

**DISCOVER
THE UNIVERSE**  **À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS**

COMPRENDRE LA GRAVITÉ

Bienvenue! Nous allons commencer dans quelques minutes.

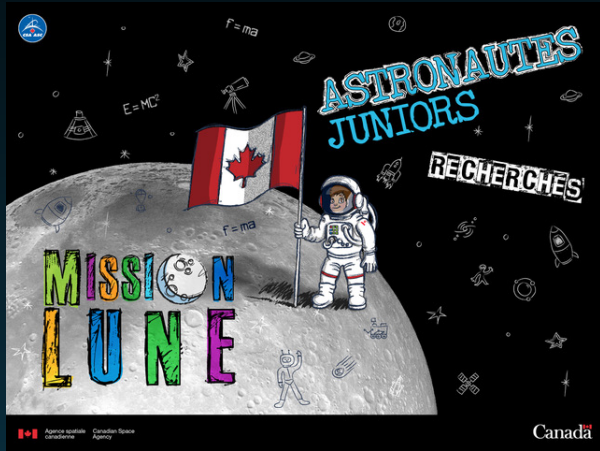
À LA DÉCOUVERTE DE L'UNIVERS

www.decouvertedelunivers.ca

Programme de formation en astronomie pour enseignants et animateurs

- Formations gratuites et accessibles en ligne
- Ressources

PROCHAINES ACTIVITÉS



Webinaire: Astronautes Juniors, par l'Agence spatiale canadienne – 10 déc (inscriptions ouvertes bientôt)

Et beaucoup plus dans la nouvelle année :
nouveau format, plus de contenus...

**DISCOVER
THE UNIVERSE**  **À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS**

COMPRENDRE LA GRAVITÉ

QU'EST-CE QUE LA GRAVITÉ?

C'est une force fondamentale de la nature qui affecte tout ce qui a une masse.

La force de gravité entre deux objets dépend:

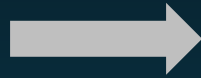
- de la masse des objets;
- de la distance entre eux.



FORCE GRAVITATIONNELLE

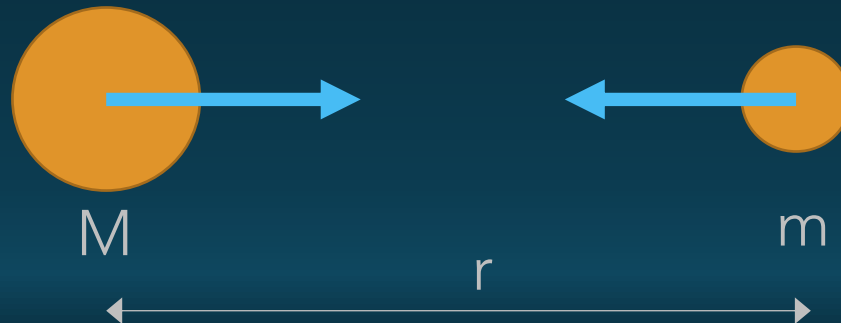
La même force s'applique sur les deux objets, mais l'effet n'est pas le même (ex: moi et la Terre).

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$



Ce qui fait augmenter la force de gravité:

- grandes masses
- faible distance entre les objets



GRAVITÉ TERRESTRE

Si on calcule la force à la surface de la Terre pour tout objet m :

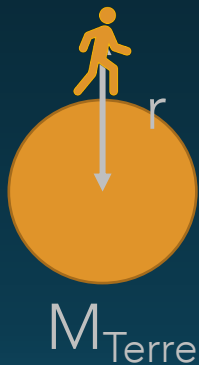
$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

avec:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$M_{\text{Terre}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$r_{\text{Terre}} = 6\,370\,000 \text{ m}$$



$$F = mg$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Que se passe-t-il si on augmente la masse de l'objet ET son rayon?

Est-ce que la force gravitationnelle à la surface augmente ou diminue?

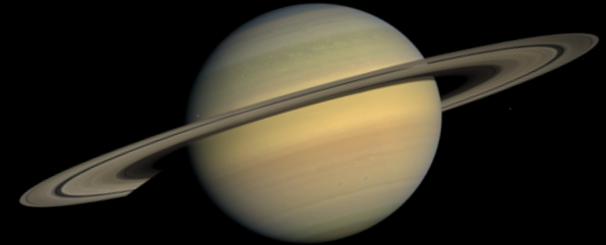
1 g
(9,8 m/s²)



2,5 g



1,1 g

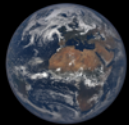


Planètes pas à l'échelle

Que se passe-t-il si on augmente la masse de l'objet mais on diminue son rayon?

