



## Astéroïde Apophis - Mouvement et vitesse

Et si... ? Les films catastrophe se basent parfois sur un scénario cataclysmique : une collision imminente entre un astéroïde et la Terre. Les agences spatiales recensent de nombreux astéroïdes qui pourraient potentiellement croiser le chemin de la Terre. Un en particulier : l'astéroïde Apophis !



### Quelles sont les caractéristiques de l'astéroïde Apophis ?

#### Don't Look Up

*Don't Look Up*, sorti en fin d'année 2021, est un film qui mélange les codes des films catastrophe et de la comédie. Il met en scène le duo d'acteurs Leonardo DiCaprio et Jennifer Lawrence dans les rôles de deux astronomes qui tentent d'alerter la population...



difficilement. Pourquoi ? Parce qu'un astéroïde fonce droit sur la Terre, menaçant d'extinction toute vie sur la planète ! L'histoire est en réalité une satire du déni général concernant le changement climatique. La comète, qui représente le changement climatique, est présentée comme un phénomène inévitable qui se rapproche, que tout le monde peut constater, mais qu'une partie de la population préfère ignorer. Ce film critique ouvertement les hommes et les femmes politiques sur ce sujet.

#### Formulaire mathématique

Périmètre d'un cercle de rayon  $R$  :  $p = 2 \times \pi \times R$

#### Apophis

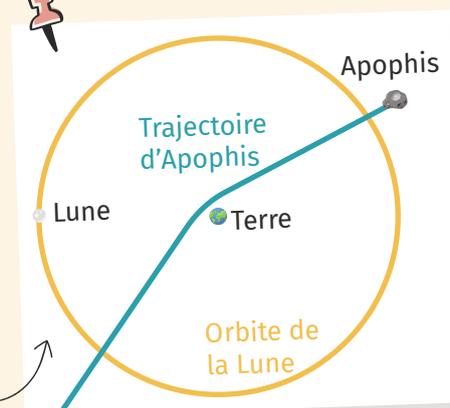
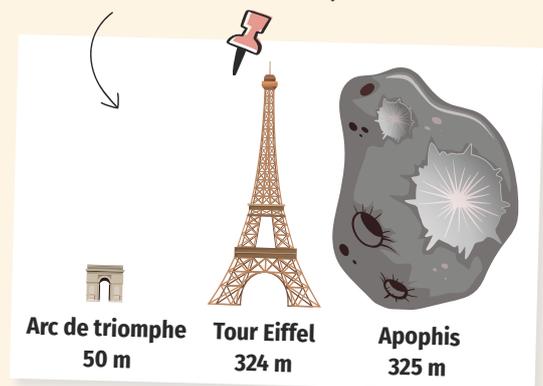
Et si le scénario du film *Don't Look Up* se produisait réellement ? Aucun risque majeur connu selon les agences spatiales, qui ont pourtant craint pendant plusieurs années qu'un astéroïde pré-nommé Apophis n'entre en collision avec la Terre en 2029 !

Découvert en 2004, Apophis est un astéroïde de 185 m de rayon en moyenne et il possède une masse d'environ 45 millions de tonnes. On le qualifie de géocroiseur, car il suit une orbite qui croise celle de la Terre.

Le dernier passage d'Apophis à proximité de la Terre date de la nuit du 9 au 10 janvier 2013. La distance entre les deux astres était alors de 14,4 millions de kilomètres, aucun risque ! Mais la NASA estime que son prochain passage, prévu pour le 13 avril 2029, sera nettement plus proche ! Avec seulement 31 000 km du centre de la Terre, soit 18 000 km depuis la surface, l'astéroïde pourra être observé à l'œil nu.

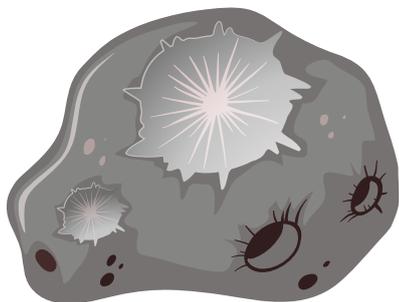
D'après les astronomes, le risque de collision est suffisamment faible pour ne pas avoir à craindre la fin du monde. Ouf !

