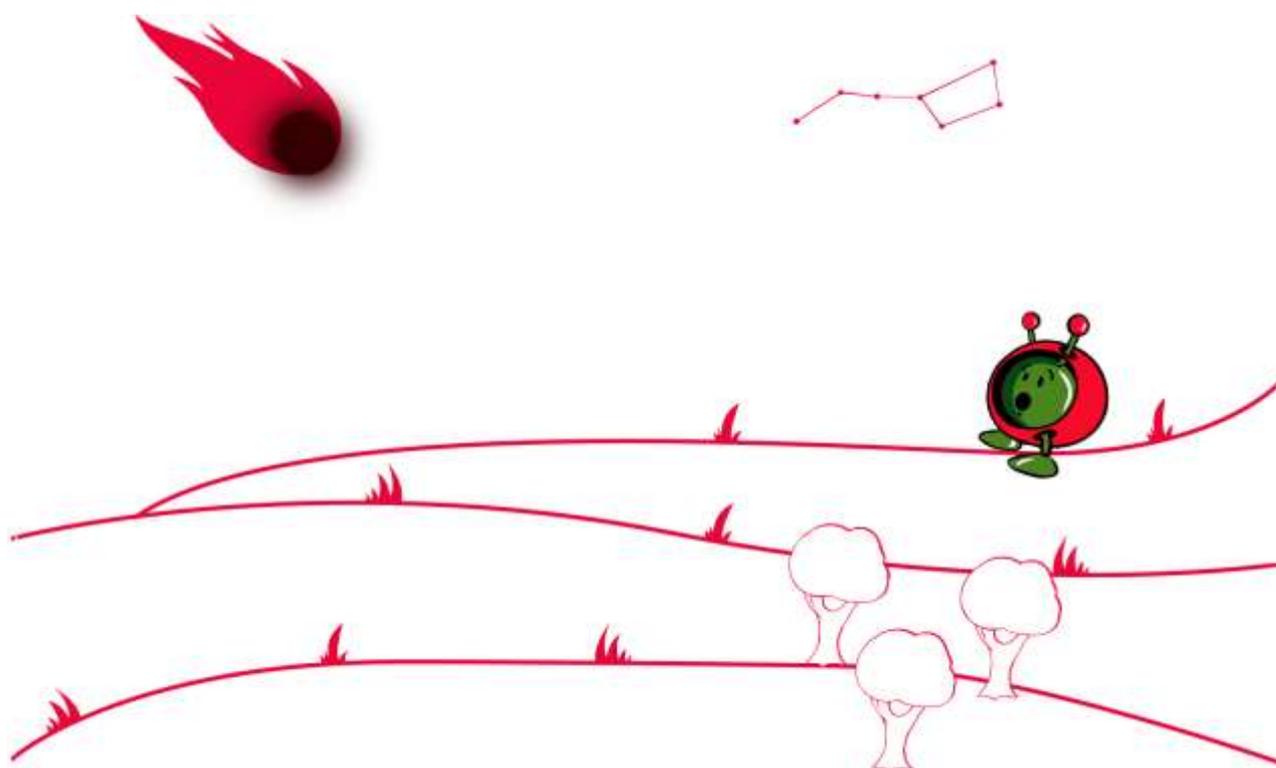


# Enseigner avec l'Espace

## → Signes annonçant une étoile filante

Comètes, météores et cratères dans le système solaire





<b>Information Générale</b>	<b>page 3</b>
<b>Activité – Signes annonçant une étoile filante</b>	<b>page 4</b>
<b>Conclusion</b>	<b>page 13</b>
<b>Guide de l'élève</b>	<b>page 14</b>
<b>Annexe</b>	<b>page 17</b>
<b>Liens</b>	<b>page 23</b>