Est-ce que la force gravitationnelle à la surface augmente ou diminue?

1 g
(9,8 m/s²)

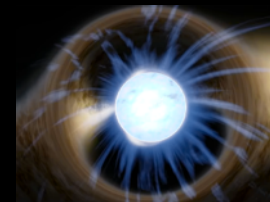


1 000 000 g



naine blanche

100 000 000 000
000 000 000 000
000 000 g



étoile à neutrons

Pas à l'échelle

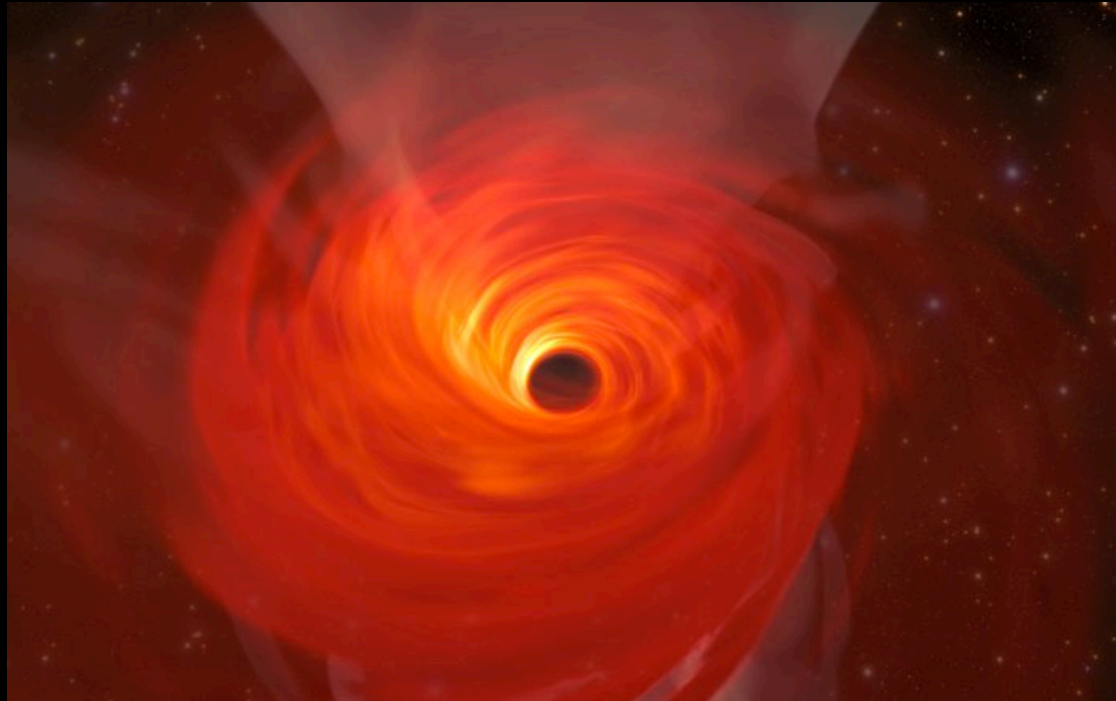
Terre: NASA - <https://epic.gsfc.nasa.gov/>

Naine blanche: NASA - https://en.wikipedia.org/wiki/White_dwarf

Étoile à neutron: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Neutron_Star_gravitational_lensing.png

Qu'est-ce qu'un trou noir?

Objet avec une gravité extrême à sa « surface »
(grande masse en fonction du rayon)



Crédit: ESO/Jordy Davelaar et al./Radboud University/BlackHoleCam
<https://www.eso.org/public/images/eso1907g/>

Est-ce que les trous noirs ont tous une grande masse ?

Pas nécessairement!

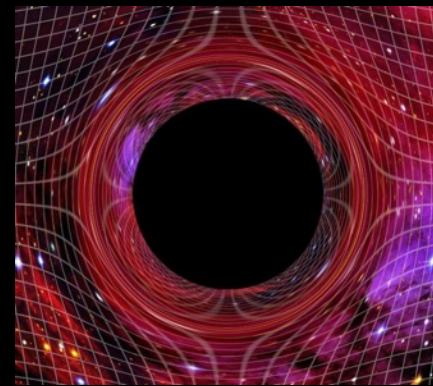
Il existe des trous noirs stellaires (masses de quelques soleils) et des trous noirs supermassifs (masses de millions/milliards de soleils) au centre des galaxies. Il pourrait aussi exister des mini trous noirs...



