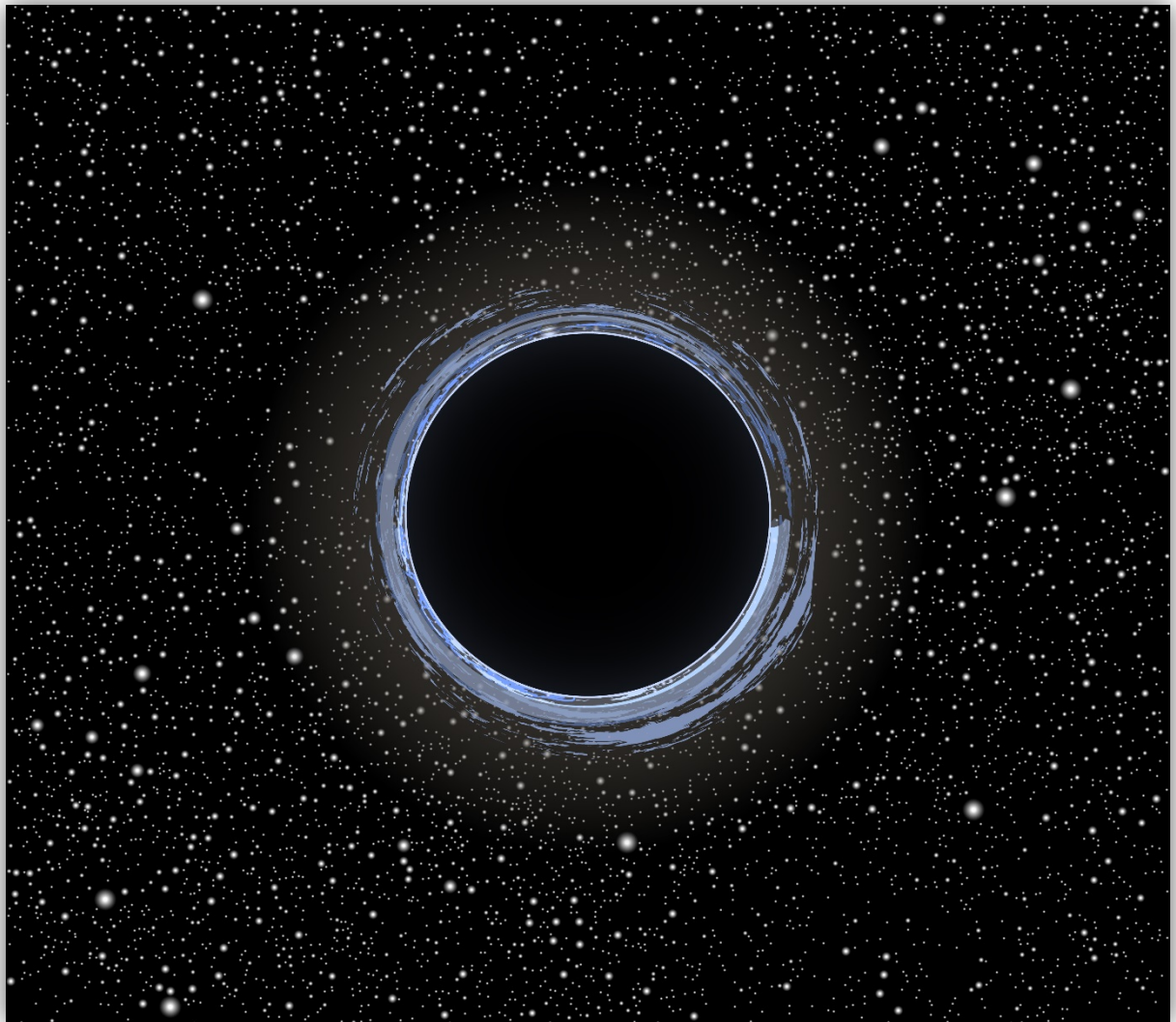


QUÉBEC SCIENCE AU SECONDAIRE

DOCUMENT PÉDAGOGIQUE



SORTIR LES TROUS NOIRS DE L'OMBRE

CAHIER DE L'ÉLÈVE

Durée	Clientèle visée	Article lié
75 minutes	Les élèves de première année du deuxième cycle. Science et technologie (ST) et applications technologiques et scientifiques (ATS)	« Sortir les trous noirs de l'ombre » (Magazine Québec Science, volume 57, numéro 6, mars 2019, page 17 à 23), rédigé par la journaliste Marine Corniou

