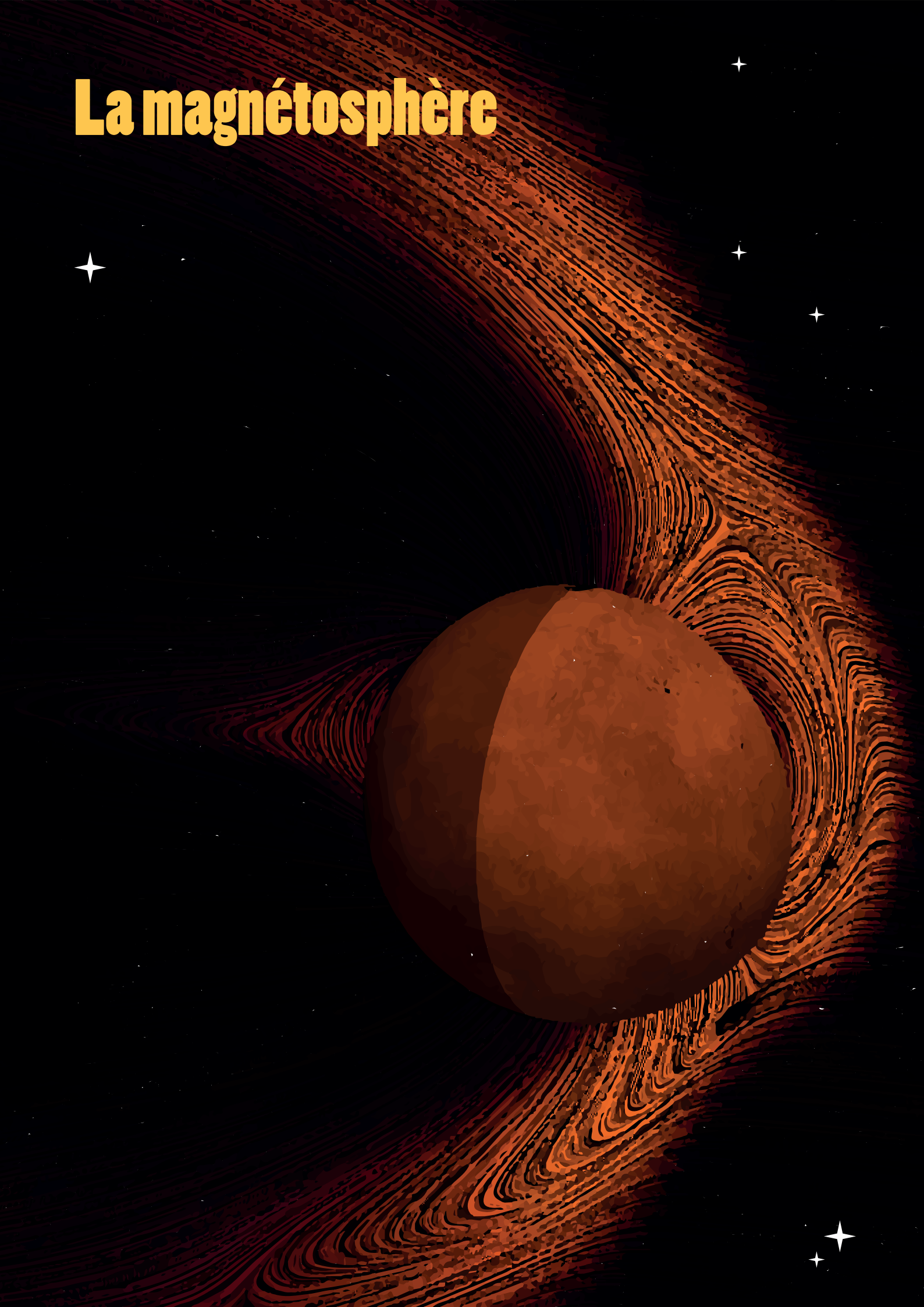


# L'instrumentation

## Technologie

1. Combien y a-t-il d'instruments sur la sonde MPO, surnommée Bepi ?  
a. 3 / b. **11** / c. 47
2. Combien y a-t-il d'instruments sur la sonde MMO, surnommée Mio ?  
a. **5** / b. 12 / c. 39
3. Quel est le rôle principal de MPO ?  
a. communication avec les habitants de Mercure / b. **étude de Mercure en tant que planète (composition interne, surface, exosphère)** / c. surveillance de l'évolution des ouragans et des orages sur Mercure
4. Comment appelle-t-on un instrument qui mesure le champ magnétique ?  
a. un magnétoscope / b. une magnétosphère / c. **un magnétomètre**
5. Comment appelle-t-on un instrument qui analyse la lumière ?  
a. **un spectromètre** / b. un lumimètre / c. un luxoscope
6. Quel est le rôle de MMO, surnommée Mio ?  
a. étude de l'exosphère / b. étude de la surface / c. **étude de la magnétosphère et du vent solaire (+1 prototype "sondes")**
7. Quelle est la masse totale de l'instrumentation scientifique embarquée sur BepiColombo ? a. 56 kg / b. **130 kg** / c. 763 kg
8. De quel métal sont faits les boîtiers des instruments de BepiColombo ?  
a. **aluminium** / b. fer / c. titane
9. Pourquoi l'aluminium est-il utilisé pour les supports des instruments ?  
a. car il est très résistant / b. **car il est très léger** / c. car il permet de détecter la magnétosphère de Mercure
10. Lequel de ces instruments est construit principalement par un laboratoire français ?  
a. **PHEBUS** / b. MGNS / c. SIXS
11. Lequel de ces instruments permet d'étudier la composition de l'exosphère de Mercure ?  
a. un magnétomètre / b. un altimètre / c. **un spectromètre analyseur de particules (+1 publication exosphère)**
12. A quoi sert le bouclier solaire MOSIF ?  
a. **à protéger MMO** / b. seulement à protéger MPO et MMO / c. il permet à MPO d'atterrir sur Mercure
13. Sur la sonde européenne, MPO, il y a au moins un instrument fabriqué en Suisse.  
a. **vrai (l'altimètre laser BELA est fabriqué à Berlin et à Berne) (+1 prototype sondes)** / b. faux