Crédit: Event Horizon Telescope

<https://www.eso.org/public/france/news/eso1907/?lang>

On pourrait même calculer le rayon
nécessaire pour transformer un humain en
trou noir!



Qu'arriverait-il si le Soleil se transformait en trou noir?

(ça n'arrivera pas)

La Terre continuerait sur son orbite sans changement car elle est située assez loin du trou noir et la masse du Soleil/trou noir n'aurait pas changée.

La gravité du trou noir est extrême seulement si on en est très rapproché.

(Soleil en trou noir: 3 km de rayon, alors qu'on est à 150 millions de km)

Qu'arriverait-il si on tombait dans un trou noir?

Effet de spaghettification!

Près du trou noir, la différence entre la force de gravité aux pieds et à la tête est assez grande pour étirer l'objet.

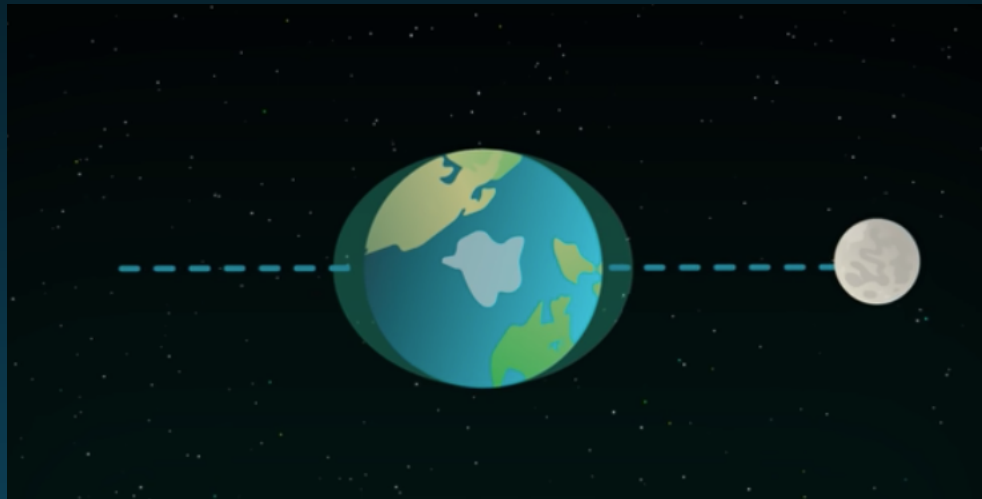
C'est un effet de marée extrême.



COMMENT ÇA FONCTIONNE, LES MARÉES?

Les marées sont causées par **les différences** dans l'attraction gravitationnelle de la Lune (et en partie du Soleil) sur les différentes parties de la Terre.

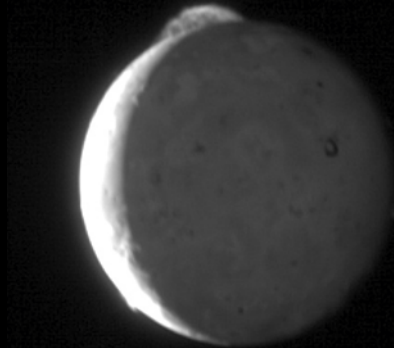
Cette différence **étire** la Terre, et ce mouvement est plus perceptible avec l'eau.



Pas à l'échelle

L'effet de marée (étirement) est aussi responsable :

- des volcans sur Io, lune de Jupiter (marée de roches!);
- de la désintégration de la comète Shoemaker-Levy 9 avant qu'elle ne frappe Jupiter en 1994;
- et plusieurs autres phénomènes...