#### Comparaison de la taille d'Apophis avec celle de monuments parisiens



#### Modélisation de la trajectoire d'Apophis le 13 avril 2029

### Apophis



Apophis est un astéroïde, c'est-à-dire un astre composé de roches, de métaux et de glaces (comme les planètes). Il n'est pas considéré comme une planète en raison de sa forme très différente d'une sphère et de ses dimensions très inférieures à celle de la Terre.

**Masse :**  $M_A = 45\,000\,000\text{ t}$

**Rayon moyen :**  $R_A = 185\text{ m}$

**Distance moyenne au Soleil :**

$d_{A-S} = 87\,000\,000\text{ km}$

**Vitesse moyenne autour du Soleil :**

$v_A = 70\,000\text{ km/h}$

**Période de révolution autour du Soleil :**

$T_A = 325,07\text{ j}$

### Terre



La Terre est l'une des huit planètes du Système solaire, la troisième dans l'ordre d'éloignement croissant au Soleil. Jusqu'à preuve du contraire, elle est la seule planète abritant la vie.

**Masse :**  $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$

**Rayon moyen :**  $R_T = 6\,370\text{ km}$

**Distance moyenne au Soleil :**

$d_{T-S} = 150\,000\,000\text{ km}$

**Période de révolution autour du Soleil :**

$T_T = 365,25\text{ j}$

## À TOI DE JOUER !

### Questions

1. Préciser la nature du mouvement de la Terre autour du Soleil en utilisant, au choix, les termes suivants : rectiligne / uniforme / circulaire / quelconque ou curviligne / accéléré / ralenti.
2. La vitesse de la Terre au cours de son mouvement possède-t-elle toujours la même direction ? Expliquer en quelques mots et en réalisant un schéma.
3. Relever dans les documents les informations permettant de déterminer la distance  $d$  parcourue par la Terre en une année. Calculer cette distance.
4. En déduire la valeur de sa vitesse  $v_T$  et l'exprimer en kilomètre par heure (km/h).



## Astéroïde Apophis - Énergie cinétique

Et si... ? Les films catastrophe se basent parfois sur un scénario cataclysmique : une collision imminente entre un astéroïde et la Terre. Les agences spatiales recensent de nombreux astéroïdes qui pourraient potentiellement croiser le chemin de la Terre. Un en particulier : l'astéroïde Apophis !



### Quelles sont les caractéristiques de l'astéroïde Apophis ?

#### Don't Look Up

*Don't Look Up*, sorti en fin d'année 2021, est un film qui mélange les codes des films catastrophe et de la comédie. Il met en scène le duo d'acteurs Leonardo DiCaprio et Jennifer Lawrence dans les rôles de deux astronomes qui tentent d'alerter la population... difficilement. Pourquoi ? Parce qu'un astéroïde fonce droit sur la Terre, menaçant d'extinction toute vie sur la planète ! L'histoire est en réalité une satire du déni général concernant le changement climatique. La comète, qui représente le changement climatique, est présentée comme un phénomène inévitable qui se rapproche, que tout le monde peut constater, mais qu'une partie de la population préfère ignorer. Ce film critique ouvertement les hommes et les femmes politiques sur ce sujet.



#### Données

Une tonne équivalent TNT est une unité d'énergie qui correspond à l'énergie libérée par l'explosion d'une tonne de TNT (trinitrotoluène), soit  $4,2 \times 10^9$  J.

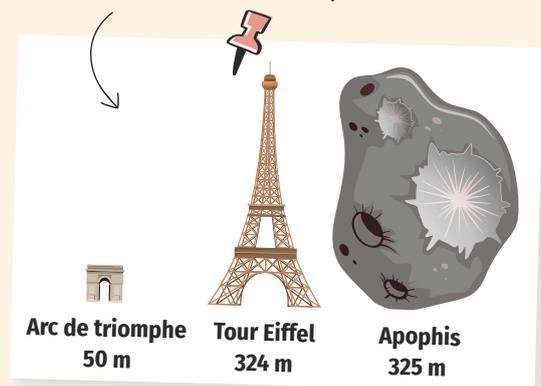
#### Apophis

Et si le scénario du film *Don't Look Up* se produisait réellement ? Aucun risque majeur connu selon les agences spatiales, qui ont pourtant craint pendant plusieurs années qu'un astéroïde pré-nommé Apophis n'entre en collision avec la Terre en 2029 ! Découvert en 2004, Apophis est un astéroïde de 185 m de rayon en moyenne et il possède une masse d'environ 45 millions de tonnes. On le qualifie de géocroiseur, car il suit une orbite qui croise celle de la Terre.

