

Modéliser un astéroïde en pâte à modeler

Champs	Système solaire, Astéroïde
Niveau scolaire	Primaire
Temps nécessaire	environ 2h

Objectifs

- Fabriquer un astéroïde en 3D à partir d'images, après avoir estimé ses dimensions.
- Ce modèle servira de base pour déduire quelques informations sur cet astéroïde : forme, cratères, rotation (à partir d'un montage vidéo), masse.



L'astéroïde Eros, vu par la sonde NEAR (17 février 2000)

Pré-requis

- Utilisation de la règle graduée;
- Notion d'échelle

Remarque : Le TP peut facilement être adapté pour les plus jeunes. Si les élèves ne maîtrisent pas la notion d'échelle par exemple, on pourra leur donner les dimensions réelles de l'astéroïde de pâte à modeler.

Introduction

Les astéroïdes sont des petits corps rocheux, circulant parmi les planètes. Beaucoup d'entre eux sont situés entre Mars et Jupiter, dans ce que l'on appelle la Ceinture d'astéroïdes. Mais on en trouve partout dans le Système Solaire : certains sont très près du Soleil. D'autres circulent aux confins du Système Solaire, au-delà des planètes : on ne sait rien de ces objets si lointains, si ce n'est qu'ils sont sans doute faits de glaces. Du 14 février 2000 au 12 février 2001, la sonde spatiale NEAR était en orbite autour de l'astéroïde Eros. Cette sonde a apporté une quantité énorme de données concernant cet astéroïde, sur sa forme, sa structure, sa composition. Nous disposons en particulier d'un grand nombre d'images d'Eros, vu sous toutes les orientations ([site web de la mission NEAR](#)).

Documents et/ou matériel utilisés

- Pâte à modeler (ou autre)
 - Photos de l'astéroïde Eros ; Montage vidéo illustrant la rotation de l'astéroïde
 - Tige en bois
 - Règle graduée.
-

Déroutement détaillé

Au cours de ce TP, nous allons reproduire à l'échelle l'astéroïde Eros en 3D à partir d'images prises par la sonde spatiale NEAR sous différentes orientations. A l'aide d'un montage vidéo montrant l'astéroïde en rotation, on déterminera son axe de rotation, que l'on matérialisera à l'aide d'une pique de bois.

1- A l'aide des [images fournies](#) et des indications données sur les dimensions réelles de chaque vue, déterminez la dimension de l'astéroïde Eros dans les trois dimensions.

Pour déterminer les dimensions d'Eros, on utilise la dimension du gros cratère, visible au centre de la plus grande face (diamètre = 6 km). On trouve que l'astéroïde Eros a une dimension de 33 x 8 x 8 km.

2- En utilisant la pâte à modeler, fabriquez un modèle 3D de l'astéroïde à l'échelle 1/300000e. Essayez de reproduire la forme de l'astéroïde au mieux, en indiquant les principaux cratères.

L'astéroïde de pâte à modeler (au 1/300000e) aura une taille de 10 x 2,5 x 2,5 cm.

3- Que pensez-vous de la forme de cet astéroïde ? Les [figures 4 et 5](#) représentent deux autres astéroïdes, Kleopatra et Mathilde. Imaginez un scénario expliquant leur forme. Que savez-vous de la forme des autres corps du Système Solaire ?

La forme de l'astéroïde est très irrégulière. C'est également le cas des deux autres astéroïdes présentés (Kleopatra et Mathilde). La forme d'os de Kleopatra pourrait être expliquée par la rencontre à faible vitesse de deux corps plus petits, qui se seraient ensuite "collés" l'un à l'autre. Dans le cas de l'astéroïde Mathilde, sa structure la plus curieuse est un cratère géant (au centre de l'image), résultat d'une collision. Si l'objet qui a percuté Mathilde avait été un peu plus gros, l'astéroïde aurait été complètement détruit. Ces trois astéroïdes illustrent l'importance des collisions au sein de la Ceinture d'astéroïdes.