## Signes annonçant une étoile filante



## Comètes, météores et cratères dans le système solaire

### Information générale

**Age:** 10–12 ans

**Type:** guide de l'enseignant & activité pour l'élève

**Difficulté:** Moyenne

**Temps de préparation enseignant:** 1 heure

**Temps de la leçon:** 2–2.5 heures

**Cout pour le kit:** +/- 15 euro

**Endroit:** à l'intérieur (la classe)

**Ce dont vous avez besoin:** seringue d'incendie (facultatif), téléphone avec appareil photo, articles ménagers, pas de matières dangereuses

### Les grandes lignes

Dans cette activité, les élèves apprendront qu'une étoile filante, ou météore, est la lumière produite par un morceau de roche lorsqu'il voyage à travers l'atmosphère terrestre. Ils comprendront également pourquoi cela se produit. En groupes, les élèves réaliseront des expériences simples pour étudier comment les cratères se forment lorsqu'une roche frappe la surface d'une planète. Ils comprendront que l'apparence d'un cratère dépend de la taille de la roche et de l'angle avec lequel elle touche le sol.

## Apprentissages

1. Qu'une étoile filante, ou météore, est la lumière produite par un météorite voyageant à travers l'atmosphère terrestre.
2. Comment les objets se déplaçant à grande vitesse dans l'atmosphère terrestre peuvent provoquer une compression rapide de l'air et cela entraîne une forte augmentation de la température.
3. Comment réaliser des expériences scientifiques, en particulier pour étudier comment les roches produisent des cratères.

### Science

- Planifier une étude pour répondre aux questions scientifiques
- Reconnaître et contrôler les variables si nécessaire
- Prendre des mesures de plus en plus précises et exactes
- Utiliser les résultats des tests pour faire des prévisions afin de mettre en place d'autres tests comparatifs et équitables
- Rapporter et présenter les résultats d'une étude scientifique sous forme orale et écrite
- Identifier les effets de la résistance de l'air, notamment en ce qui concerne la compression rapide

### Français

- Poser des questions pertinentes pour étendre leur compréhension et leurs connaissances
- Donner des descriptions, des explications et des récits bien structurés pour différents objectifs
- Utiliser la discussion afin d'apprendre, d'élaborer et d'expliquer clairement leur compréhension et leurs idées
- Maintenir l'attention et participer activement aux conversations de collaboration
- Parler de manière audible et fluide
- Faire des présentations formelles et participer au débat



## Signes révélateurs d'une étoile filante

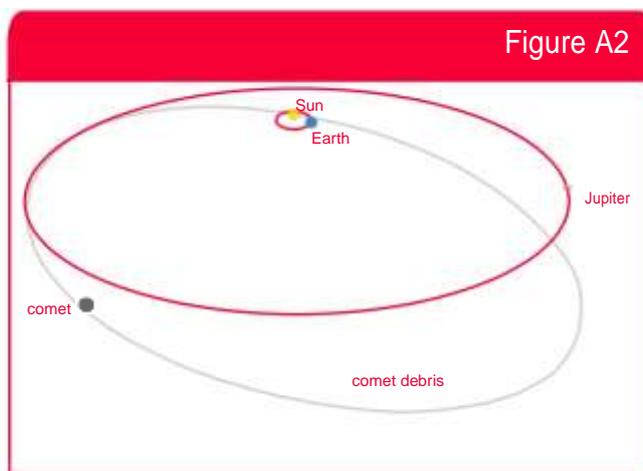
Pour de nombreuses civilisations anciennes, l'histoire d'une étoile filante était un présage de choses à venir. Aujourd'hui encore, certaines personnes souhaitent que les étoiles filantes soient porteuses de bonne fortune. En réalité, une étoile filante, ou météore, est la lumière produite par un morceau de roche qui voyage à travers l'atmosphère terrestre. Ce morceau de roche est appelé un météorite.

Les chances de voir une étoile filante sont plus grandes pendant les pluies de météores. Une pluie de météores se produit lorsque la Terre traverse une région de l'espace contenant une quantité relativement importante de poussière et de petites particules. Ces régions poussiéreuses du système solaire sont généralement associées aux trajectoires (ou orbites) des comètes - des visiteurs glacés de l'extérieur du système solaire<sup>1</sup>.