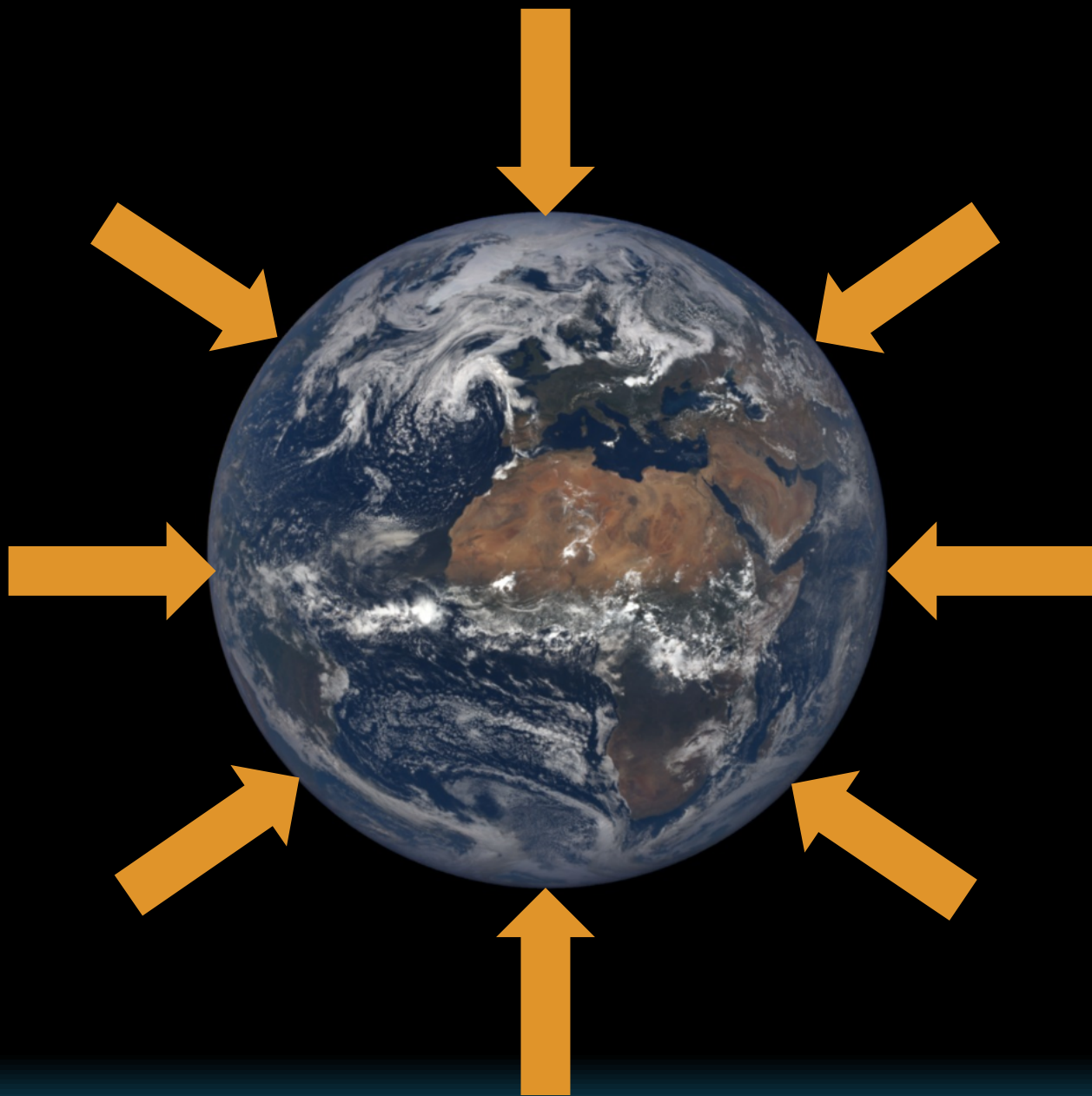


REGARDONS QUELQUES CONCEPTIONS SUR LA GRAVITÉ...

LA GRAVITÉ NOUS TIRE VERS LE BAS

Pour être exact, il faudrait dire:

La gravité nous tire vers le centre de masse
de la Terre





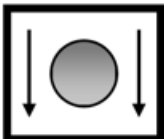
a.

Earth Notion V: The Earth is shaped like a ball surrounded by space. People live all around the ball. Things fall to the **centre of the Earth**.



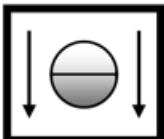
b.

Earth Notion IV: The Earth is shaped like a ball surrounded by space. People live **all around the ball**. Things fall to the **surface of the Earth**.



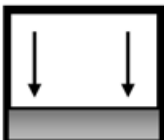
c.

Earth Notion III: The Earth is shaped like a ball surrounded by space. People live **on top of the ball**.



d.

Earth Notion II: The Earth is shaped like a ball surrounded by space. People live **on the flat part inside the ball**.