Dans le Système Solaire, les planètes et les plus gros astéroïdes et satellites ont une forme à peu près sphériques, alors que les objets les plus petits (astéroïdes, comètes et satellites) ont des formes plus ou moins irrégulières.

4- Comment se sont formés les cratères ? Y a-t-il des cratères plus anciens que d'autres ? Quels renseignements nous apportent-ils ? Connaissez-vous d'autres objets du Système Solaire dont la surface présente des cratères ? Y a-t-il des cratères sur la Terre ?

Les cratères que l'on voit sur Eros sont le résultat d'impacts météoritiques ou, pour les plus

gros, de collisions avec d'autres astéroïdes. En regardant attentivement les images, on constate une superposition des cratères, indiquant qu'ils n'ont pas tous le même âge. Compter le nombre de cratères sur la surface d'Eros, comme sur toutes les autres surfaces planétaires, nous permet de la dater.

La plupart des objets du Système Solaire présentent des cratères, et presque tous sont d'origine météoritique (le résultat de l'impact d'une météorite). Sur Terre, on connaît quelques 150 cratères météoritiques. C'est peu comparé à la Lune ou à Mercure dont la surface est, à certains endroits, complètement saturée de cratères. Ce très petit nombre de cratères s'explique par la jeunesse de la croûte terrestre, renouvelée en permanence grâce à la tectonique des plaques.

5- Calculez le volume d'Eros.

A partir des valeurs obtenues au 1-, on trouve que le volume est égal à $33 \times 8 \times 8 \text{ km} = 2112 \text{ km}^3$. La valeur obtenue grâce aux mesures de la sonde NEAR donne une valeur de 2477 km^3 .

6- La [figure 6](#) est un montage vidéo illustrant la rotation de l'astéroïde Eros. A l'aide de ce montage, matérialisez l'axe de rotation de l'astéroïde. Pourquoi les astéroïdes tournent-ils sur eux-mêmes ? Quelles informations nous apportent leur vitesse de rotation ? (Eros fait un tour sur lui-même en 5h 16min).

La rotation des astéroïdes sur eux-mêmes nous renseignent sur leur histoire collisionnelle. En particulier, si l'on mesure la vitesse de rotation de beaucoup d'astéroïde permet de connaître l'évolution collisionnelle globale de la population des astéroïdes.

7- Fabriquez un cube de pâte à modeler. Formez un deuxième cube de la même taille en juxtaposant des petites billes de pâte à modeler. Pesez les deux cubes. Que constatez-vous ?

On constate que le cube "plein" est plus lourd (une dizaine de grammes pour un cube de 5 cm de côté).

8- Comment expliquez que, à taille égale, certains astéroïdes soient légers alors que d'autres, composés des mêmes matériaux, soient plus lourds ?

Comme les deux cubes que l'on vient de fabriquer, certains astéroïdes sont "faits d'un bloc", alors que d'autres sont un agrégat de roches. Cet agrégat de roches tient ensemble par gravité.

Bibliographie, sources

Site web de la mission NEAR : <http://near.jhuapl.edu>

A propos des cratères d'impacts et de météorites :

- Les météorites, Muséum d'Histoire Naturelle / Bordas - 1996
 - Collisions dans le Système Solaire, par P. Bendjoya, Ed. Belin
-

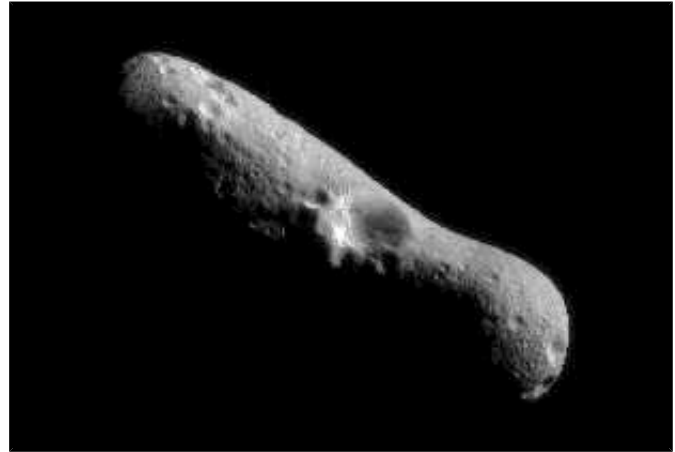
ANNEXES

Utilisez les trois images ci-dessous pour déterminer la taille réelle de l'asteroïde Eros