Une comète est composée principalement de glace et de matière rocheuse. Lorsqu'une comète s'approche du Soleil, elle se réchauffe et commence à perdre de la matière en formant une queue spectaculaire comme le montre la figure A1. Le matériau, ou débris de la comète, ne disparaît pas dans l'espace, il continue à suivre l'orbite de la comète autour du Soleil. Si l'orbite de la Terre croise celle d'une comète, comme le montre la figure A2, les débris peuvent entrer en collision avec l'atmosphère terrestre et provoquer une pluie de météores. Les pluies de météores se produisent donc à certains moments de l'année. Les pluies de météores les plus visibles sont les pluies de Perséides (mi-août) et de Léonides (mi-novembre). La pluie de Perséides est causée par la comète 109P/Swift-Tuttle et la pluie de Léonides est causée par la comète 55P/Tempel-Tuttle.



Comète Hale-Bopp en 1997 avec sa queue spectaculaire pointant loin du Soleil.



Les débris de la comète continuent à suivre le même chemin ou la même orbite autour du Soleil. Si les orbites de la Terre et de la comète se croisent, les débris entrent en collision avec l'atmosphère terrestre et provoquent une pluie de météores.

La taille des débris de comètes varie de petits grains de sable et de poussière à de gros blocs rocheux. Même les objets les plus gros peuvent parfois entrer dans l'atmosphère terrestre et y survivre. Lorsqu'un météorite touche le sol, il en résulte la formation d'un cratère. Les astronomes appellent souvent les objets qui ont déjà touché le sol des météorites. La figure A3 montre le cratère Barringer, relativement grand. Il s'agit du premier cratère de météorite confirmé sur Terre.

<sup>1</sup>Pour en savoir plus sur les comètes, nous recommandons à l'ESA d'enseigner avec l'espace - notre guide du système solaire | PR01 pour les enseignants avec des activités pour les élèves.

Figure A3



↑ Deux vues différentes du cratère Barringer, vieux de 50 000 ans, d'un diamètre de 1,2 km et situé en Arizona, aux États-Unis. Le météorite qui a créé le cratère Barringer n'avait qu'un diamètre d'environ 50 mètres. C'est le premier cratère de météores confirmé sur Terre.

Dans cette activité, les élèves apprendront qu'une étoile filante, ou météore, est la lumière produite par un morceau de roche spatiale (un météorite) lorsqu'il voyage à travers l'atmosphère terrestre. Ils apprendront également pourquoi les météorites brûlent dans l'atmosphère et étudieront comment les cratères se forment lorsqu'un météorite frappe la surface d'une planète. Les cratères sont d'un grand intérêt pour les astronomes, les géologues et les biologistes car ils peuvent révéler comment une planète comme la Terre a évolué sur des millions d'années.

## Equipement

### Guide pour l'enseignant

- Seringue à feu (facultatif), disponible dans les magasins de sciences/physique
- Petit morceau de coton

### Activité pour élève (en groupe)

- Couvercle supérieur d'une boîte en carton de format A4 (taille typique 30 x 22 x 7 cm)
- Grand sac en plastique
- Farine 1 kg
- Paillettes 50 g
- Chocolat en poudre 50-100 g
- 5-10 billes de différentes tailles
- Petite cuillère en plastique
- Règle
- Tamis
- Appareil phot de téléphone
- Copie de la fiche de travail - L'histoire d'une étoile filante (1 copie par élève)
- Image d'un cratère sur Mars (voir annexe)

# Qu'est-ce qu'une étoile filante ?

(15 minutes)

Commencez par une discussion introductive pour amener tous les élèves au même niveau de compréhension. Les élèves doivent comprendre qu'une étoile filante n'est pas une étoile mais la lumière produite par un météorite lorsqu'il brûle dans l'atmosphère terrestre. Commencez par montrer à la classe une image d'une étoile filante. Les figures A4 et A5 montrent quelques exemples d'étoiles filantes.