14. Sur la sonde MPO, dédiée à la surface de Mercure, il y a un magnétomètre.  
a. **vrai (+1 prototype sondes)** / b. faux

# La magnétosphère



# La magnétosphère

## Recherche

1. Qu'est-ce que le vent solaire ?

a. **c'est un gaz fait de grains d'électricité qui est éjecté du Soleil en permanence** / b. c'est du vent, mais qui donne des coups de Soleil / c. c'est quand quelqu'un ne répond pas à une autre personne, et qu'il fait beau.

2. A quelle vitesse le vent solaire voyage-t-il ?

a. environ 130 km/h / b. environ 1000 km/h / c. **environ 1 million de km/h**

3. Qu'est-ce que c'est la "magnétosphère" ?

a. **un bouclier magnétique autour d'une planète** / b. un aimant en forme de rond / c. une planète qui attire les extra-terrestres

4. Le vent solaire est :

a. fournisseur d'électricité pour EDF / b. **conducteur d'électricité** / c. un gaz à effet de serre

5. Mercure a-t-elle un champ magnétique ?

a. **oui** / b. non / c. on ne sait pas

6. Comment est créé le champ magnétique de Mercure ?

a. par un aimant géant / b. **par un noyau partiellement liquide** (+1 publication composition interne) / c. par de la fusion nucléaire

7. En quelle année a-t-on découvert le champ magnétique de Mercure ?

a. 1632 / b. **1974** / c. 2001

8. Avec quelle sonde a-t-on découvert le champ magnétique de Mercure ?

a. Cassini / b. **Mariner 10** / c. Gaïa

9. Parmi ces unités de mesure, laquelle est une unité de mesure du champ magnétique ?

a. **Tesla** / b. Hertz / c. Ampère

10. Sous quel état de la matière se trouve le vent solaire ?

a. liquide / b. gazeux / c. **plasma**

11. De quoi nous protège la magnétosphère de la Terre ?

a. **du vent solaire** / b. des ouragans / c. des UV

12. La magnétosphère de Mercure est :

a. la plus grande du système solaire / b. **la plus petite du Système solaire** / c. de la même taille que celle de la Terre

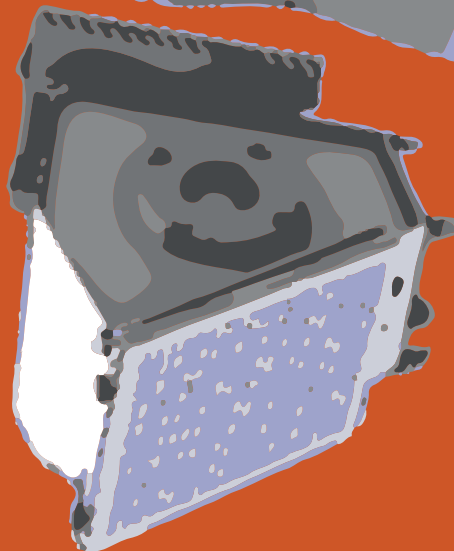
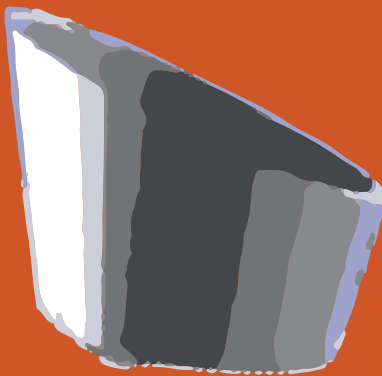
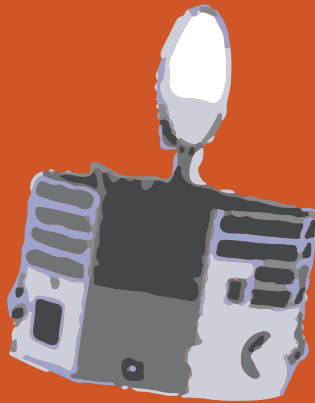
13. Laquelle des deux sondes de BepiColombo permettent d'étudier la magnétosphère ?