1. Les trous noirs inspirent l'imagination des humains depuis plusieurs décennies. Voyage dans le temps ? Passage vers une autre dimension ? Trou dans l'espace-temps ? Peut-être que la première photographie d'un trou noir, Sagittarius A*, nous permettra de répondre à quelques questions... ou en inspirer davantage !

a. À l'aide du texte, quelle est la distance entre la Terre et Sagittarius A* ?

1

b. Nous pourrions étudier Sagittarius A* grâce à un réseau de huit radiotélescopes répartis sur quatre continents : l'Event Horizon Telescope (EHT). Lorsque ces radiotélescopes observeront les ondes électromagnétiques émises par le disque d'accrétion du trou noir (voir question 5), ces ondes auront voyagé pendant combien de temps ?

1

2. Les trous noirs attirent les objets célestes autour d'eux, comme le Soleil attire les planètes du système solaire. La force responsable est la force gravitationnelle universelle. Elle se définit comme étant une force d'attraction mutuelle qui s'exerce entre les corps.

a. Quel est le scientifique qui utilisa la pomme pour illustrer le phénomène de la gravitation universelle ?

1

b. Selon ce scientifique, qu'arrive-t-il lorsqu'un humain lance une pomme vers le haut ? Pourquoi ?

1 2

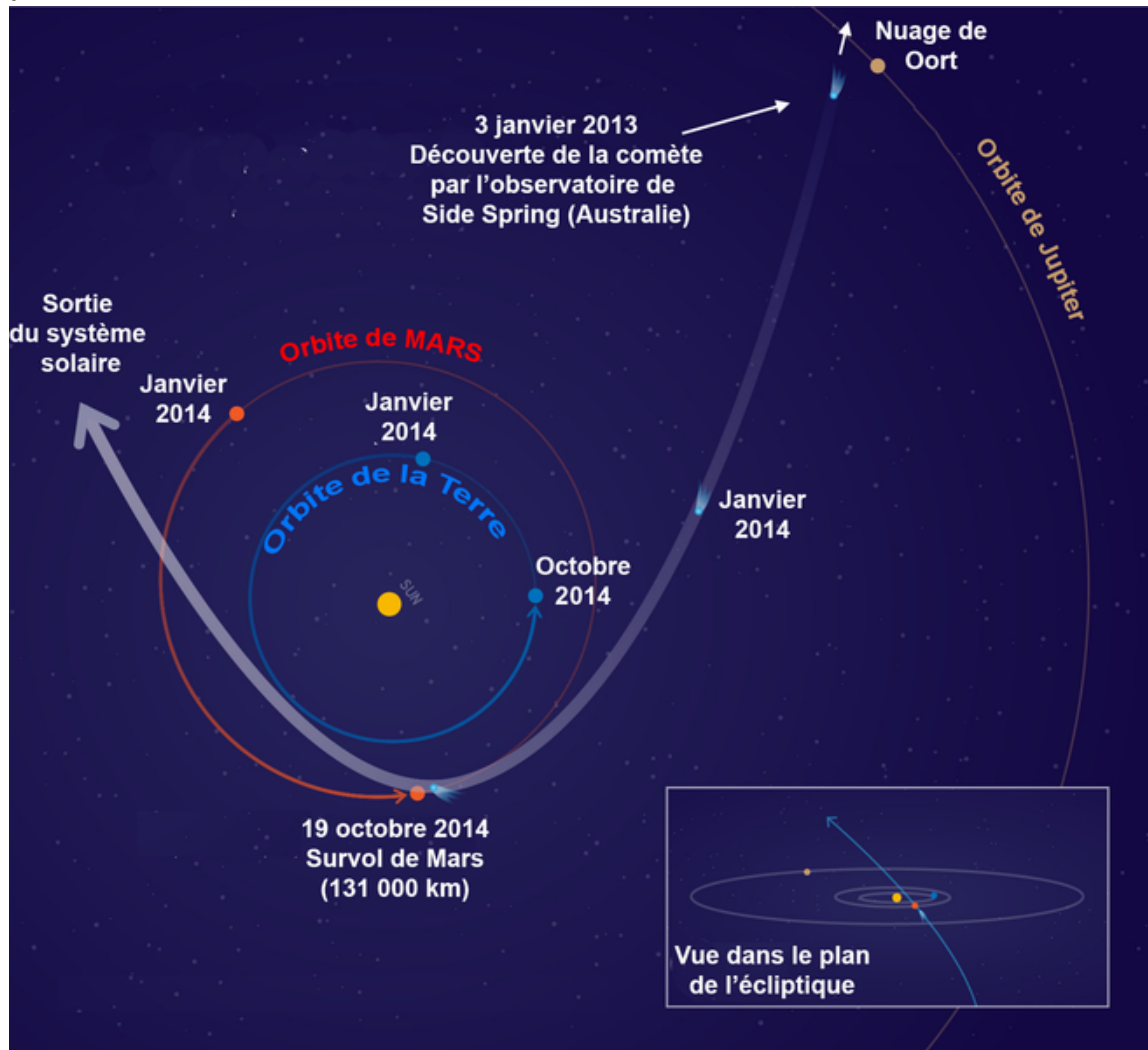
c. Selon le texte, que faudrait-il faire pour qu'une pomme ne retombe pas vers la terre lorsqu'on la lance ?