↑ Photographie d'une étoile filante prise lors de la pluie de météores des Perséides.



Une impression d'artiste d'étoiles filantes au premier plan (stries) et d'étoiles à l'arrière-plan (points de lumière).

Répartissez les élèves en groupes de quatre ou cinq. Donnez à chaque élève une copie de la fiche de travail - L'histoire d'une étoile filante. Demandez aux groupes de discuter des images de la tâche 1. Que voient-ils et que pensent-ils que les images montrent ? Les élèves peuvent répondre aux questions de l'exercice 1 sur la fiche de travail.

Demandez à quelques élèves s'ils ont trouvé une explication à ce que montrent les images. Insistez sur le fait que les images montrent des étoiles lointaines à l'arrière-plan (petits points) et des étoiles filantes ou des météores au premier plan (longues traînées). Il s'agit de la lumière produite par des morceaux de poussière et de roche (météorites) qui sont entrés dans l'air (atmosphère) qui entoure la Terre. En voyageant dans l'air, la poussière et les roches deviennent si chaudes qu'elles émettent de la lumière. C'est pourquoi nous pouvons les voir briller et laisser une traînée de feu dans le ciel nocturne.

## Comment un météore s'allume-t-il? (15 minutes)

Les météorites se déplacent très rapidement dans l'atmosphère terrestre. Leur vitesse peut varier de 11 kilomètres par seconde (environ 40 000 kilomètres par heure) à environ 72 kilomètres par seconde (environ 260 000 kilomètres par heure), ce qui est beaucoup plus rapide que les objets quotidiens. Après la démonstration décrite à la page suivante, il devrait être clair pour les élèves que lorsqu'un objet se déplaçant rapidement comprime l'air sur son chemin, il peut devenir chaud et briller.

Table A1

Les véhicules habités les plus rapides	Vitesse réelle (kilomètres par heure) voyage	Un météore lent (kilomètres par heure) voyage
Typique sur autoroute	120	330 fois plus rapide
Train à roues : TGV	300 (opérationnel)	132 fois plus rapide
	575 (record)	69 fois plus rapide
Moto : Attaque	606	65 fois plus rapide
Vitesse de croisière typique des compagnies aériennes	900	44 fois plus rapide
Voiture : Voiture supersonique à poussée	1 228	32 fois plus rapide
Avions : SR-71 blackbird	3 530	11 fois plus rapide
Station spatiale internationale (ISS) en orbite autour de la Terre	25 200	1.5 fois plus rapide
La rentrée la plus rapide des vaisseaux spatiaux : Apollo 10	39 938	Vitesse similaire

↑ Comparaison de la vitesse des véhicules humains à celle d'une roche spatiale lente. Un météoroïde lent se déplace à 11 kilomètres par seconde, soit environ 40 000 kilomètres par heure.

Expliquez à la classe que les météorites se déplacent très rapidement dans l'atmosphère. Encouragez les élèves à réfléchir aux véhicules humains les plus rapides. Vous pouvez également utiliser les exemples du tableau A1 pour mettre en perspective la vitesse d'une météorite.

Expliquez aux élèves que lorsqu'une météorite se déplace dans l'air, il pousse l'air devant lui. Cette poussée a pour effet d'écraser, ou de comprimer, l'air très rapidement. C'est la vitesse élevée à laquelle l'air est comprimé devant une météorite qui le fait briller. Démontrez maintenant ce qui se passe lorsque l'air est rapidement comprimé dans une seringue à incendie (voir figure A6). Vous pouvez aussi montrer à la classe une vidéo - beaucoup sont disponibles sur Internet.