a. MMO (ou « Mio ») / b. MPO (ou « Bepi ») / c. **les deux** (+ 1 prototype sondes)

14. La magnétosphère joue un rôle dans la formation duquel de ces phénomènes :

a. les arc-en-ciel / b. **les aurores boréales et australes** / c. les anticyclones

# Les sondes



# Les sondes

## Technologie

1. Combien de sonde(s) ont déjà été dédiées à l'étude de Mercure ?

a. 0 / b. 2 / c. 10

2. Combien de modules compte BepiColombo au total ?

a. 2 / b. 4 / c. 8

3. Combien y a-t-il d'instruments sur le module MPO, surnommé Bepi ?

a. 3 / b. 11 (+1 prototype instrumentation) / c. 47

4. Combien y a-t-il d'instruments sur le module MMO, surnommé Mio ?

a. 5 / b. 12 (+1 prototype instrumentation) / c. 39

5. Sur la sonde japonaise MMO, il y a au moins un instrument fabriqué en France.

vrai ou faux

6. A quoi sert le module "MTM" ?

a. à transférer les données / b. à coordonner les deux autres modules scientifiques, MMO et MPO

c. à conduire MMO, MPO et le bouclier thermique de MMO vers Mercure pendant la phase croisière

7. Parmi ces trois modules, lesquels vont se mettre en orbite autour de Mercure à la fin de la phase de croisière ? (plusieurs choix possible)

a. MPO / b. MMO / c. MTM

8. Quel groupe industriel a construit les sondes de BepiColombo ?

a. Airbus / b. SpaceX / c. Renault

9. Combien pèse la sonde par rapport au lanceur ?

a. ~0.5% / b. ~5% / c. ~30%

10. Lequel des deux modules orbite le plus proche de Mercure ?

a. aucune, elles orbitent à la même altitude / b. MMO / c. MPO

11. Quel module pèse le plus lourd ?

a. MMO / b. MPO / c. MTM

12. Une sonde japonaise a récemment exploré un astéroïde. Comment s'appelle cette mission ?

a. Lunar Ninja / 2 b. Sashimi 2 / c. Hayabusa 2

13. Sur la sonde européenne, il y a au moins un instrument fabriqué en Suisse.

vrai (l'altimètre laser BELA est fabriqué à Berlin et à Berne) (+1 prototype instrumentation)

ou faux

14. Sur la sonde MPO, dédiée à la surface de Mercure, il y a un magnétomètre.

Vrai (+1 prototype instrumentation) ou faux





# Culture générale et dialogue interculturel

1. A quel jour de la semaine correspond Mercure ?
2. Où se trouve le siège de l'ESA, l'agence spatiale de l'Europe ?  
a. à Madrid / **b. à Paris** / c. St Petersbourg
3. Combien y-a-t-il de pays membres de l'ESA, l'agence spatiale européenne, en 2018 ?  
a. 15 / **b. 22** / c. 27
4. Que représente la planète Mercure au Japon ?  
a. l'élément « feu » / **b. l'élément « eau » (qui a donné son surnom à MMO (Mio))** / c. l'élément « terre »
5. Quel est le premier objet à être allé dans l'espace ?  
**a. Spoutnik** / b. Apollo 5 / c. BepiColombo
6. Dans la mythologie grecque, à quel dieu correspondait Mercure ?  
(Hermès de plus, les Grecs pensaient qu'Apollon correspondait à Mercure à l'aube, tandis que c'était Hermès au crépuscule)
7. Quel est l'adjectif le plus correct pour dire "de Mercure" ?  
a. mercurien / **b. herméen** / c. hermique
8. En Chine, Mercure était nommé Chen-Xing, ce qui signifie :  
**a. la planète de l'heure** / b. la planète du singe / c. la planète brillante
9. Que veut dire JAXA ?  
a. Japanese Association for X-ray Aeronomy / b. Japon Astronomie X Astrophysique / **c. Japan Aerospace Exploration Agency**
10. Dans la culture polynésienne, Mercure est appelé «ta'ero», qui signifie ?  
**a. "Ivre" (car tantôt se trouve à droite ou à gauche du Soleil)** / b. "Briller, luire" / c. "Aimer, boire et chanter"
11. Comment dit-on « Bonjour » en japonais ?  
a. Nǐ hǎo / **b. Kon'nitchiwa** / c. Namaste
12. Quel est le pourcentage des femmes à la tête des institutions scientifiques dans ces pays : Japon, États-Unis, France ?  
a. 25% au Japon, 50% aux États-Unis, 30% en France / b. 15% au Japon, 40% aux États-Unis, 25% en France  
**c. 6% au Japon, 27% aux États-Unis, 29% en France**
13. Quand l'ESA a-t-elle été fondée ?  
a. en 1944 / **b. en 1975** / c. en 1987
14. Que veut dire ESA ?  
**a. European Space Agency** / b. Espace Sciences et Avenir / c. Education du Spatial et de l'Astrophysique
15. Parmi ces femmes, laquelle est une astronaute française ?  
a. Audrey Tautou / **b. Claudie Haigneré** / c. Claudie Pierlot
16. Combien de temps a vécu Laïka (le premier chien dans l'espace) ?  
a. 5 ans après son premier vol / b. 6 mois après son premier vol / **c. 2 heures après son premier vol**
17. Dans la mythologie scandinave, Mercure est associée à :  
**a. Odin, le dieu de la guerre** / b. Thor, le dieu du tonnerre / c. Loki, le dieu de la discorde
18. Quel est le premier projet spatial de l'ESA ?  
**a. le lanceur Ariane** / 1 b. Le lanceur spoutnik / c. la mission MAROTS
19. Quand la JAXA, l'agence spatiale japonaise, a-t-elle été fondée ?  
a. en 1945 / **b. en 2003** / c. en 2018



