L'Astroblème de Charlevoix

LÀ OÙ LE CIEL A RENCONTRÉ LA TERRE, VOILÀ 397 MILLIONS D'ANNÉES!

L'IMPACTEUR

Baie-Saint-Paul – La Malbaie
novembre 2016

Par Robert Saint-Jean
Agence spatiale canadienne

1971 ?

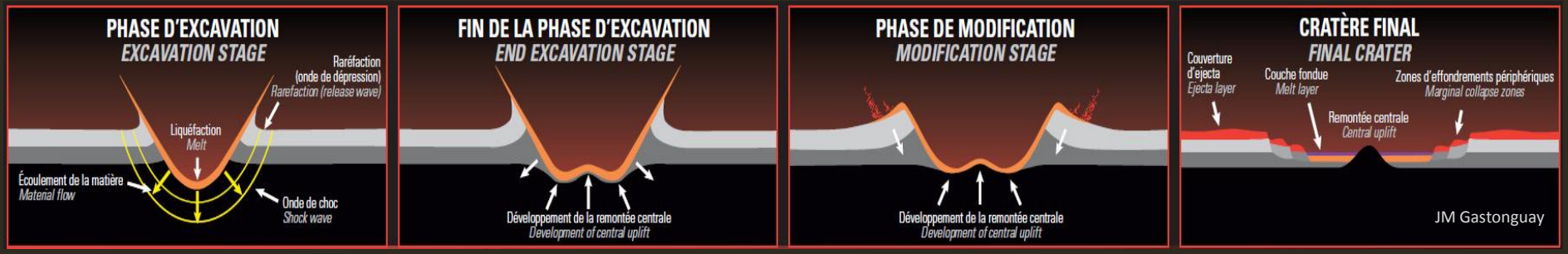
CURIOSITÉ

PERSÉVÉRANCE

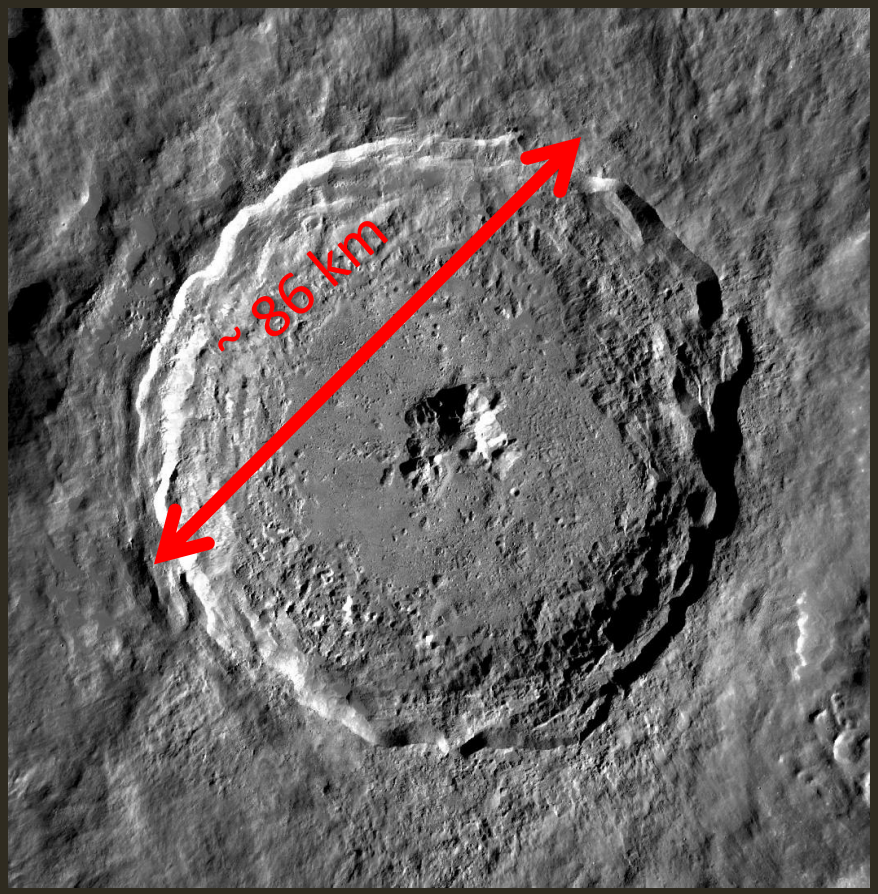
Astroblème ?

De l'anglais *astroblème*, mot inventé par Robert S. Dietz en 1963 composé de :

- ἄστρον, ástron (« astre ») et
- βλῆμα, blêma (« coup, jet »).

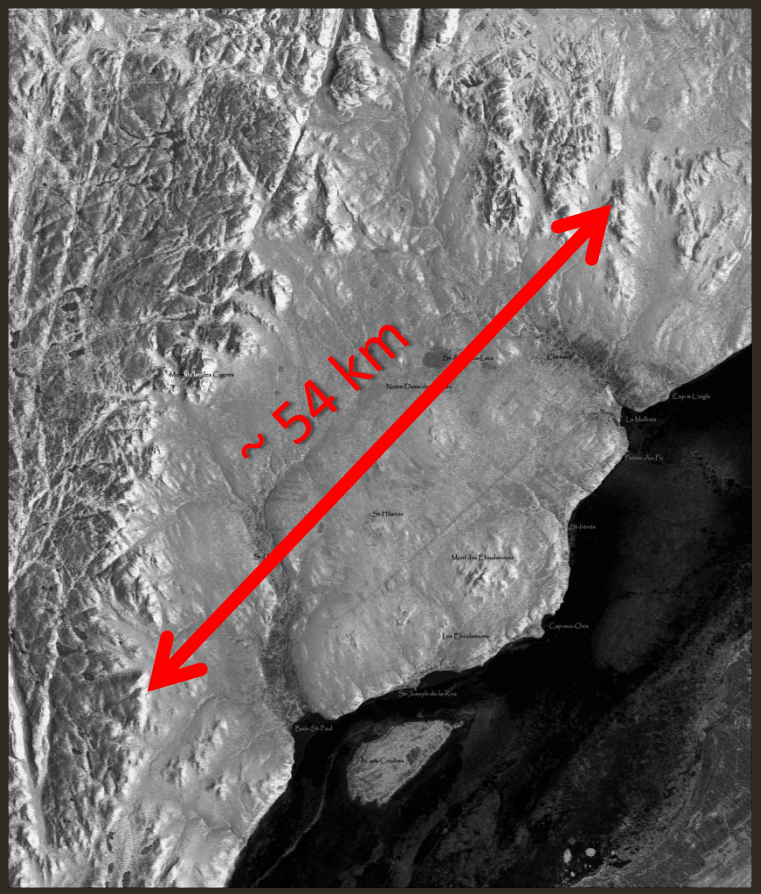


L'astroblème est formé d'un cratère d'impact complexe comportant des terrasses d'effondrement, un plancher et un pointement central.