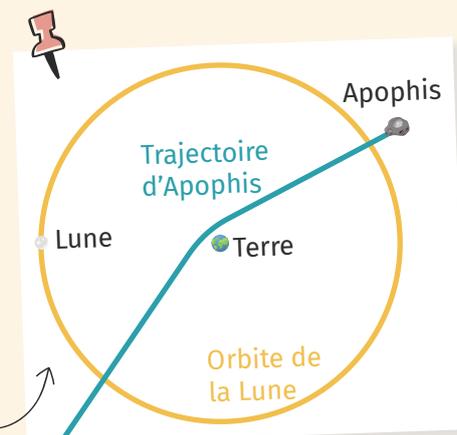
Le dernier passage d'Apophis à proximité de la Terre date de la nuit du 9 au 10 janvier 2013. La distance entre les deux astres était alors de 14,4 millions de kilomètres, aucun risque ! Mais la NASA estime que son prochain passage, prévu pour le 13 avril 2029, sera nettement plus proche ! Avec seulement 31 000 km du centre de la Terre, soit 18 000 km depuis la surface, l'astéroïde pourra être observé à l'œil nu.

D'après les astronomes, le risque de collision est suffisamment faible pour ne pas avoir à craindre la fin du monde. Ouf !

#### Comparaison de la taille d'Apophis avec celle de monuments parisiens



#### Modélisation de la trajectoire d'Apophis le 13 avril 2029



### Apophis



Apophis est un astéroïde, c'est-à-dire un astre composé de roches, de métaux et de glaces (comme les planètes). Il n'est pas considéré comme une planète en raison de sa forme très différente d'une sphère et de ses dimensions très inférieures à celle de la Terre.

**Masse :**  $M_A = 45\,000\,000\text{ t}$

**Vitesse moyenne autour du Soleil :**  
 $v_A = 70\,000\text{ km/h}$

### Terre



La Terre est l'une des huit planètes du Système solaire, la troisième dans l'ordre d'éloignement croissant au Soleil. Jusqu'à preuve du contraire, elle est la seule planète abritant la vie.

**Masse :**  $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$

**Vitesse moyenne autour du Soleil :**  
 $v_T = 110\,000\text{ km/h}$

## À TOI DE JOUER !

### Questions

- Convertir la vitesse moyenne  $v_A$  d'Apophis en mètre par seconde (m/s). Lequel des deux astres, entre la Terre et Apophis, est le plus rapide ?
- Déterminer l'énergie cinétique  $E_{c,A}$  moyenne d'Apophis en repérant la donnée nécessaire dans les documents.
- La bombe Tsar Bomba (la plus puissante bombe nucléaire développée par les Soviétiques, testée en 1961) libère une explosion de 57 000 000 tonnes équivalent TNT. En supposant que l'énergie cinétique  $E_{c,A}$  calculée précédemment peut être assimilée à l'énergie dégagée lors d'un éventuel impact avec la Terre, déterminer à combien d'explosions de bombes Tsar Bomba correspondrait cette collision.



## Astéroïde Apophis - Attraction gravitationnelle

Et si... ? Les films catastrophe se basent parfois sur un scénario cataclysmique : une collision imminente entre un astéroïde et la Terre. Les agences spatiales recensent de nombreux astéroïdes qui pourraient potentiellement croiser le chemin de la Terre. Un en particulier : l'astéroïde Apophis !