# Les événements

1. Lors du test thermique, une partie de votre instrument a brûlé ---> reculer de deux cases
2. Étudiant-e en thèse (lancer le dé : 1 ou 2 ---> étudiant-e médiocre qui retarde l'équipe (-1 case), 3 ou 4 ---> étudiant-e moyen-ne (0 case), 5 ou 6 ---> étudiant-e brillant-e qui fait avancer l'équipe (+1 case))
3. Vous participez à une réunion avec les industriels qui construisent les sondes de BepiColombo ---> avancer de deux cases
4. Vous avez 200 mails à trier ---> reculer de 2 cases
5. Votre équipe a reçu un financement du CNES ---> avancer d'une case
6. Un laboratoire concurrent a publié des résultats avant vous ---> reculer de 2 cases
7. La machine à café du laboratoire est tombée en panne ---> passer votre prochain tour
8. Votre programme informatique a buggé (segmentation fault) ---> reculer d'une case
9. Vous avez trouvé un stagiaire ---> (lancer le dé : 1 ou 2 ---> stagiaire médiocre qui retarde l'équipe (-1 case), 3 ou 4 ---> stagiaire moyen-ne (0 case), 5 ou 6 ---> stagiaire brillant-e qui fait avancer l'équipe (+1 case))
10. Vous êtes allé-e au pot du labo et vous avez rencontré de nouveaux collègues ---> avancer d'une case
11. Lors du test de vibrations mécaniques, un boulon a sauté sur votre instrument ---> passer votre tour
12. Vous bénéficiez d'une formation à l'éthique et l'intégrité scientifique ---> avancer d'une case
13. Vous avez écrit "rm -r \*" dans le terminal de votre ordinateur (par erreur, ben oui sinon posez-vous des questions...) ---> vous perdez toutes vos publications et tous vos prototypes
14. Vous gagnez le prix du meilleur poster dans une célèbre conférence scientifique ---> avancer d'une case
15. Un de vos enfants est tombé malade, vous devez quitter la réunion pour aller le chercher à l'école ---> reculer d'une case (uniquement si un membre de l'équipe a des enfants)
16. Vous animez un atelier à la Fête de la Science ---> avancer d'une case
17. Votre ordinateur tombe en panne ---> passer votre prochain tour
18. La fraiseuse de l'atelier de mécanique est en panne ---> reculer d'une case
19. Vous avez accès à la salle blanche du laboratoire ---> avancer d'une case
20. Vous n'avez plus de ruban adhésif spécial espace pour fixer la couverture thermique de votre instru- ment ---> reculer de deux cases
21. Votre publication a été acceptée dans une grande revue scientifique ---> avancer d'une case
22. Vous n'avez pas reçu votre livraison d'aluminium pour l'atelier de mécanique ---> passer votre tour
23. Vous recevez un financement européen pour votre projet de recherche ---> avancer d'une case
24. Vous avez recruté un-e apprenti-e fraiseur (lancer le dé : 1 ou 2 ---> apprenti-e médiocre qui retarde l'équipe (-1 case), 3 ou 4 ---> apprenti-e moyen-ne (0 case), 5 ou 6 ---> apprenti-e brillant-e qui fait avancer l'équipe (+1 case))
25. La machine à café du laboratoire a été réparée ---> avancer d'une case