Tycho

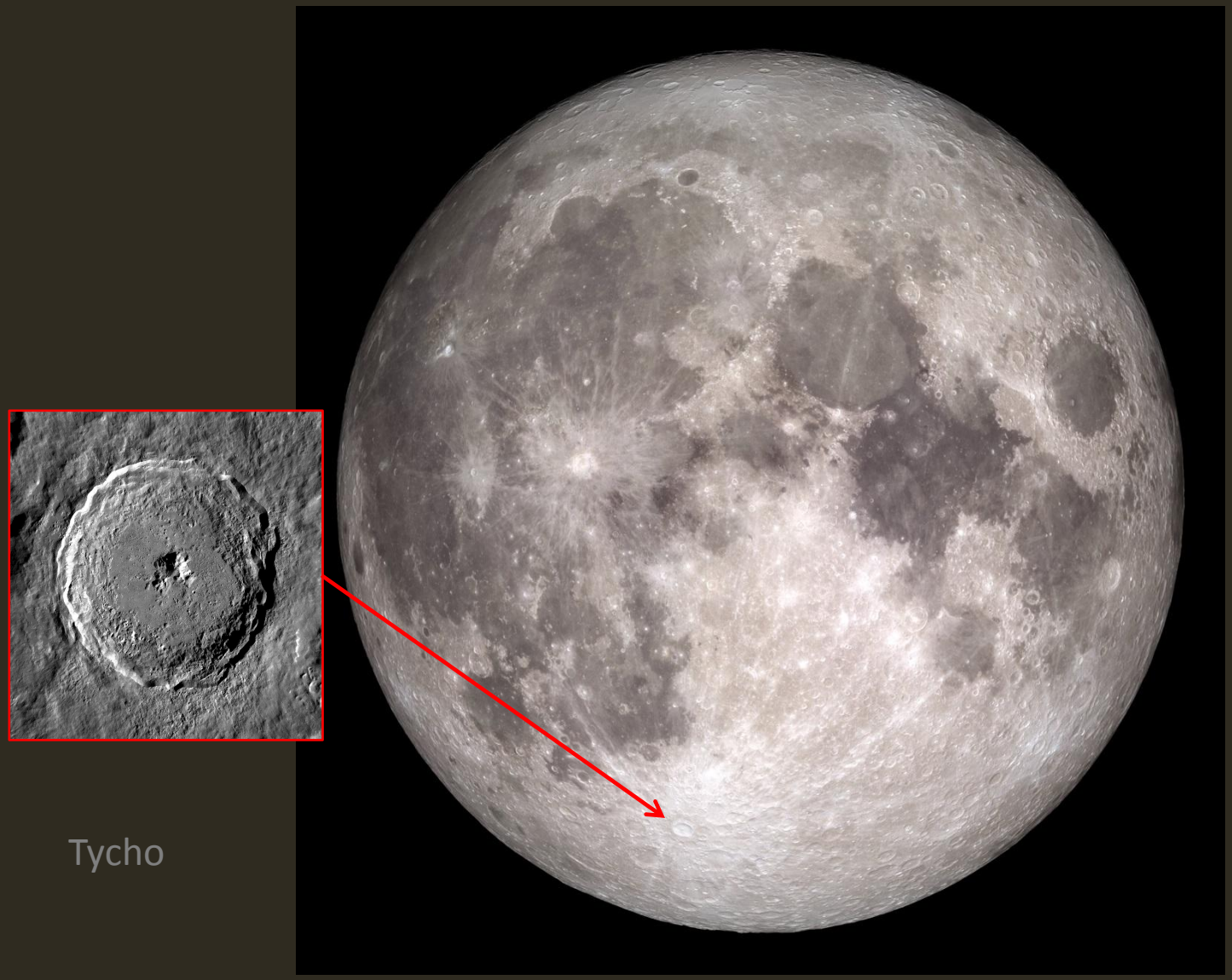
~ 107 Ma



Astroblème de Charlevoix

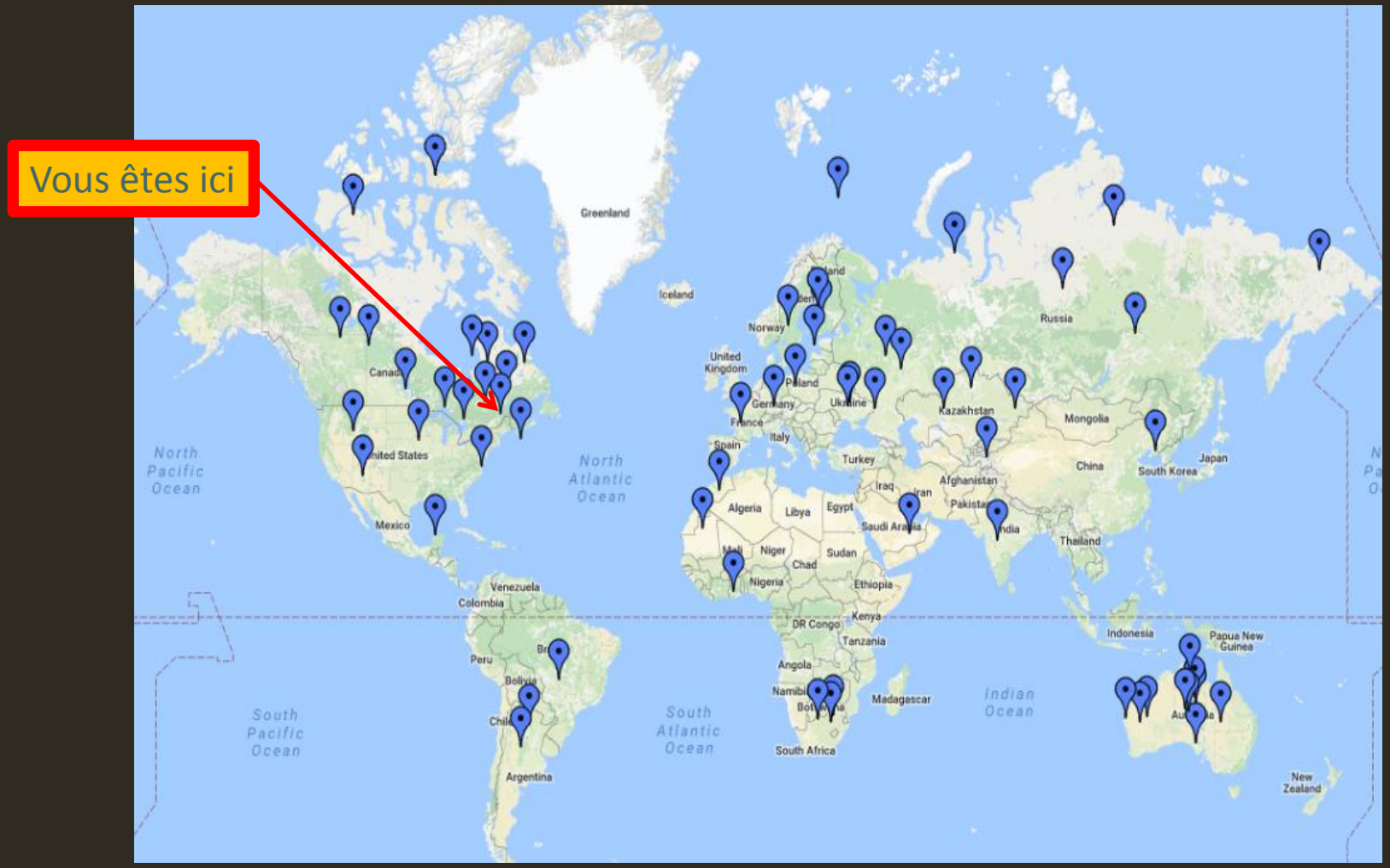
~ 400 Ma

On sait qu'il y a beaucoup de cratères sur la Lune…

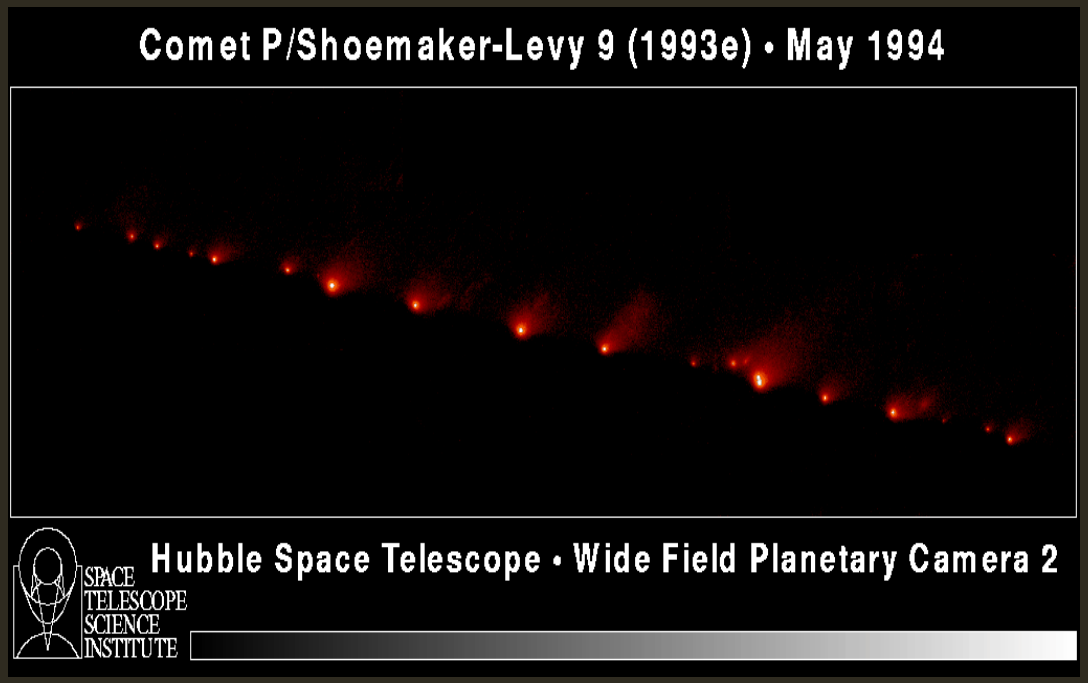


Tycho

Sur Terre, il y en a plus qu'on pense !



L'impacteur



Un impacteur est tout objet percutant un astre, par exemple une planète, une comète, un astéroïde ou …

L’impacteur

…même un vaisseau spatial !

L'impacteur est généralement détruit par sa rencontre avec l'objet percuté

L’impacteur de la mission Deep Impact percutant la comète Tempel 1, le 4 juillet 2005.

L'impacteur de Charlevoix

- La source, l'orbite, la composition, la taille et la vitesse de l'impacteur ne sont pas connues.
- Pour tenter de comprendre, il faut utiliser des modèles.

Pour produire un cratère de 54 km de diamètre sur Terre, il faut…
(En fixant l'angle d'incidence à 45 degrés)

(http://simulator.down2earth.eu)

Composition	Vitesse (km/s)	Dimension (m)
Comète poreuse (d=0,5)	30	7 000
Comète et roche (d=1,5)	30	4 360
Roche carbonée (d=1,38)	20	5 700
Roche silicatée (d=2,71)	20	4 250
Métallique (d=5,32)	20	3 200