### Quelles sont les caractéristiques de l'astéroïde Apophis ?

#### Don't Look Up

*Don't Look Up*, sorti en fin d'année 2021, est un film qui mélange les codes des films catastrophe et de la comédie. Il met en scène le duo d'acteurs Leonardo DiCaprio et Jennifer Lawrence dans les rôles de deux astronomes qui tentent d'alerter la population... difficilement. Pourquoi ? Parce qu'un astéroïde fonce droit sur la Terre, menaçant d'extinction toute vie sur la planète ! L'histoire est en réalité une satire du déni général concernant le changement climatique. La comète, qui représente le changement climatique, est présentée comme un phénomène inévitable qui se rapproche, que tout le monde peut constater, mais qu'une partie de la population préfère ignorer. Ce film critique ouvertement les hommes et les femmes politiques sur ce sujet.



#### Données

Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$

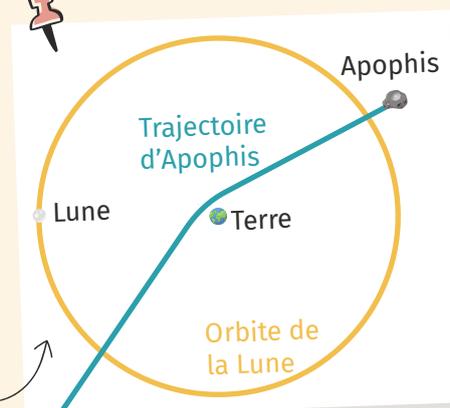
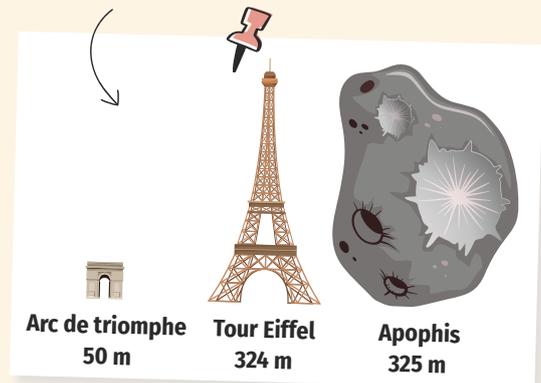
#### Apophis

Et si le scénario du film *Don't Look Up* se produisait réellement ? Aucun risque majeur connu selon les agences spatiales, qui ont pourtant craint pendant plusieurs années qu'un astéroïde pré-nommé Apophis n'entre en collision avec la Terre en 2029 ! Découvert en 2004, Apophis est un astéroïde de 185 m de rayon en moyenne et il possède une masse d'environ 45 millions de tonnes. On le qualifie de géocroiseur, car il suit une orbite qui croise celle de la Terre.

Le dernier passage d'Apophis à proximité de la Terre date de la nuit du 9 au 10 janvier 2013. La distance entre les deux astres était alors de 14,4 millions de kilomètres, aucun risque ! Mais la NASA estime que son prochain passage, prévu pour le 13 avril 2029, sera nettement plus proche ! Avec seulement 31 000 km du centre de la Terre, soit 18 000 km depuis la surface, l'astéroïde pourra être observé à l'œil nu.

D'après les astronomes, le risque de collision est suffisamment faible pour ne pas avoir à craindre la fin du monde. Ouf !

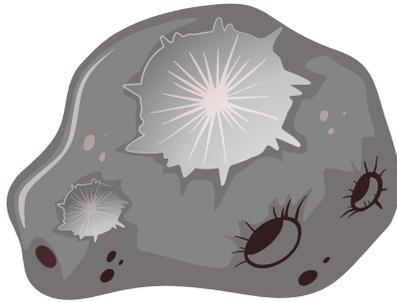
#### Comparaison de la taille d'Apophis avec celle de monuments parisiens



#### Modélisation de la trajectoire d'Apophis le 13 avril 2029

## Cartes d'identité des astres

### Apophis



Apophis est un astéroïde, c'est-à-dire un astre composé de roches, de métaux et de glaces (comme les planètes). Il n'est pas considéré comme une planète en raison de sa forme très différente d'une sphère et de ses dimensions très inférieures à celle de la Terre.