# Pour les petits scientifiques :

1. Comment s'appelle la fusée qui a lancé BepiColombo vers Mercure ?  
a. Ariane / b. Léa / c. Tabatha
2. Où se situe la ville de Kourou, le port spatial de l'Europe ?  
a. en Algérie / b. au Sénégal / c. en Guyane
3. Un autre mot synonyme d'une fusée (ou qui veut dire « fusée ») est :  
a. un lanceur / b. un avion / c. une catapulte
4. Peux-tu citer le nom des huit planètes du système solaire ?  
Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune.
5. Quelles sont les deux planètes les plus proches de la Terre ?  
a. Vénus et Mars / b. Pluton et Mercure / c. Uranus et Saturne
6. Comment s'appelle la planète qui a le plus d'anneaux autour d'elle dans le système solaire ?  
a. Saturne / b. Neptune / c. Mars
7. Est-ce que Mercure a des anneaux comme Saturne ?  
a. Oui / b. Non
8. Combien de jours dure une année sur la Terre ?  
a. 365 jours / b. 266 jours / c. 864 jours
9. Combien de jours dure une année sur Mercure ?  
a. 88 jours / b. 365 jours / c. 10 jours
10. Qui était Albert Einstein ?  
a. un grand musicien / b. un grand cuisinier / a. un grand savant

# Pour les petits scientifiques :

1. Combien de roues y a-t-il sur la sonde spatiale BepiColombo ?  
a. 0 / b. 4 / c. 8
2. Y a-t-il un(e) pilote à bord de la sonde spatiale BepiColombo ?  
a. Oui / b. Non
3. Est-ce qu'une fusée a déjà décollé de la Lune ?  
a. Oui / b. Non
4. Est-ce que la sonde spatiale BepiColombo va se poser sur Mercure ?  
a. Non / b. Oui
5. Dans quoi se déplace la sonde BepiColombo ?  
a. dans l'air / b. dans le vide / c. dans l'eau
6. De quoi la planète Mercure est-elle faite ?  
a. de gaz / b. de roches / c. de barbe à papa
7. A l'intérieur de Mercure, il y a une grosse boule de métal. Comment l'appelle-t-on ?  
a. le noyau / b. le pépin / c. la bille
8. En quel métal est fait le noyau de la Terre ?  
a. en or / b. en bronze / c. en fer
9. Est-ce qu'il y a eu des volcans sur Mercure ?  
a. oui (mais pas comme sur Terre) / b. non / c. on ne sait pas encore
10. Est-ce qu'un métal peut être liquide ?  
a. oui, si il est assez froid / b. non, il ne peut pas / c. oui si il est assez chaud

# Pour les petits scientifiques :

1. Est-ce qu'on pourrait respirer sur Mercure ?

a. Non / b. oui

2. Quels sont les trois états, ou les trois formes, de la matière ?

Solide, liquide et gaz

3. Dans le système solaire, sur quelle planète peut-on respirer sans équipement spécial ?

a. sur Terre / b. sur Mars / c. sur Venus

4. Comment s'appelle l'enveloppe de gaz autour de la Terre ?

a. l'atmosphère / b. l'hémisphère / c. la bulle

5. Est-ce que Mercure a une atmosphère comme la Terre ?

a. non / b. peut-être / c. oui

6. Comment appelle-t-on l'objet qui permet de changer les chaînes sur la télévision ?

a. une télécommande / b. un tournevis

7. Avec quoi donne-t-on des ordres à BepiColombo ?

a. avec un volant / b. avec des ordinateurs

8. Combien faut-il de temps depuis la Terre pour recevoir un message d'une sonde autour de Mercure ?

a. environ 6 minutes / b. environ 30 secondes / c. environ 1 heure

9. Pourra-t-on communiquer avec BepiColombo quand Mercure sera derrière le Soleil, par rapport à nous ?

a. oui / b. non

10. Est-ce que Mio et Bepi peuvent s'envoyer des messages dans l'espace ?

a. oui / b. non

# Pour les petits scientifiques :

1. La sonde spatiale BepiColombo est-elle équipée d'un appareil photo ?

a. oui / b. non

2. Connais-tu un instrument que tu utilises pour mesurer des distances ?

Une règle, un compas, un mètre ruban, etc.

3. Connais-tu un instrument que l'on utilise pour mesurer des températures (savoir s'il fait chaud ou froid) ?

Un thermomètre

4. Connais-tu un instrument que l'on utilise pour mesurer le temps ?

Une montre, un chronomètre, un sablier, etc.