Histoire de l'impacteur

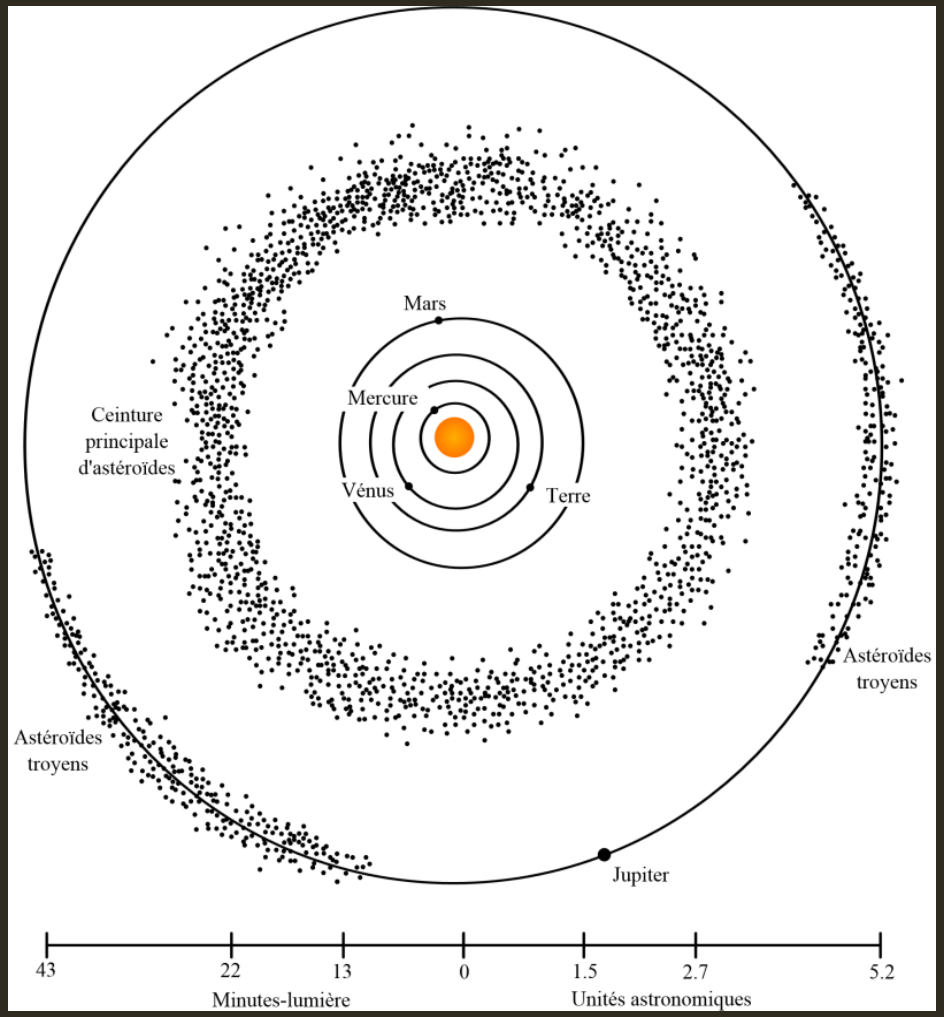
Avec les connaissances actuelles de la formation et de l'évolution du système solaire, deux scénarios nous semblent intéressants pour tenter de comprendre l'histoire de cet impacteur:

- Scénario nº 1: Un objet provenant de la ceinture d'astéroïdes
- Scénario nº 2: Un objet provenant de la ceinture de Kuiper

Don Davis / NASA

Scénario nº 1 Source dans la ceinture d'astéroïdes

- Les astéroïdes sont des restes du disque protoplanétaire qui ne se sont pas regroupés en planètes.
- On connaît aujourd'hui environ 700 000 astéroïdes
- Leur masse totale est d'environ 4% celle de la Lune ou 0,05% celle de la Terre !
- Trois types d'astéroïdes basés sur leur composition:
  - C: Carbonés
  - S: Silicatés
  - M : Métalliques

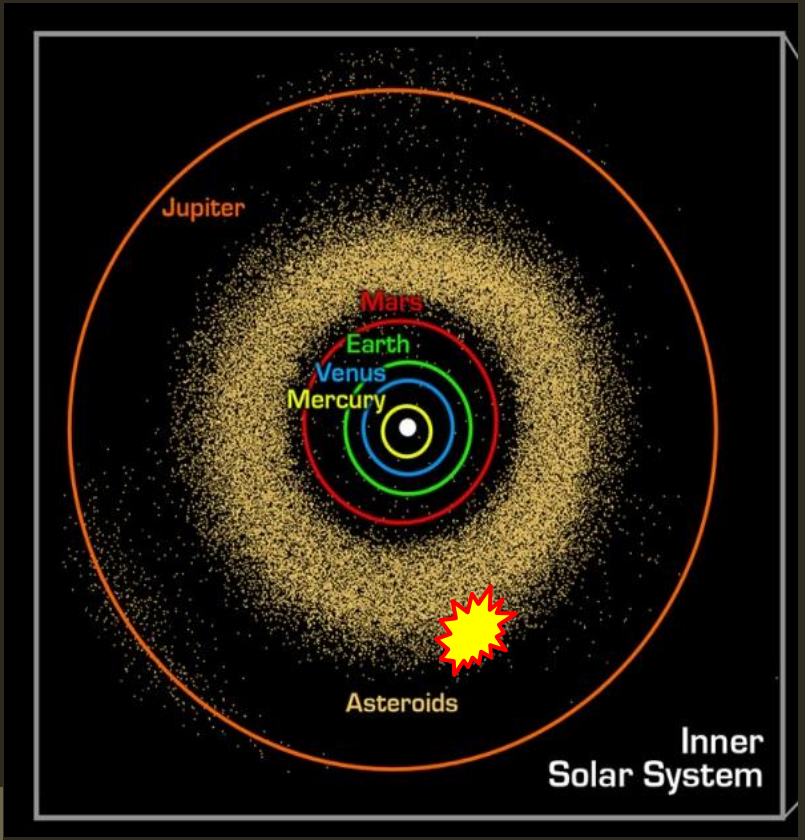


https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Asteroid_Belt-fr.svg

L'unité astronomique (UA) est la distance moyenne entre la Terre et le Soleil
1 UA = 150 000 000 km

Scénario nº 1 Source dans la ceinture d'astéroïdes

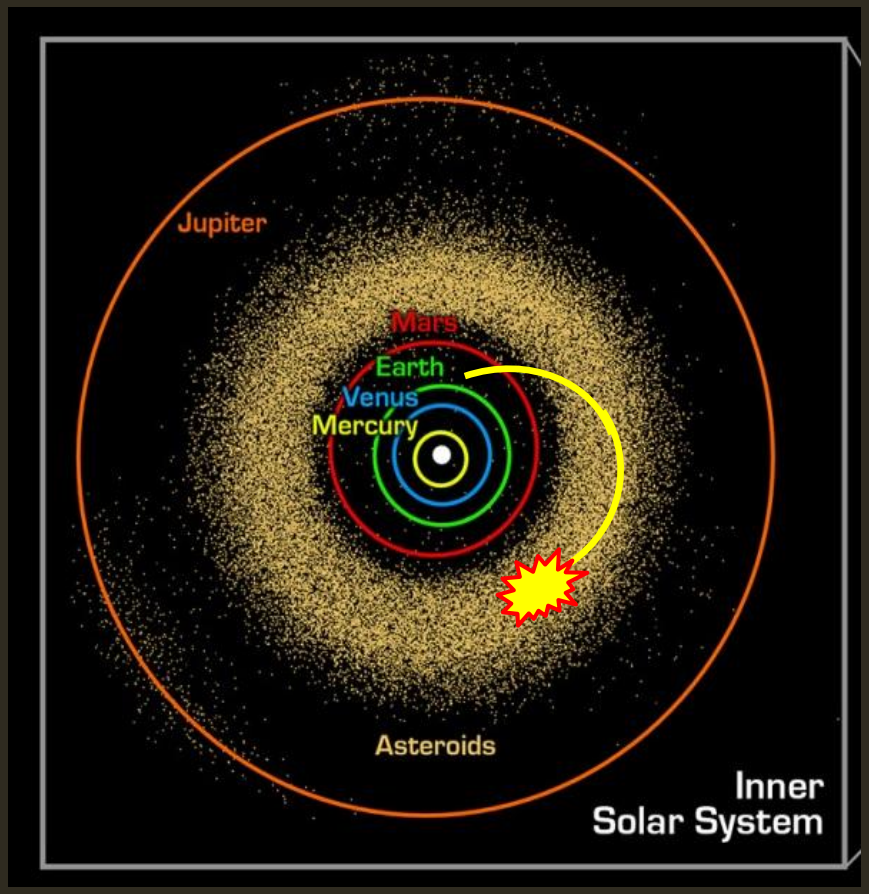
- La Ceinture principale d'astéroïdes est un environnement très actif et les collisions s'y produisent fréquemment (à l'échelle astronomique).
- On estime qu'une collision entre deux corps d'un diamètre supérieur à 10 km s'y produit tous les 10 millions d'années.