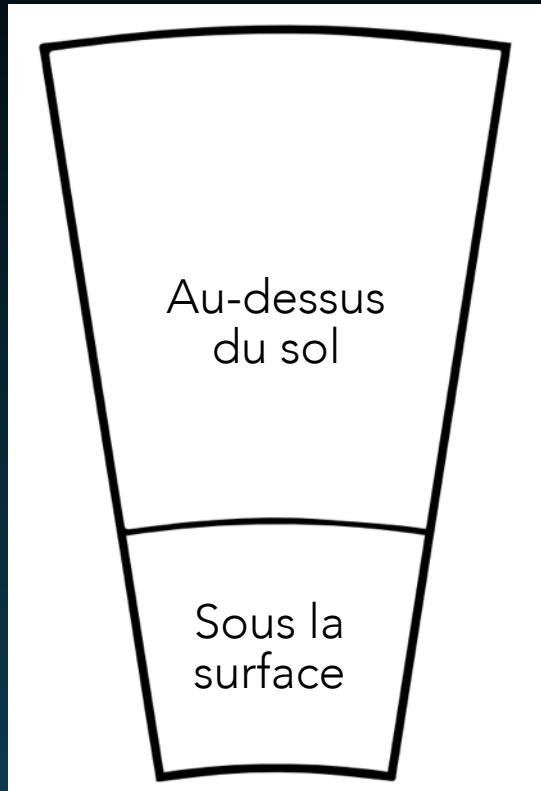


Earth Notion I: The Earth is **flat**.

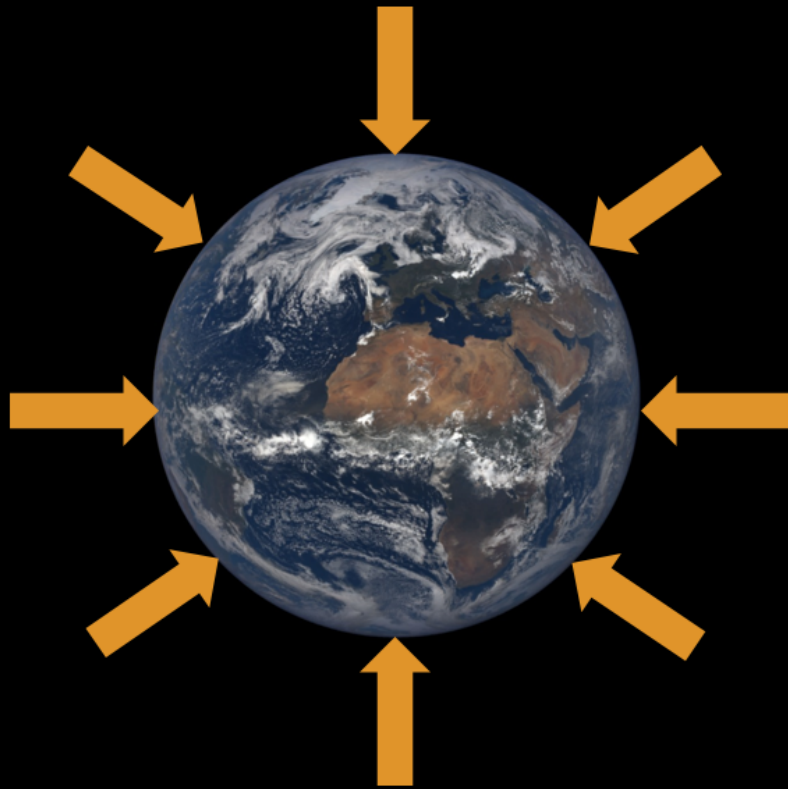
Il est très difficile pour les jeunes enfants de comprendre que *le bas* est la *direction de l'attraction gravitationnelle*.

Lelliott et Rollnick, 2009

Activité: Tête en haut, tête en bas...



<http://www.discovertheuniverse.ca/fr/resource/trousse-dactivites-astronomiques-pour-les-groupes-parascolaires/>



La gravité attire toutes les parties de l'objet vers le centre de masse. C'est ce qui « lisse » la Terre et lui donne sa forme sphérique.

gravité > résistance des roches



Les objets plus petits, comme les astéroïdes et les comètes, n'ont pas une gravité assez grande pour déformer les roches. Ils ont des formes variées.