5. Comment appelle-t-on un instrument qui mesure le champ magnétique, la force qui permet aux aimants de coller sur le réfrigérateur ?

a. un magnétoscope / b. une magnétosphère / c. un magnétomètre

6. De quelle couleur est la planète Mercure ?

a. grise / b. rouge / c. bleue

7. Est-ce qu'il y a des cratères de météorites sur le sol de Mercure ?

a. non, aucun / b. quelques un oui / c. oui, plein

8. Est-ce qu'il y a des forêts sur Mercure ?

a. non / b. oui / c. il y en a eu mais plus maintenant

9. Est-ce qu'on pourrait faire du patin à glace sur Mercure ?

a. oui, au fond de certains cratères aux pôles / b. oui sur la face ensoleillée / c. oui, sur toute la face ombragée

10. Quel autre astre ressemble à Mercure ?

a. Mars / b. la Terre / c. la Lune

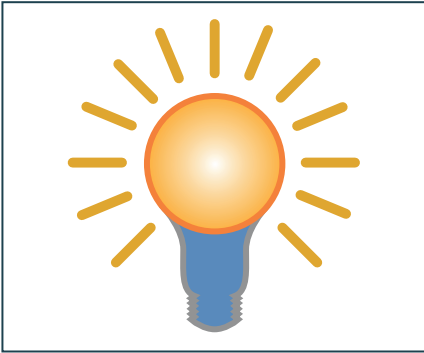
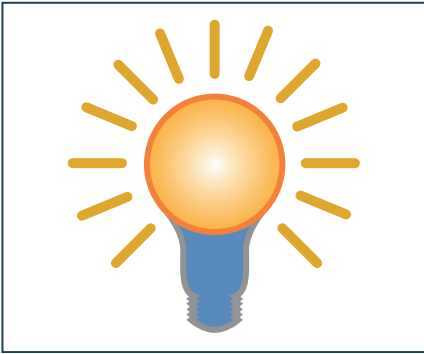
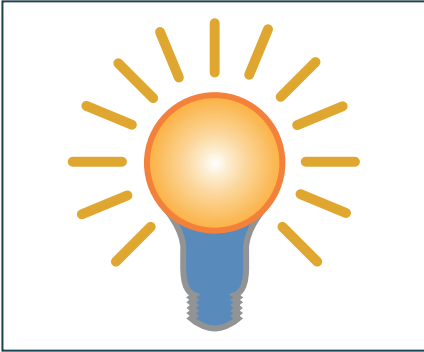
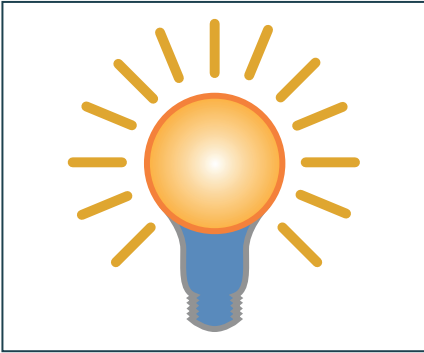
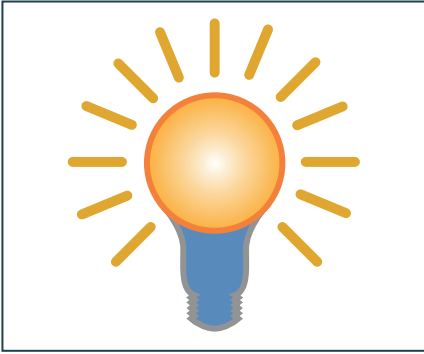
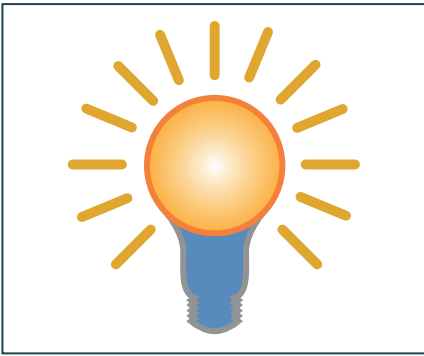