1

d. Combien de temps faudrait-il à une pomme pour parcourir la distance entre Québec et Montréal (250 km) si elle allait à la vitesse de « libération de la Terre », mentionnée dans le texte ?

1 2

3. La gravitation universelle permet d'expliquer différents phénomènes, notamment les orbites des planètes et des comètes. Le 19 octobre 2014, une comète de 500 mètres de diamètre est passée bien près d'entrer en collision avec la planète Mars. Utilise l'image de la trajectoire de la comète C/2013 A1 Siding Spring pour répondre aux prochaines questions.



Source : NASA [Domaine public], via Wikimedia Commons

- a. Dans ce dessin, quel objet du système solaire fait principalement dévier la trajectoire de la comète dans notre système solaire ?
- La Terre
 - Mars
 - Le Soleil
 - Un trou noir

1

- b. Selon la gravitation universelle, pourquoi cet objet fait-il dévier la comète ?

1

4. À la fin du 18^e siècle, Pierre-Simon de Laplace et John Mitchell postulèrent que la lumière est, elle aussi, soumise aux lois de la gravitation universelle. C'est-à-dire, que la lumière peut être attirée par la masse des objets.
- a. Parmi ces propriétés connues de la lumière, laquelle devrait être modifiée pour adhérer aux postulats de Laplace et Mitchell
 - i. La lumière est la portion visible des rayons électromagnétique
 - ii. La lumière se propage en ligne droite
 - iii. La lumière peut être déviée par réfraction lorsqu'elle change de milieu
 - iv. La lumière peut être réfléchi
 - v. La lumière blanche est l'ensemble des couleurs
 - vi. La lumière transporte de l'énergie (rayonnante)
 - vii. La lumière voyage à une vitesse de 300 000 km/s