### Pour aider à expliquer les concepts, faites la démonstration suivante devant la classe :

1. Mettez un petit morceau de coton à l'intérieur de la seringue à feu. Le morceau de coton doit avoir la taille d'un ongle.
2. Poussez doucement le piston vers le bas. L'air est comprimé lentement. Notez que rien ne se passe.
3. Rappelez aux élèves que les météorites se déplacent dans l'atmosphère à grande vitesse. Ramenez le piston en position haute.
4. Poussez rapidement le piston vers le bas. L'air est comprimé rapidement. Le coton devrait s'enflammer automatiquement.
5. Expliquez que la compression rapide entraîne une augmentation rapide de la température devant le piston. La même chose se produit avec une étoile filante. Le météorite et l'air environnant deviennent si chauds qu'ils commencent à briller.

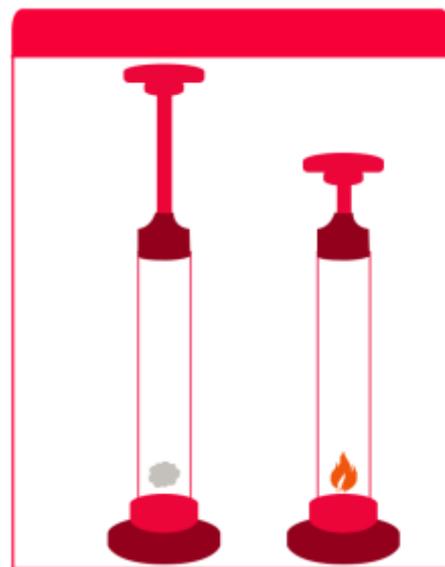


Illustration of the fire syringe.

Vous pouvez citer un exemple courant de compression rapide de l'air, comme le gonflage d'un pneu de vélo ou de voiture. La partie inférieure de la pompe peut devenir très chaude lorsque vous gonflez le pneu. Concluez la démonstration en demandant aux élèves de décrire ce qu'ils viennent de voir.

L'analogie de la seringue à feu est vraie pour les gros objets qui pénètrent profondément dans l'atmosphère. Pour les objets plus petits qui se trouvent plus haut dans l'atmosphère, par exemple la plupart des météorites, la lumière est produite d'une manière différente. La météorite entre en collision avec des particules dans l'air, leur donnant beaucoup d'énergie de collision qu'ils libèrent ensuite sous forme d'énergie lumineuse. Les aurores (aurores boréales et australes) fonctionnent de la même manière ; les particules du Soleil frappent les particules de l'air, ce qui leur donne une énergie de collision qui est ensuite libérée sous forme d'énergie lumineuse. Le processus d'émission de lumière est similaire à celui qui se produit dans une lampe à incandescence.

## Le saviez-vous ?

Les météorites ne sont pas les seuls objets qui s'échauffent lorsqu'ils traversent l'atmosphère terrestre. En fait, tout objet se déplaçant à grande vitesse dans l'atmosphère subit les mêmes effets. Lorsque les astronautes reviennent sur Terre depuis l'espace, le véhicule de rentrée ou la capsule est recouvert de matériaux thermiquement isolants pour protéger les astronautes à l'intérieur. L'Agence spatiale européenne (ESA) utilise également cet effet de chauffage pour éliminer en toute sécurité les véhicules spatiaux à la fin de leur mission.



Le 15 février 2015, le cinquième et dernier véhicule de transfert automatisé de l'ESA (ATV-5 Georges Lemaitre) est rentré dans l'atmosphère et a brûlé en toute sécurité après avoir livré avec succès des fournitures à la Station spatiale internationale. Les quatre autres ATV ont connu un sort similaire. La spectaculaire rentrée de l'ATV-1 de l'ESA Jules Verne a été filmée (voir la section Liens).

## Que se passe-t-il lorsqu'une étoile filante frappe le sol ?

(25 minutes)

Les petits météoroïdes se consomment généralement complètement dans l'atmosphère. Les plus gros peuvent survivre au voyage dans l'atmosphère terrestre et percuter le sol. Lorsque cela se produit, l'impact entraîne la formation d'un cratère. Dans cette activité, les élèves mettent en place des expériences simples pour étudier comment les cratères se forment.