# Pour les petits scientifiques :

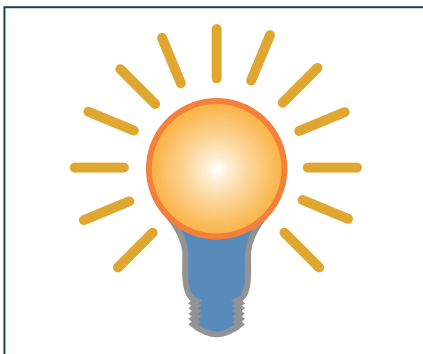
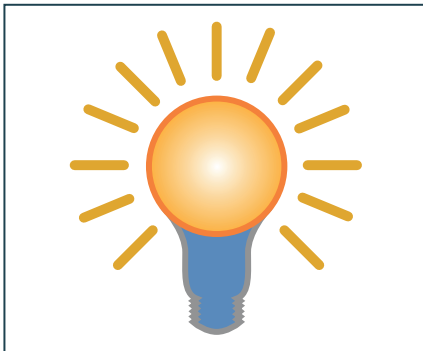
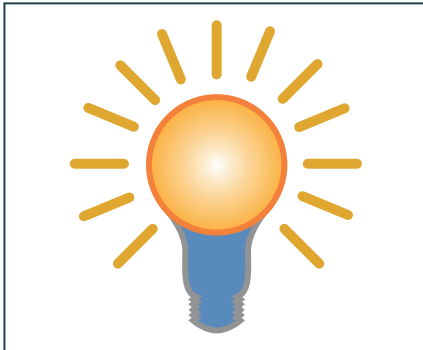
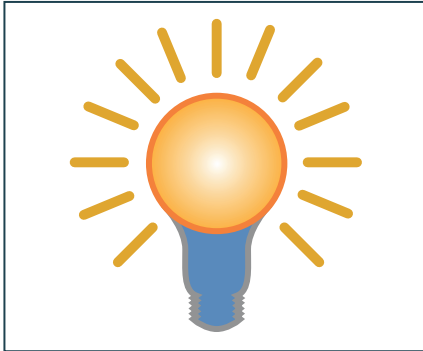
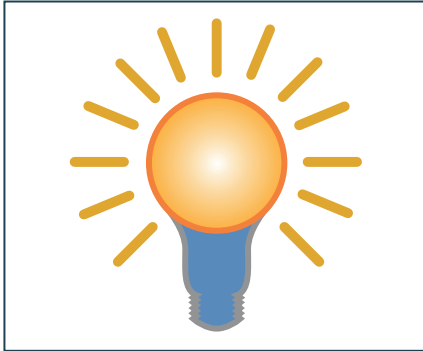
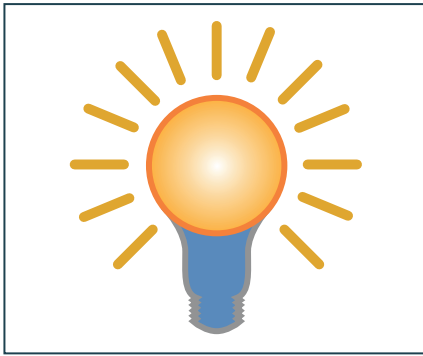
1. En 2025, autour de Mercure, il y aura combien de sondes spatiales ?  
a. une seule : MPO / **b. deux : MPO et MMO** / c. trois : MPO, MMO, RPG
2. Laquelle des deux sondes en orbite autour de Mercure est fabriquée par les japonais ?  
**a. MMO** / b. RPG / c. MPO
3. Est-ce qu'on a déjà envoyé un robot explorer la surface de Mercure ?  
a. Oui, R2D2 / **b. Non aucun pour le moment**
4. Est-ce qu'on a déjà envoyé des humains sur Mercure ?  
**a. Non** / b. Oui
5. Que transportent les sondes spatiales ?  
**a. des instruments de mesure** / b. des plantes / c. des matériaux de construction
6. Comment s'appellent les objets qui collent sur les réfrigérateurs ?  
a. les autocollants / **b. les aimants** / c. les boutons
7. Comment s'appelle l'étoile la plus proche de nous ?  
a. L'étoile du Berger / b. la Lune / **c. le Soleil**
8. Comment appelle-t-on le gaz bizarre qui s'échappe du Soleil en permanence ?  
a. le souffle solaire / **b. le vent solaire** / c. l'ouragan solaire
9. Le vent solaire permet de créer quelque chose sur Terre  
a. les arc-en-ciel / b. la neige / **c. les aurores boréales**
10. Sur Terre, pour se repérer, on peut utiliser une boussole. Pourrait-on utiliser une boussole sur Mercure ?  
**Oui**