La ceinture d'astéroïdes est située à environ 2 et 4 unités astronomiques (UA) soit entre 300 et 600 000 000 de kilomètres du Soleil !

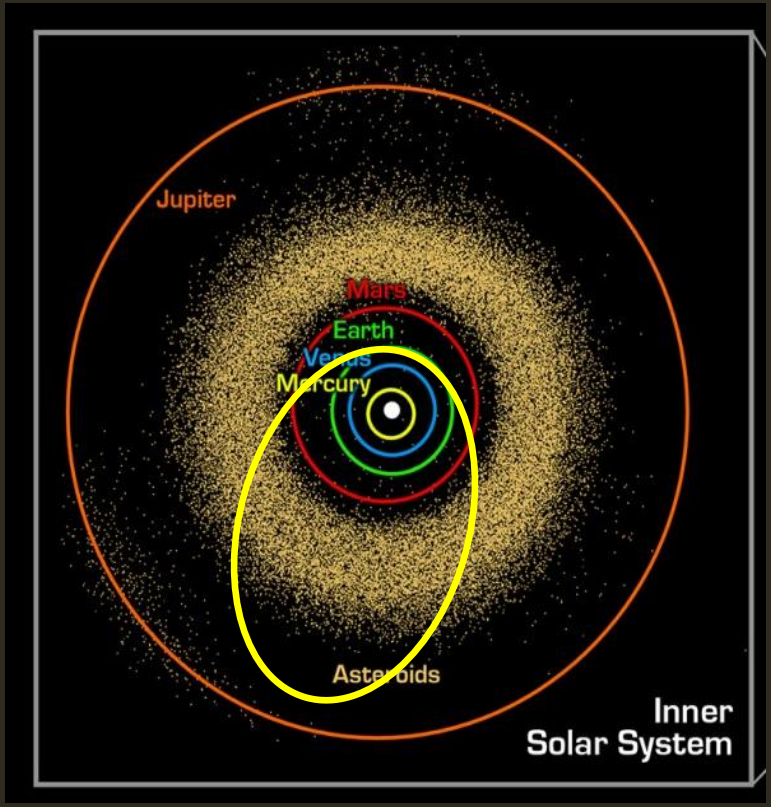
Scénario nº 1 Source dans la ceinture d'astéroïdes

Une collision aurait catapulté l'astéroïde vers l'intérieur du système solaire, sur une orbite excentrique autour du Soleil, peu inclinée relativement sur le plan de l'écliptique.



Scénario nº 1 Source dans la ceinture d'astéroïdes

Le bolide est ainsi devenu un géocroiseur, dont l'orbite a été continuellement perturbée par ses multiples passages à proximité de la planète géante Jupiter.

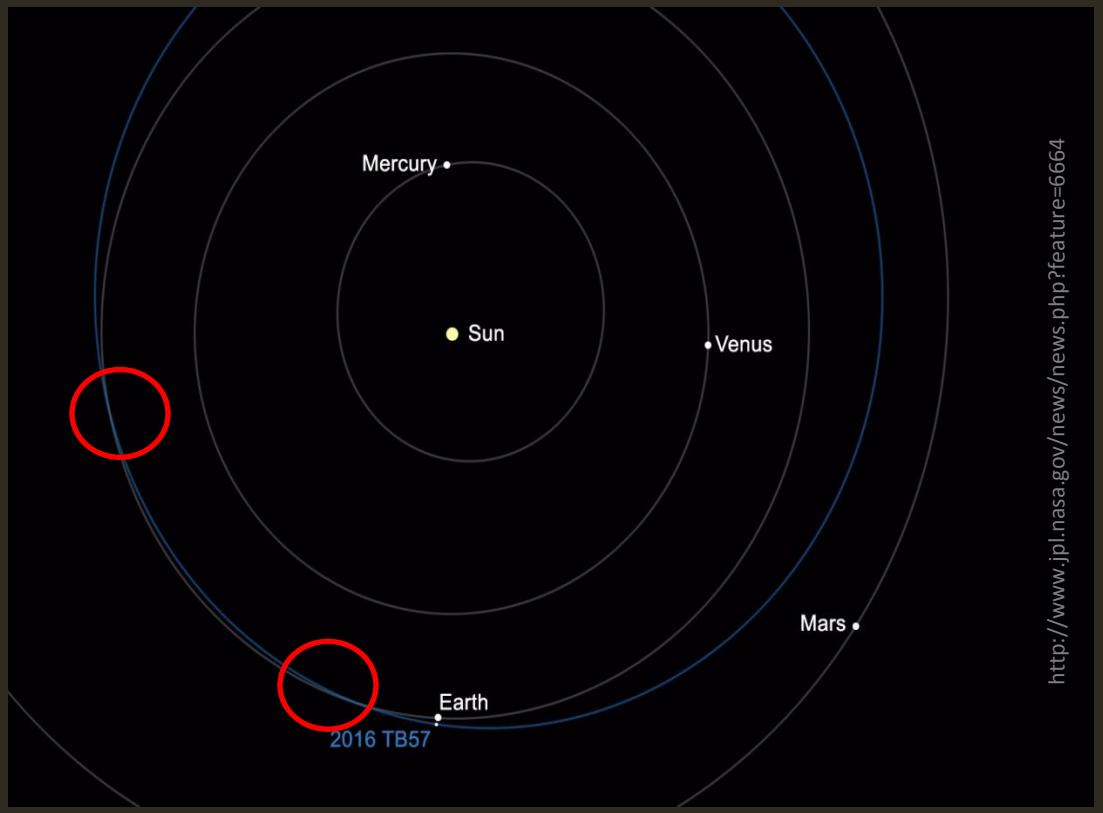


Géocroiseur : Un objet du système solaire dont la trajectoire autour du Soleil croise l'orbite de la Terre.