Echelle: on considerera que le cratère visible au centre de la figure 1 (image du bas) a un diamètre de 6 km.
On retrouve ce cratère sur l'image 2



[Figure 1](#)



[Figure 2](#)



[Figure 3](#)

Figures 4 et 5



Figure 4 : l'astéroïde Mathilde

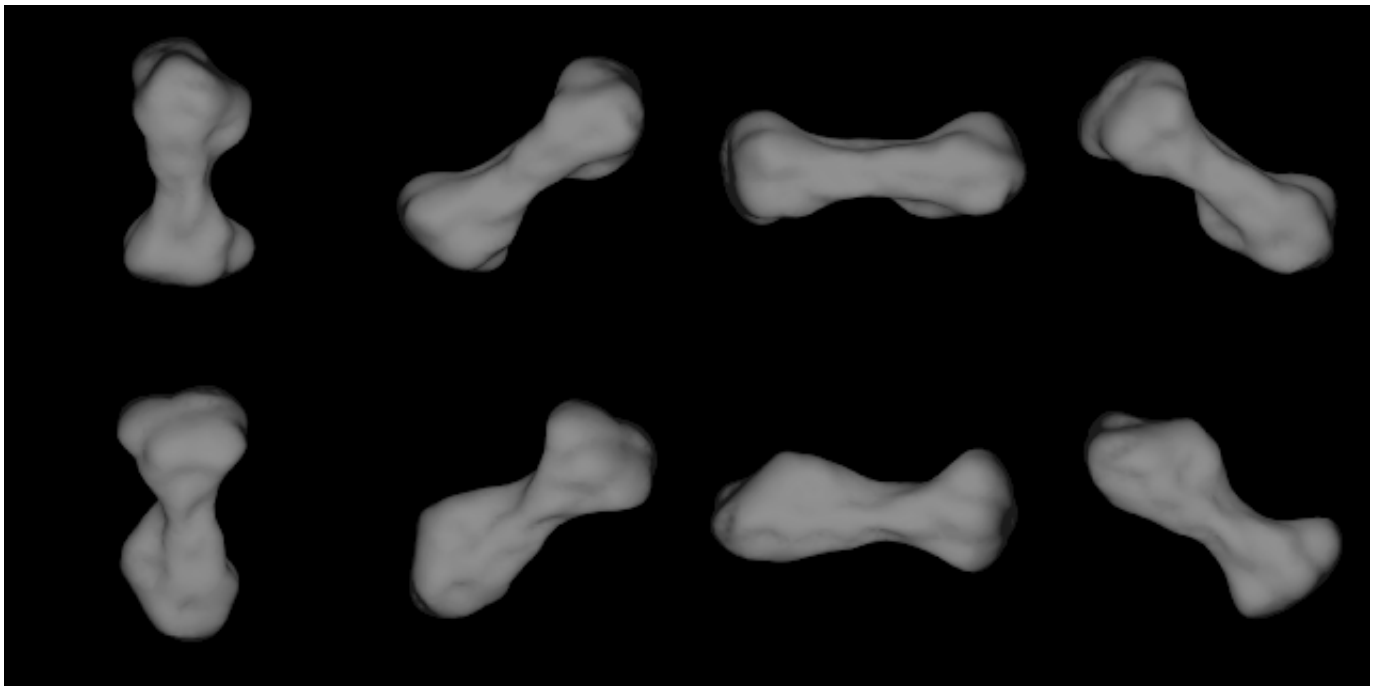


Figure 5 : l'astéroïde Kleopatra