# Pour les petits scientifiques :

1. A-t-on déjà marché sur Mercure ? Non.
2. Y a-t-il des missions qui prévoient d'envoyer des humains sur Mercure ? Non.
3. Y a-t-il plus de distance entre Mercure et le Soleil ou entre la Terre et le soleil ? Entre la Terre et le soleil.
4. Combien y a-t-il de planètes dans le Système Solaire ? 8 (et non 9 comme avant).
5. Est-ce que nous avons déjà étudié Mercure avant aujourd'hui ? Oui 2 fois auparavant.
6. Est-ce que le Système Solaire est dans une galaxie ? Oui.
7. Existe-t-il d'autres systèmes solaires ? Oui (autour des autres étoiles il y a souvent des « exoplanètes »).
8. Peut-on discuter avec des extraterrestres à l'autre bout de la galaxie ? Non, nous ne connaissons pas encore d'extra-terrestres !
9. Qu'est-ce qui a déposé les astronautes sur la Lune lorsqu'ils y sont allés ? Un « vaisseau spatiale ».
10. Quelle est la définition d'une planète ? N'importe quelle définition donnée qui correspond le plus à une planète. Ex : Gros caillou dans l'espace.
11. Quelle est la différence entre une étoile et une planète ? Une étoile produit de la lumière, tandis qu'une planète reflète celle de son Soleil. Autre explication censé accepté.
12. Qu'est-ce qu'une étoile filante ? Un corps céleste qui se désintègre dans l'atmosphère ou poudre de météorite.
13. Sur quelle planète on trouve la plus haute montagne du Système Solaire ? Mars.
14. A quel jour de la semaine est associé Mercure ? Mercredi.
15. Sur quel continent se trouve le Japon ? Asie.
16. Mercure est le nom d'un dieu romain, quel est le nom du même dieu chez les Grecs ? Athéna, Zeus, ou Hermès.
17. Est-ce que la France a une agence spatiale, comme la NASA aux États-Unis ? Oui (le CNES).
18. Donne-moi le nom d'un astronaute français. Thomas Pesquet, Jean-Loup Chrétien, Claudie Haigneré, Jean-François Clervoy, Tintin...
19. Est-ce que tu connais une femme scientifique célèbre ? (notez la réponse, on va rire).
20. Est-ce que tu connais le nom d'une femme astronaute ? Claudie Haigneré (1ère femme française dans l'espace), Valentina Tereshkova (1ère femme dans l'espace), Samantha Cristoforetti (la plus récente des astronautes femmes de l'ESA à avoir été dans l'ISS).
21. Mercure est-elle visible à l'œil nu depuis la Terre ? Oui.
22. Des astronautes sont-ils déjà allés sur Mars ? Non.
23. Est-ce qu'une femme a déjà marché sur la Lune ? Non.
24. Depuis quand les Humains s'intéressent-ils aux étoiles ? Depuis un peu avant l'antiquité.
25. Quel est l'événement qui a créé toutes les étoiles du ciel ? Le Big Bang.

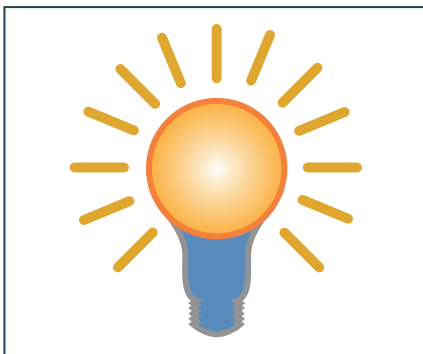
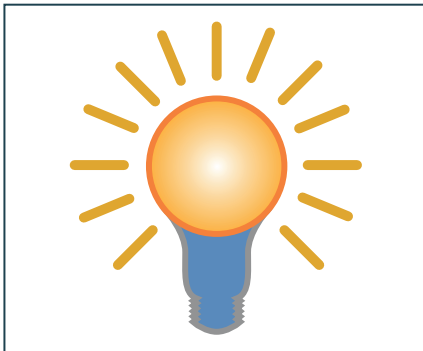
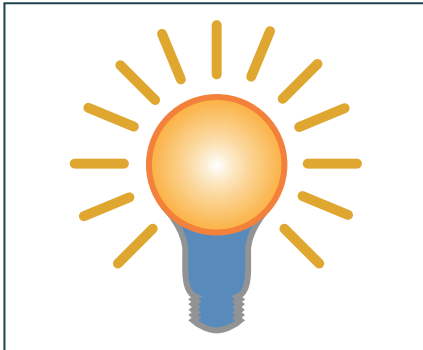
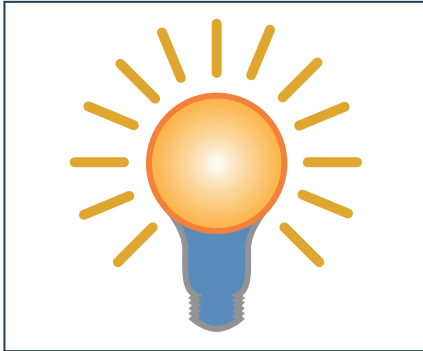
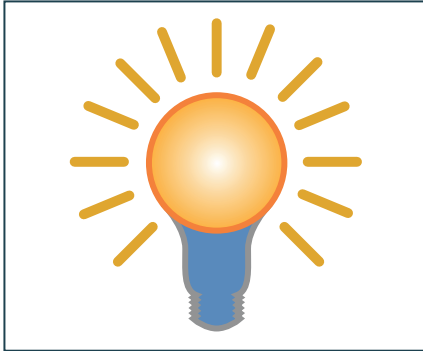
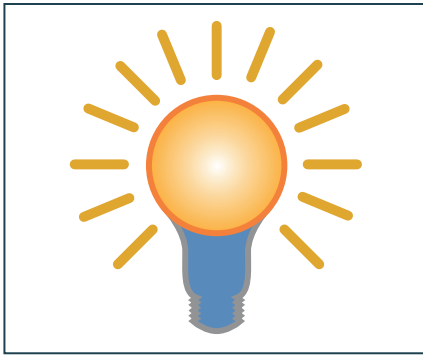
















**1**

**2**

**3**

**4**

**5**

**6**

**7**

**8**

**9**

**10**

**11**

**12**

**13**

**14**

**15**

**16**

**17**

**18**



19	20	21
22	23	24
25		