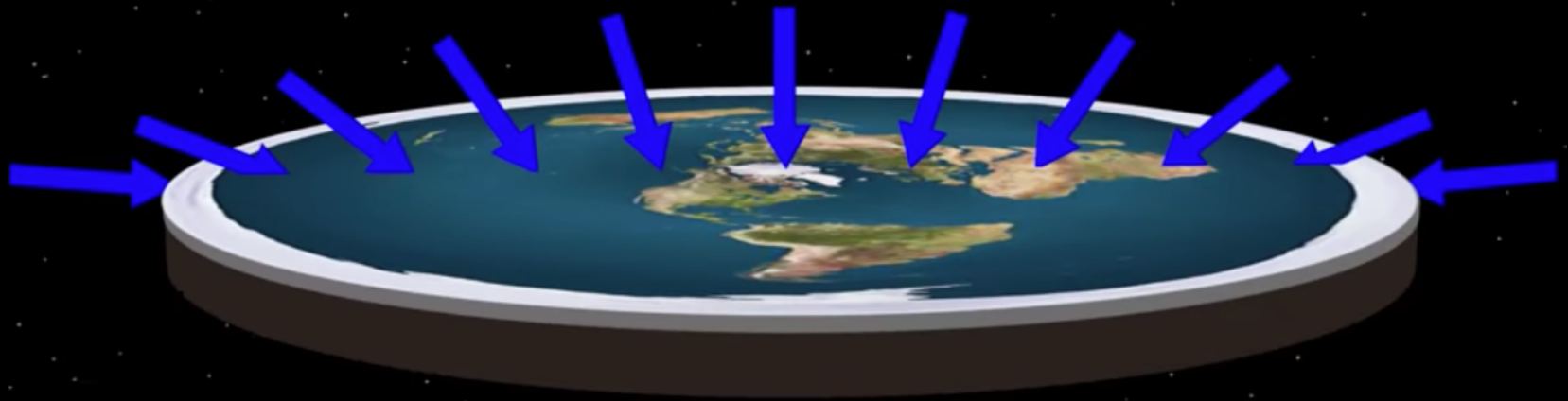
gravité < résistance des roches

Serait-il possible que la Terre soit plate?

Non!

Un objet de la masse de la Terre ne resterait pas plat dû à sa propre gravité.

De plus, la gravité ressentie à sa surface serait quelque peu étrange...



IL N'Y A PAS DE GRAVITÉ DANS L'ESPACE!

Faux!



David Saint-Jacques

21 juin · 🌐



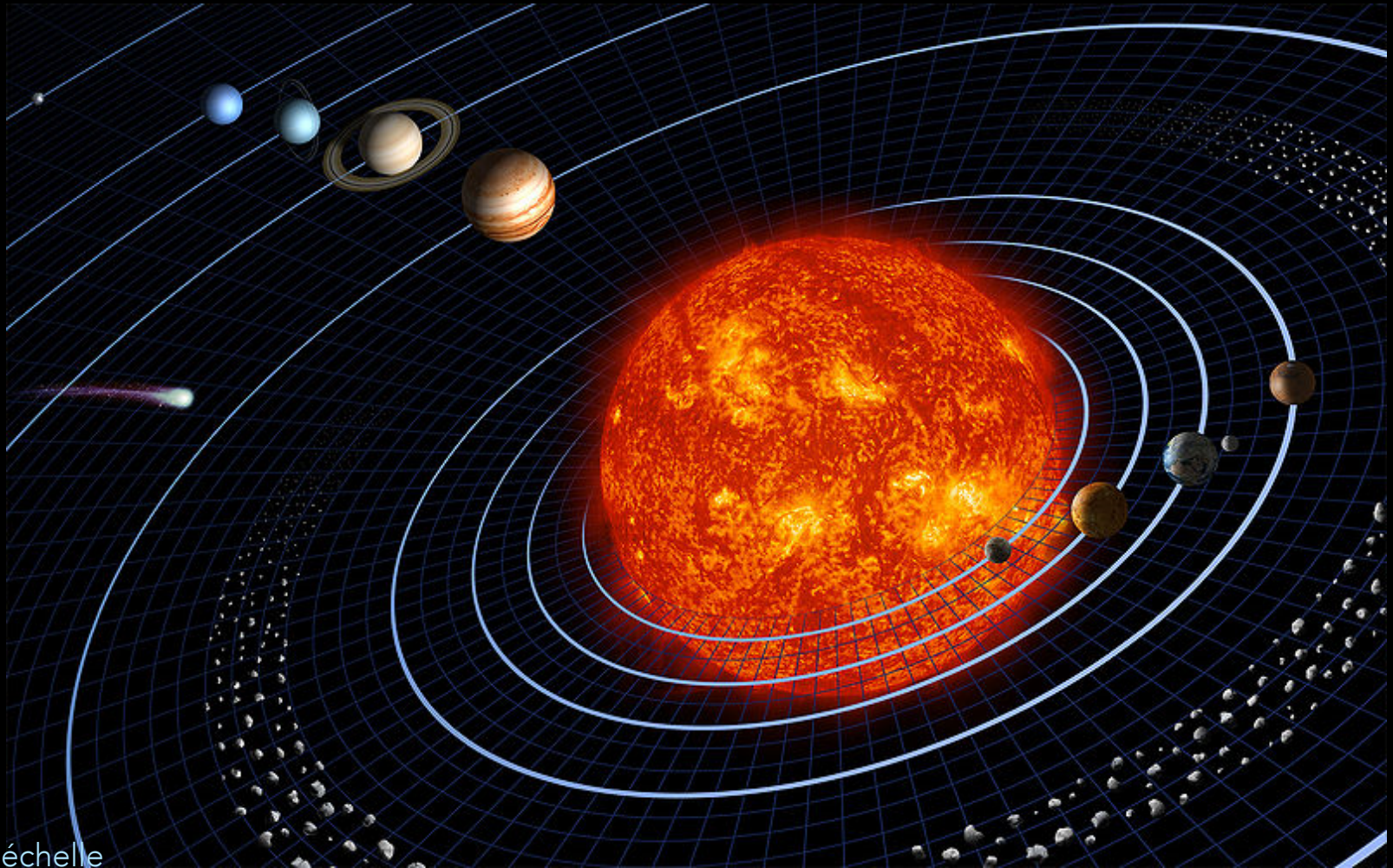
Nous n'arrivons pas à nous décider dans quel sens nous allons prendre la pose, alors... 🤔