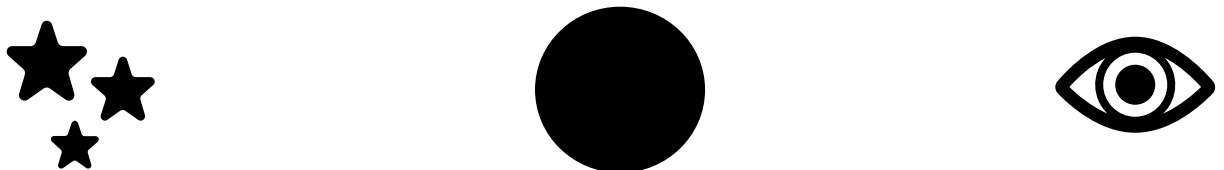
1

- b. Comment modifierais-tu l'énoncé choisie en a. pour qu'il reflète correctement les postulats de Laplace et de Mitchell ?

1

- c. Sur l'image dans le haut de la page 20 du magazine, on observe une simulation d'un trou noir entouré d'un disque d'accrétion. En plus du disque d'accrétion, il est possible d'observer de la lumière provenant de l'arrière du trou noir, qui est déviée vers l'observateur.

À l'aide du schéma ci-dessous, illustre comment des rayons lumineux d'étoiles lointaines peuvent se rendre à un observateur tout en étant placées de l'autre côté du trou noir.



1

5. Un disque d'accrétion est un disque de matière orbitant autour du trou noir. Ce disque subit une force intense et la matière se chauffe par friction. En étant très chaud, la matière émet de l'énergie rayonnante, qu'il est possible de détecter.
- a. Dans l'exemple ci-dessus, sous quelle forme la matière émet-elle de l'énergie visible ?
 - i. Énergie potentielle gravitationnelle
 - ii. Énergie électromagnétique
 - iii. Énergie électrique
 - iv. Énergie cinétique

- b. Plusieurs formes d'énergie se manifestent dans le disque d'accrétion. Nomme trois formes d'énergie différentes et justifie.

1 2 3

- c. « *C'est en raison de cette perte d'énergie, de ce ralentissement, que la matière décrit une spirale et finit par sombrer dans ce trou qui n'en est pas vraiment un.* » (p. 21)

En te servant des concepts de transfert et de transformation d'énergie, pourquoi l'auteur affirme que la matière ralentit ?

1 2 3 4

6. Un beau matin, par un phénomène inexpliqué, le Soleil devient si dense qu'il se transforme en un trou noir.

- a. Qu'arriverait-il à la terre ? Justifie.
- i. La Terre deviendrait, à son tour, un trou noir puisque le phénomène est contagieux
 - ii. La Terre serait engloutie dans le trou noir.
 - iii. La Terre deviendrait très froide, mais elle continuerait son orbite

Justification :

1 2

- b. Qu'arriverait-il au Soleil ? Justifie.
- i. Sa masse diminuerait
 - ii. Son volume diminuerait
 - iii. Sa force d'attraction gravitationnelle augmenterait

Justification :

1 2

Total /25

POUR ALLER PLUS LOIN

« Ainsi, loin d'être des puits sans fond, les trous noirs sont des moteurs puissants qui alimentent aussi bien la dynamique des galaxies que les réflexions les plus fondamentales. Espérons que Sagittarius A se montrera sous son meilleur profil pour aider à sortir de l'ombre ces titans aux mille visages. »*

Maintenant que vous en savez davantage sur les trous noirs, quelles sont les hypothèses ressorties dans l'activités d'introduction qui demeurent plausibles ? Est-ce que vous avez maintenant d'autres hypothèses à formuler ?

Vous êtes une équipe de scientifiques de la NASA. Vous avez le mandat d'étudier les trous noirs. Imaginez une expérience scientifique qui permettrait de valider ou d'invalidier les différentes hypothèses que vous avez énoncées au préalable.

En équipe, présenter ce protocole de laboratoire aux autres élèves de la classe et évaluer le réalisme de chacun à l'aide de vos connaissances actuelles. Serez-vous le prochain Stephen Hawking ?

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

Recherche, rédaction, conception : Zapiens Communication Scientifique