Les figures A3 et A7 montrent quelques exemples de cratères sur Terre. Des versions plus grandes de ces exemples se trouvent dans l'annexe. Expliquez que ces cratères ont été formés par l'impact de météorites sur le sol. On trouve également des cratères sur la Lune et ailleurs dans le système solaire. La figure A8 montre des cratères couvrant la surface lunaire. Encouragez les élèves à observer les cratères lunaires après l'école à l'aide de jumelles. Ils pourraient également le faire pendant les mois d'hiver, pendant la période scolaire et/ou lorsque la Lune est visible le jour.

Les élèves vont maintenant réaliser une expérience pour comprendre comment les cratères se forment. Passez en revue la mise en place de l'expérience dans la tâche 2 de la feuille de travail - L'histoire d'une étoile filante. Vous pouvez également préparer une démonstration de l'expérience.

Distribuez la tâche 2 de la feuille de travail - L'histoire d'une étoile filante et assignez à chaque groupe un cratère différent sur Mars. Le tableau A2 énumère quelques cratères particuliers sur Mars. Donnez une image du cratère attribué aux groupes respectifs (voir l'annexe). En fonction de la taille de la classe, il peut être nécessaire d'attribuer le même cratère deux fois



En suivant les directives de la tâche 2, chaque groupe doit fournir une explication possible de la formation du cratère qui lui a été attribué. Ils doivent tester leur hypothèse dans le cadre de l'expérience. Encouragez les élèves à prendre des photos des cratères qu'ils ont créés pour les partager avec la classe. Vous pouvez également envisager d'utiliser une fronde pour tirer les billes à des vitesses plus élevées



Figure A7

↑ Cratère des Pingualuit, Nord du Québec, Canada. Une grande mare d'eau est présente à l'intérieur du cratère.

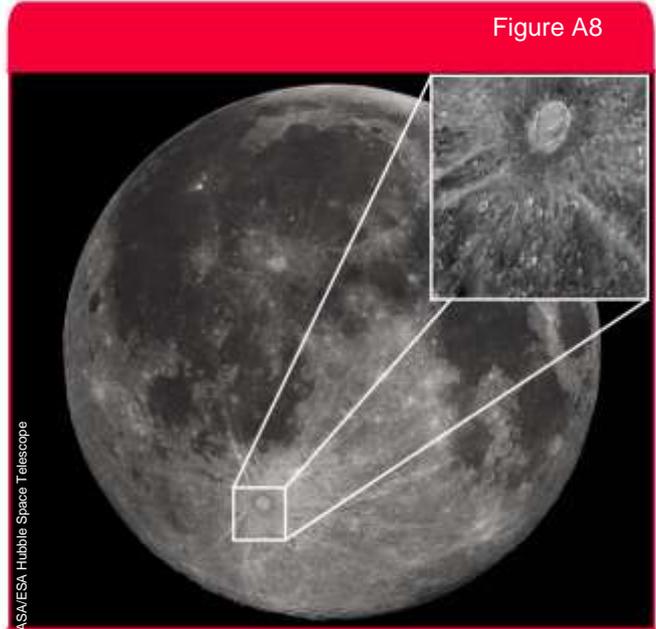
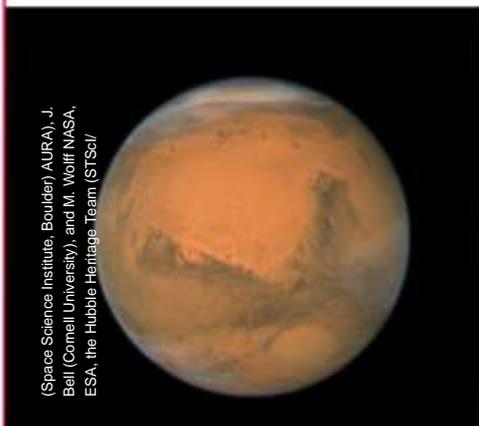


Figure A8

↑ Photographie de la Lune. Le cratère Tycho en bas à gauche a un diamètre d'environ 102 km et est clairement visible avec une paire de jumelles. Zoom sur la photo révèle un motif en forme de rayon.