**Masse :**  $M_A = 45\,000\,000\text{ t}$

**Intensité de pesanteur :**  $g_A = 0,0011\text{ N/kg}$

### Terre



La Terre est l'une des huit planètes du Système solaire, la troisième dans l'ordre d'éloignement croissant au Soleil. Jusqu'à preuve du contraire, elle est la seule planète abritant la vie.

**Masse :**  $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$

**Intensité de pesanteur :**  $g_T = 9,81\text{ N/kg}$

## À TOI DE JOUER !

### Questions

La Terre possède une intensité de pesanteur égale à  $g_T = 9,8\text{ N/kg}$ . Pour Apophis, cette intensité de pesanteur est nettement plus faible et atteint  $g_A = 0,0011\text{ N/kg}$ .

- Calculer les poids  $P_T$  et  $P_A$  d'un élève de collège spationaute dont la masse est égale à  $m = 54\text{ kg}$  puis remplir le tableau suivant.

	Masse de l'élève (kg)	Poids de l'élève (N)
Sur Terre		
Sur Apophis		

Il est peu probable que cet élève se retrouve sur la surface d'Apophis au cours de sa vie, il est donc peu utile de parler du poids dans ces conditions. Pour autant, l'astéroïde exerce une force d'attraction gravitationnelle  $F_g$  sur cet élève, et elle sera la plus élevée possible lorsque l'astéroïde se trouvera au plus près de la Terre en 2029.

- Déterminer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle  $F_g$  exercée par Apophis sur l'élève à son passage à proximité de la Terre.

- $F_g = G \times \frac{M_A \times m}{d^2}$
- $F_g$  : force d'attraction gravitationnelle (N)
- $G$  : constante de gravitation universelle ( $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ )
- $M_A$  : masse de l'astéroïde Apophis (kg)
- $m$  : masse de l'élève (kg)
- $d$  : distance entre l'élève et l'astéroïde (m)

- L'élève se sentira-t-il attiré par Apophis ?
- La trajectoire suivie par Apophis va brutalement changer en passant à proximité de la Terre. Expliquer en quelques mots pourquoi.



## Astéroïde Apophis - Masse volumique

Et si... ? Les films catastrophe se basent parfois sur un scénario cataclysmique : une collision imminente entre un astéroïde et la Terre. Les agences spatiales recensent de nombreux astéroïdes qui pourraient potentiellement croiser le chemin de la Terre. Un en particulier : l'astéroïde Apophis !



### Quelles sont les caractéristiques de l'astéroïde Apophis ?

#### Don't Look Up

*Don't Look Up*, sorti en fin d'année 2021, est un film qui mélange les codes des films catastrophe et de la comédie. Il met en scène le duo d'acteurs Leonardo DiCaprio et Jennifer Lawrence dans les rôles de deux astronomes qui tentent d'alerter la population...



difficilement. Pourquoi ? Parce qu'un astéroïde fonce droit sur la Terre, menaçant d'extinction toute vie sur la planète ! L'histoire est en réalité une satire du déni général concernant le changement climatique. La comète, qui représente le changement climatique, est présentée comme un phénomène inévitable qui se rapproche, que tout le monde peut constater, mais qu'une partie de la population préfère ignorer. Ce film critique ouvertement les hommes et les femmes politiques sur ce sujet.

#### Formulaire mathématique

$$\text{Volume d'une sphère de rayon } R : V = \frac{4}{3} \times \pi \times R^3$$

#### Apophis

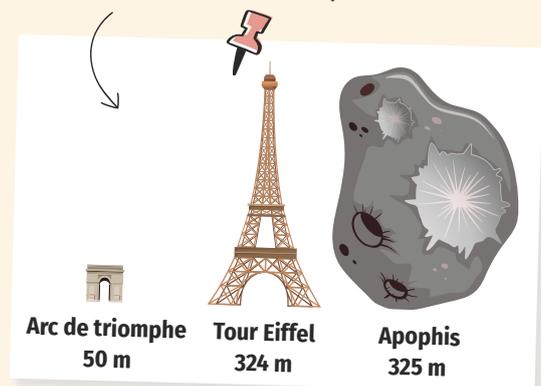
Et si le scénario du film *Don't Look Up* se produisait réellement ? Aucun risque majeur connu selon les agences spatiales, qui ont pourtant craint pendant plusieurs années qu'un astéroïde pré-nommé Apophis n'entre en collision avec la Terre en 2029 !