Crédit: David Saint-Jacques / Facebook

<https://www.facebook.com/AstroDavidS/photos/a.511383059048102/1142366182616450/>

La gravité est ce qui retient tous les objets en orbite autour du Soleil...



Pas à l'échelle

...et ce qui cause des collisions de galaxies. C'est la seule force fondamentale qui agit à cette échelle.





Galaxies en collision,
situées à plus de 100
millions d'années-
lumière.

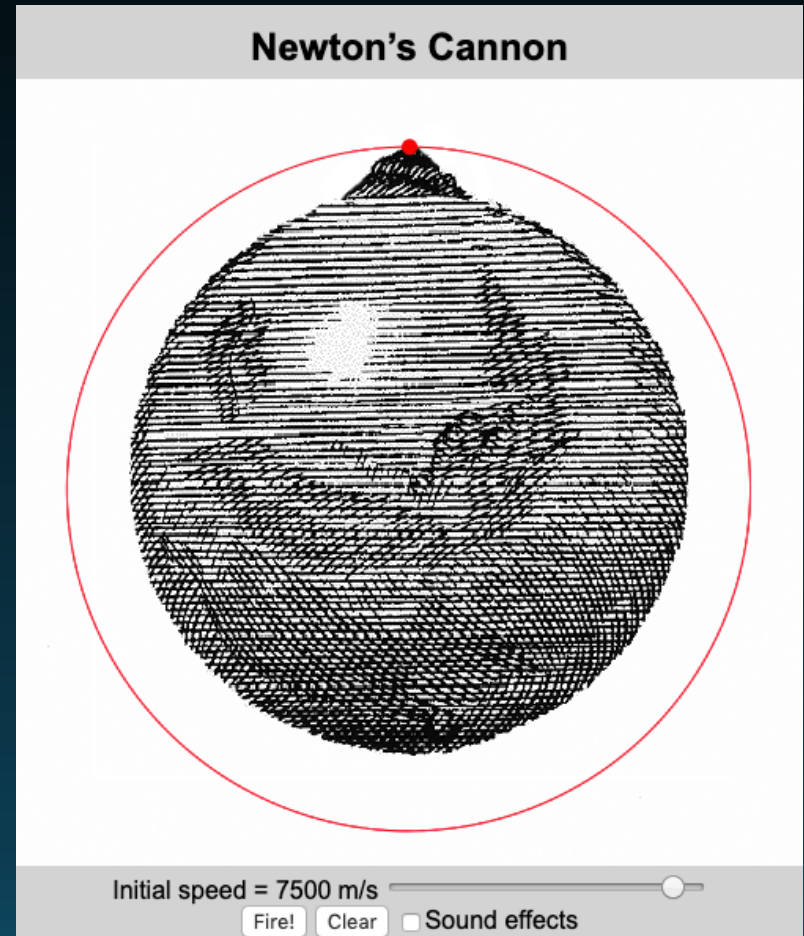
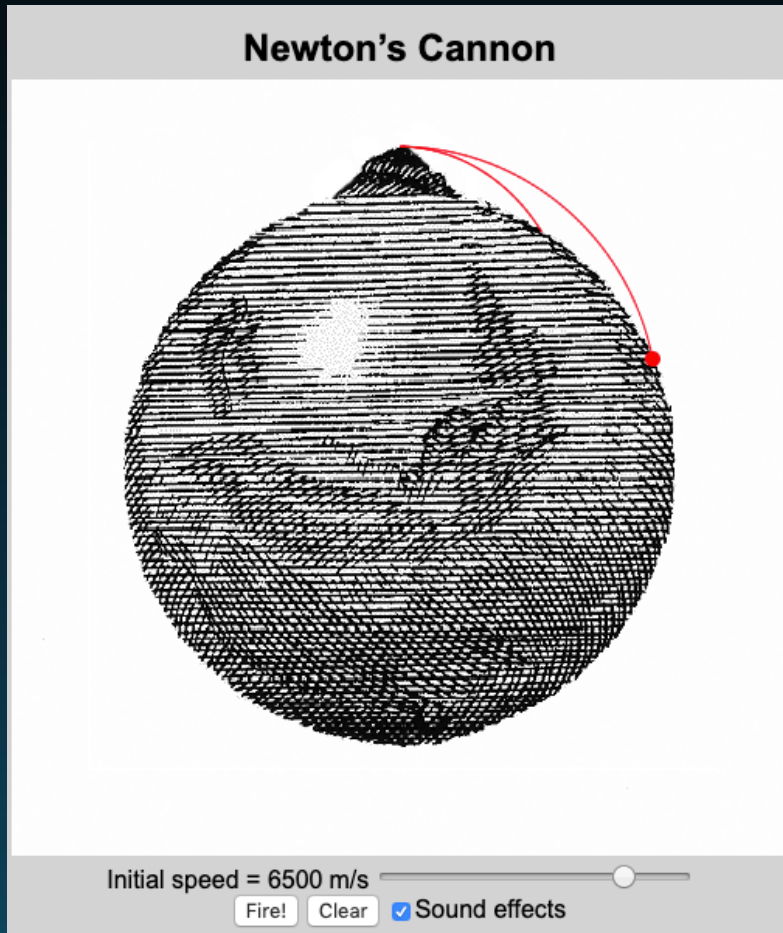
Donc oui, il y a de la gravité dans l'espace!