## Le saviez-vous ?

Le télescope spatial Hubble est un projet conjoint de la NASA et de l'ESA. Il a été lancé en 1990 sur une orbite basse à 600 kilomètres au-dessus du sol. Le télescope spatial Hubble est l'un des observatoires spatiaux les plus grands et les plus polyvalents. C'est le seul télescope spatial conçu pour être entretenu dans l'espace par des astronautes - depuis son lancement, il a été entretenu cinq fois en orbite. Depuis son point d'observation situé à l'extérieur de l'atmosphère terrestre en mouvement constant, qui déforme la lumière qui atteint le sol depuis l'espace, Hubble a fourni des images à haute résolution d'une grande variété d'objets astrophysiques et a radicalement changé notre vision de l'Univers.



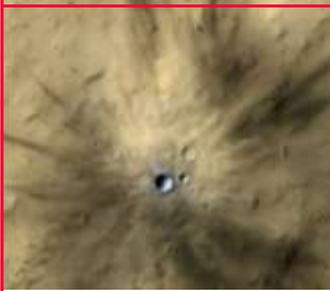
(Space Science Institute, Boulder) AURA, J. Bell (Cornell University), and M. Wolff (NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/

← Le télescope spatial Hubble de la NASA/ESA a pris ce gros plan de la planète rouge Mars en 2007 alors qu'elle n'était qu'à 88 millions de kilomètres

→ Le télescope spatial Hubble de la NASA/ESA en orbite basse, à 600 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre



NASA/ESA

crater	nom	Naissance?	description
	Galle ou Le cratère du "visage heureux"	Impact unique	Avec un peu d'imagination, ce cratère ressemble à un visage souriant Cet effet est causé par l'interaction entre la lumière et l'ombre dans l'image
	Le cratère "Sablier"	Deux impacts	Il s'agit en fait d'une paire de cratères proches ensemble. On pense qu'un flux de glace avec de grandes quantités de roches a ensuite rempli les cratères
 ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)	Le cratère papillon	Impact à faible angle	L'angle sous lequel la météorite était en voyage était probablement inférieur à dix degrés par rapport à l'horizontale. Le site les courbes visibles au nord de l'image sont causés par l'activité tectonique
	Orcus Patera	Impact à faible angle	Ce cratère a probablement été fabriqué par un petit corps qui a frappé la surface à un angle très faible, peut-être moins de cinq degrés par rapport à l'horizontale
	The 'Octopus' crater	Impact unique	Ce cratère est très jeune. Tiré de les observations de Mars, les scientifiques savent que le cratère a été formé entre décembre 2005 et mai 2008. Les lignes ou les stries sombres sur le image sont du matériel frais qui a été jeté à la surface (appelé

↑ Images et descriptions de cratères particuliers sur Mars.

## Le saviez-vous ?

Le vaisseau spatial Mars Express de l'ESA a été lancé le 2 juin 2003 et représente la première visite de l'ESA sur une autre planète. Depuis son lancement, la mission a produit une série de résultats significatifs dans sa recherche de réponses à des questions fondamentales sur la géologie, l'atmosphère, l'environnement de surface, l'histoire de l'eau et le potentiel de vie sur Mars. Mars Express a également recherché les signaux d'un visiteur plus récent de l'ESA sur Mars - l'atterrisseur Schiaparelli qui a été largué sur la surface martienne en 2016. Schiaparelli a été envoyé avec un vaisseau spatial qui tourne autour de Mars, appelé l'orbiteur à gaz traceur (TGO).



←  
Le rover ExoMars de l'ESA se dirigera vers la planète rouge en 2018.

→  
Impression d'un artiste de la planète Mars de l'ESA Vaisseau spatial express.