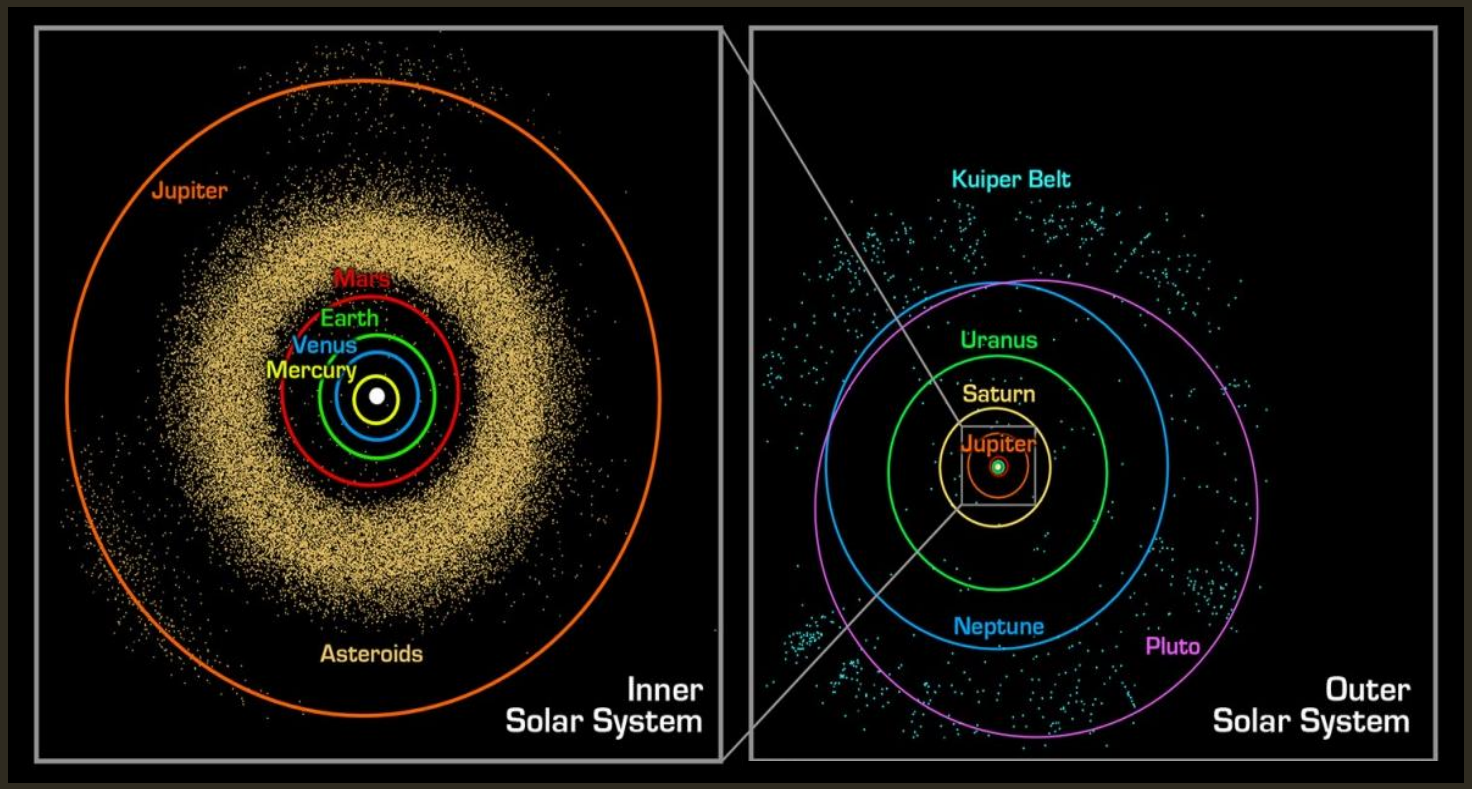
En 2010, la NASA avait répertorié 7 075 objets géocroiseurs. Le 13 octobre 2016, le compte est rendu à 15 000!

Scénario nº 1 Source dans la ceinture d'astéroïdes

Il y a environ 400 millions d'années, les conditions ont été réunies pour que sa trajectoire croise celle de la Terre, et conduise à l'impact de Charlevoix.



Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

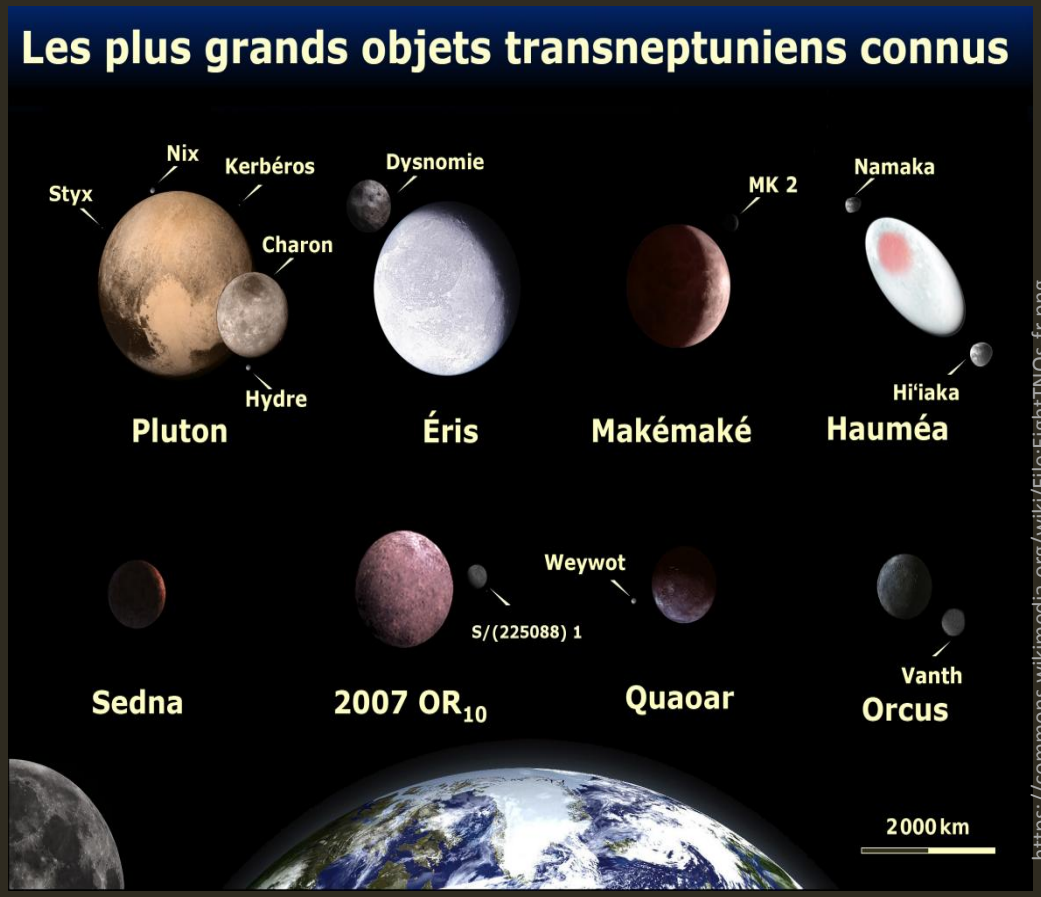


La ceinture de Kuiper est située au-delà de l'orbite de Neptune

Elle est située entre 30 et 55 unités astronomiques (UA) soit à plus de 4 500 000 000 de km du Soleil !

Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

- Les objets de la ceinture de Kuiper sont principalement constitués de glace (eau, méthane, ammoniac).
- Moins denses que les astéroïdes, leur vitesse peut-être beaucoup plus grande.



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:EightTNOs-fr.png

Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

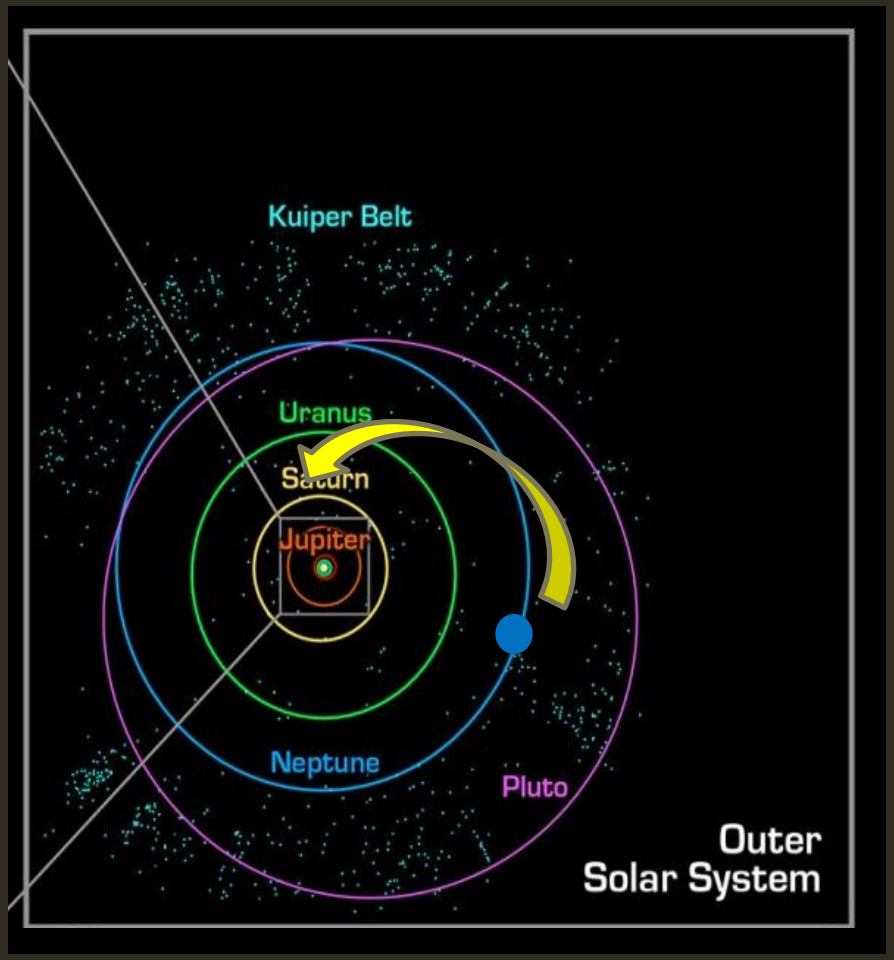
Plusieurs comètes périodiques proviennent de cette région du système solaire.

La comète McNaught en 2007

http://www.eso.org/public/images/eso_nau0134/

Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

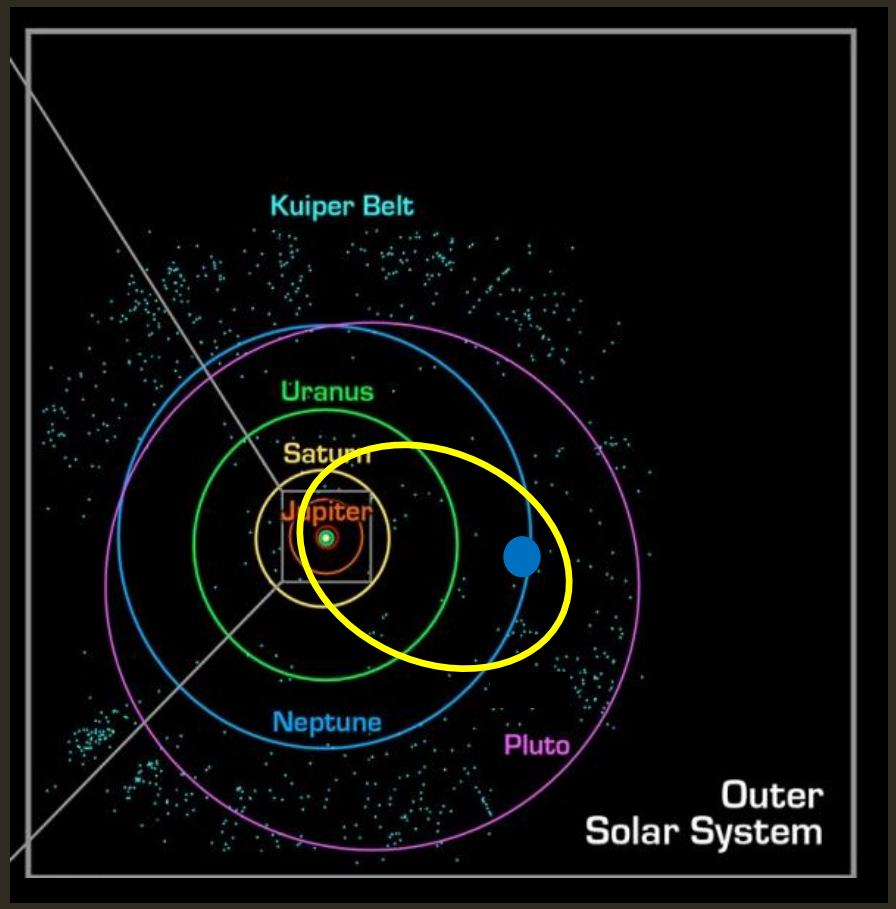
Voilà plus de 400 millions d'années, c'est peut-être la planète Neptune qui a dérangé un objet de la ceinture de Kuiper pour le projeter vers la Terre.



Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

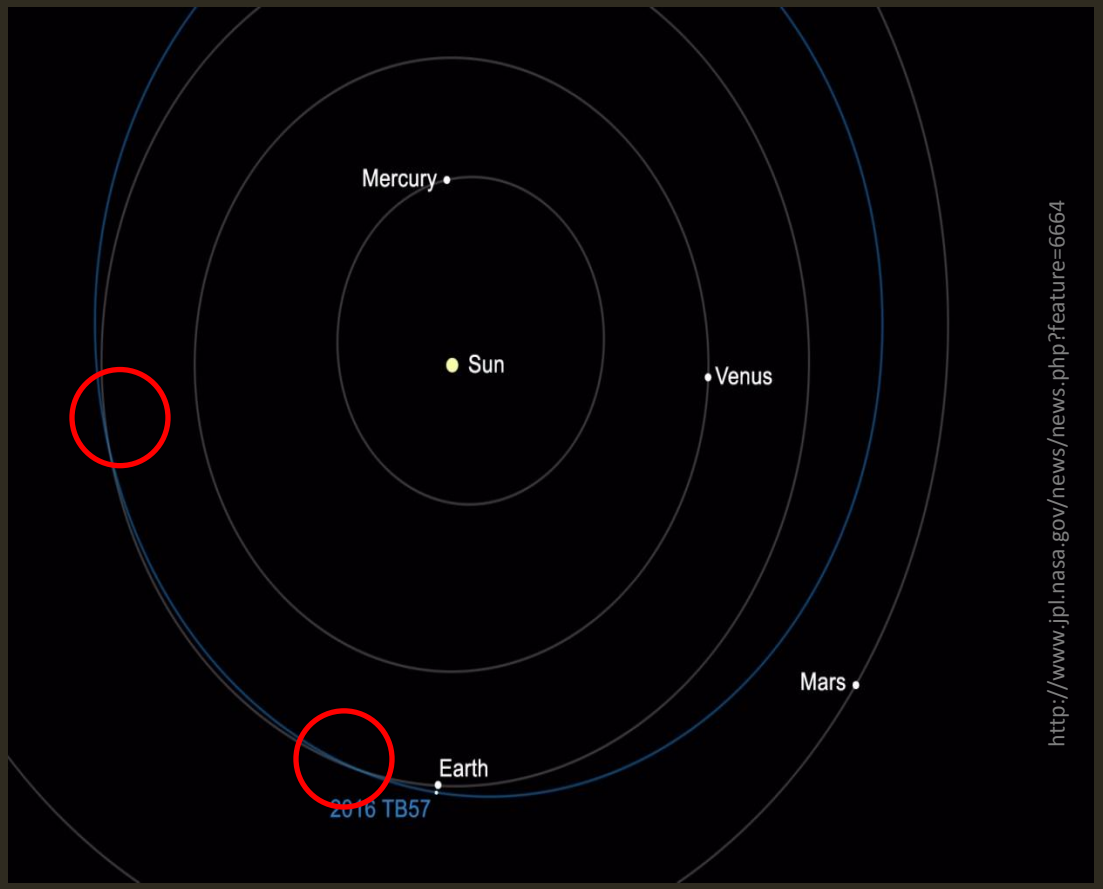
L'objet est ainsi devenu un géocroiseur, dont l'orbite a été continuellement perturbée par ses multiples passages à proximité de Jupiter.

Après quelques milliers (ou millions ?) d'années, l'objet s'est progressivement rapproché de l'orbite de la Terre.



Scénario nº 2 Source dans la ceinture de Kuiper

Il y a environ 400 millions d'années, les conditions ont été réunies pour que sa trajectoire croise celle de la Terre, et conduise à l'impact de Charlevoix.

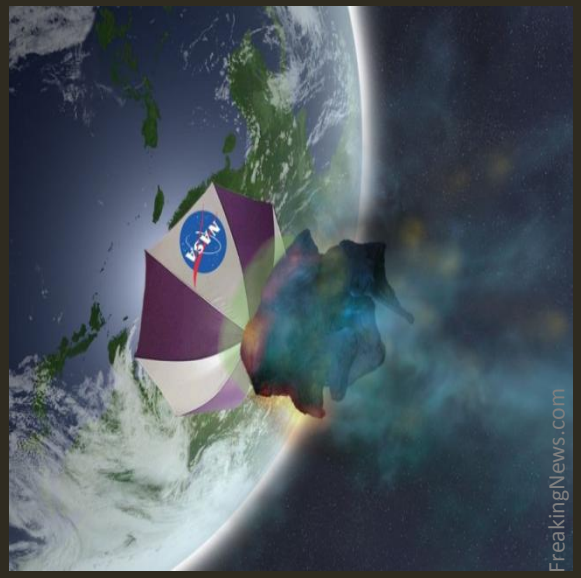


En résumé

Dans les deux cas, le résultat est le même, mais l'origine et le mécanisme est différent.

- Pour l'objet provenant de la ceinture d'astéroïdes
  - Un impacteur rocheux ou métallique dense (1380-5320 kg/m^3)
  - Vitesse de 11 à 20 km par seconde
  - Diamètre de 3,2 à 8 km
- Pour l'objet provenant de la ceinture de Kuiper
  - Un impacteur de glaces et roches moins dense (500-1500 kg/m^3)
  - Vitesse de 30 à 70 km par seconde
  - Diamètre de 3 à 7 km

En conclusion



- Est-ce qu'un autre impact semblable peut se reproduire?
  - Oui, c'est possible, mais c'est peu probable dans les 100 prochaines années.
- Qu'est-ce qu'on fait pour se protéger d'un tel impact?
  - Avant de décider quoi faire, il faut mieux connaître les astéroïdes et les comètes.
  - Le Canada participe à la mission OSIRIS-REx avec la NASA (prochaine présentation)
  - La NASA a un Bureau de coordination de la défense planétaire qui gère un Programme d'observation des géocroiseurs (NEO) qui a pour mandat de découvrir 90% des géocroiseurs de plus d'un kilomètre de diamètre d'ici 2020.

https://www.nasa.gov/planetarydefense http://neo.jpl.nasa.gov

Toutefois, nous ne sommes pas à l'abri d'une surprise…

Copyright M. Ahmetvaleev

Le météore de Tcheliabinsk en Russie, le 15 février 2013.

Taille évaluée entre 17 et 20 m. Vitesse 19 km/s.