Mais alors pourquoi les astronautes flottent-ils, surtout qu'ils sont assez près de la Terre pour « subir » environ 90% de leur poids ($8,69 \text{ m/s}^2$)

Parce qu'ils sont en orbite!

Ils tombent constamment (donc semblent flotter) mais ont assez de vitesse pour ne pas s'écraser.

Qu'arriverait-il si on lançait un boulet de canon de plus en plus fort?



Simulateur:

<https://physics.weber.edu/schroeder/software/NewtonsCannon.html>



© Les 12 travaux d'Astérix

Imaginez qu'au lieu d'un javelot, Obélix lance une mini-fusée avec des mini-astronautes.

Ils seraient en orbite et flotteraient dans leur fusée, même à 1 m de la Terre.

Ce n'est donc pas par absence de gravité qu'ils flottent, mais bien parce qu'ils sont en chute libre.

(On néglige toute résistance de l'air, le relief de la Terre...)

**IL N'Y A PAS DE GRAVITÉ SUR LA LUNE
PUISQU'IL N'Y A PAS D'ATMOSPÈRE**

Faux!

Il ne faut pas mélanger gravité et
pression atmosphérique.

Mais, c'est vrai que la gravité est moins intense sur la Lune (1/6 g)...



Crédit: NASA

QUESTIONS?

**DISCOVER
THE UNIVERSE**



**À LA DÉCOUVERTE
DE L'UNIVERS**

CONTACT US

www.discovertheuniverse.ca |

info@discovertheuniverse.ca

CONTACTEZ-NOUS

www.decouvertedelunivers.ca

info@decouvertedelunivers.ca



Discover the Universe
À la découverte de l'univers



DU_astronomy
DU_astronomie



facebook.com/discovertheuniverse
facebook.com/decouvertedelunivers

Question que j'ai posée à mon prof quand
j'étais au Cégep:

Si on sort d'un avion en vol, on tombe.
Mais si on sort de la Station spatiale, on flotte.
À quelle altitude se fait la transition?

Que m'auriez-vous répondu?