Découvert en 2004, Apophis est un astéroïde de 185 m de rayon en moyenne et il possède une masse d'environ 45 millions de tonnes. On le qualifie de géocroiseur, car il suit une orbite qui croise celle de la Terre.

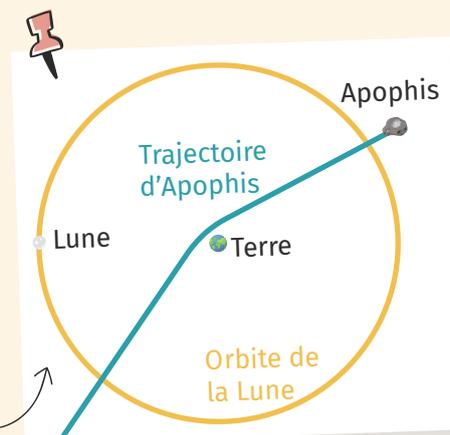
Le dernier passage d'Apophis à proximité de la Terre date de la nuit du 9 au 10 janvier 2013. La distance entre les deux astres était alors de 14,4 millions de kilomètres, aucun risque ! Mais la NASA estime que son prochain passage, prévu pour le 13 avril 2029, sera nettement plus proche ! Avec seulement 31 000 km du centre de la Terre, soit 18 000 km depuis la surface, l'astéroïde pourra être observé à l'œil nu.

D'après les astronomes, le risque de collision est suffisamment faible pour ne pas avoir à craindre la fin du monde. Ouf !

#### Comparaison de la taille d'Apophis avec celle de monuments parisiens

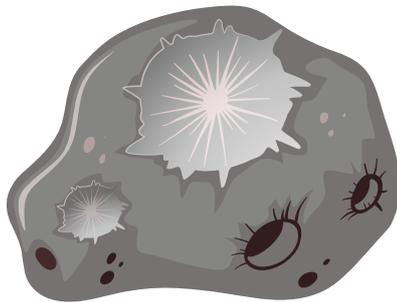


#### Modélisation de la trajectoire d'Apophis le 13 avril 2029



## Cartes d'identité des astres

### Apophis



Apophis est un astéroïde, c'est-à-dire un astre composé de roches, de métaux et de glaces (comme les planètes). Il n'est pas considéré comme une planète en raison de sa forme très différente d'une sphère et de ses dimensions très inférieures à celle de la Terre.

**Masse :**  $M_A = 45\,000\,000\text{ t}$

**Rayon moyen :**  $R_A = 185\text{ m}$

### Terre



La Terre est l'une des huit planètes du Système solaire, la troisième dans l'ordre d'éloignement croissant au Soleil. Jusqu'à preuve du contraire, elle est la seule planète abritant la vie.

**Masse :**  $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$

**Rayon moyen :**  $R_T = 6\,370\text{ km}$

## À TOI DE JOUER !

### Questions

On distingue dans le Système solaire trois types de planètes : les planètes telluriques (Mercure, Vénus, la Terre et Mars), les planètes géantes gazeuses (Jupiter et Saturne) et les planètes géantes de glaces (Uranus et Neptune). Les masses volumiques de ces astres diffèrent et l'écart est net entre les planètes telluriques et les planètes géantes :

Planète	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Masse volumique $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	4 500	5 200	5 500	3 900	1 300	690	1 300	1 600

On simplifie la forme d'Apophis en considérant qu'il s'agit d'une sphère.

1. Relever dans les documents les informations permettant de calculer le volume  $V_A$  de l'astéroïde Apophis. Le calculer.
2. Déterminer la masse volumique  $\rho_A$  d'Apophis. Entre quelles planètes peut-on positionner Apophis si l'on classait les planètes selon leur masse volumique ?
3. L'eau à l'état liquide occupe un volume de 1,0 L pour 1,0 kg de masse. Calculer la masse volumique  $\rho_{\text{eau}}$  de l'eau et la comparer à celle d'Apophis. Attention aux unités !