## Ce que nous avons appris? (25 minutes)

Après l'expérience, invitez les élèves à présenter leur travail à la classe. Encouragez une discussion en classe en utilisant les exemples de questions ci-dessous :

- Les élèves ont-ils été capables de reproduire certains des cratères particuliers trouvés sur Mars ? Voir le tableau A2.

- Qu'ont-ils remarqué lorsqu'ils ont laissé tomber une bille d'une plus grande hauteur ? Un rebord aurait dû se former lorsque la vitesse d'impact était élevée.

- Qu'ont-ils remarqué lorsqu'ils ont laissé tomber une bille d'un certain angle ?

Un nouveau motif de rayons\* indiquant l'angle d'impact aurait dû apparaître.

- Que s'est-il passé lorsqu'ils ont lâché une bille depuis un angle très bas ? Le cratère aurait dû s'allonger davantage.

Expliquez que les cratères peuvent nous en apprendre beaucoup sur la géologie d'une planète. Le fait qu'il y ait peu de cratères indique qu'une surface est (géologiquement) jeune. Un grand nombre de cratères indique que la surface est vieille. L'érosion, la météorisation et d'autres processus géologiques, comme la tectonique des plaques et le volcanisme, éliminent les preuves de la présence de cratères au fil du temps. Cela est évident lorsque l'on compare la surface de la Terre avec celle de la Lune. La Lune est parsemée de cratères, alors que sur Terre, ils sont difficiles à trouver. Les cratères eux-mêmes peuvent aussi avoir l'air jeunes ou vieux. Un cratère avec un motif de rayons est un cratère très jeune. Les rayons sont appelés éjecta ; leur présence signifie que la surface n'a pas été altérée ou érodée.

On peut en conclure que l'apparence d'un cratère dépend de la taille du météorite, de l'angle d'impact et de sa désintégration dans l'atmosphère.

\* Rayonnement : stries radiales de matière fine qui est rejetée lors de la formation d'un cratère d'impact

Complétez l'activité en résumant ce qu'ils ont appris jusqu'à présent :

- Une étoile filante, ou météore, n'est pas une étoile mais la lumière produite par un morceau de roche (une météorite) qui brûle dans l'atmosphère terrestre.
- Une étoile filante se déplace à grande vitesse dans l'atmosphère. C'est l'air rapidement comprimé qui provoque la lueur autour d'une étoile filante.
- Un cratère est formé par une météorite qui a survécu à son passage dans l'atmosphère terrestre.
  - L'apparence du cratère dépend de la taille de la météorite et de l'angle sous lequel il touche le sol.

## Saviez-vous que

Le programme de l'ESA sur la connaissance de la situation spatiale utilise actuellement des télescopes amateurs et professionnels pour détecter et suivre activement des objets proches de la Terre, des astéroïdes ou des comètes dont la taille varie de quelques mètres à plusieurs dizaines de kilomètres et dont l'orbite se rapproche de celle de la Terre. Ils pourraient potentiellement frapper notre planète et, selon leur taille, produire des dégâts considérables. Bien que la probabilité qu'un gros objet frappe la Terre soit très faible, il produirait beaucoup de destruction. L'objectif de l'ESA est de disposer d'un système totalement intégré qui puisse avertir les autorités civiles si nécessaire.



## CONCLUSION

Dans cette activité, les élèves sont initiés aux étoiles filantes, aux météores et à la formation des cratères et apprennent ce qui arrive aux objets en mouvement rapide lorsqu'ils traversent l'atmosphère terrestre. Des images particulières de cratères sur Mars fournissent un contexte intéressant pour que les élèves réalisent une expérience scientifique afin d'explorer comment les cratères se forment. Ils renforceront également des compétences clés telles que la documentation, la présentation et la discussion.

# Signes révélateurs d'une étoile filante

## Que devez-vous faire

### Tâche 1 : Lumières dans le ciel nocturne

1. Décrivez les points blancs sur les photos ci-dessous (Figure W1). Que pensez-vous qu'ils soient?

---



---

2. Décrivez les stries dans les images ci-dessous. Que pensez-vous qu'elles soient ?

---



---

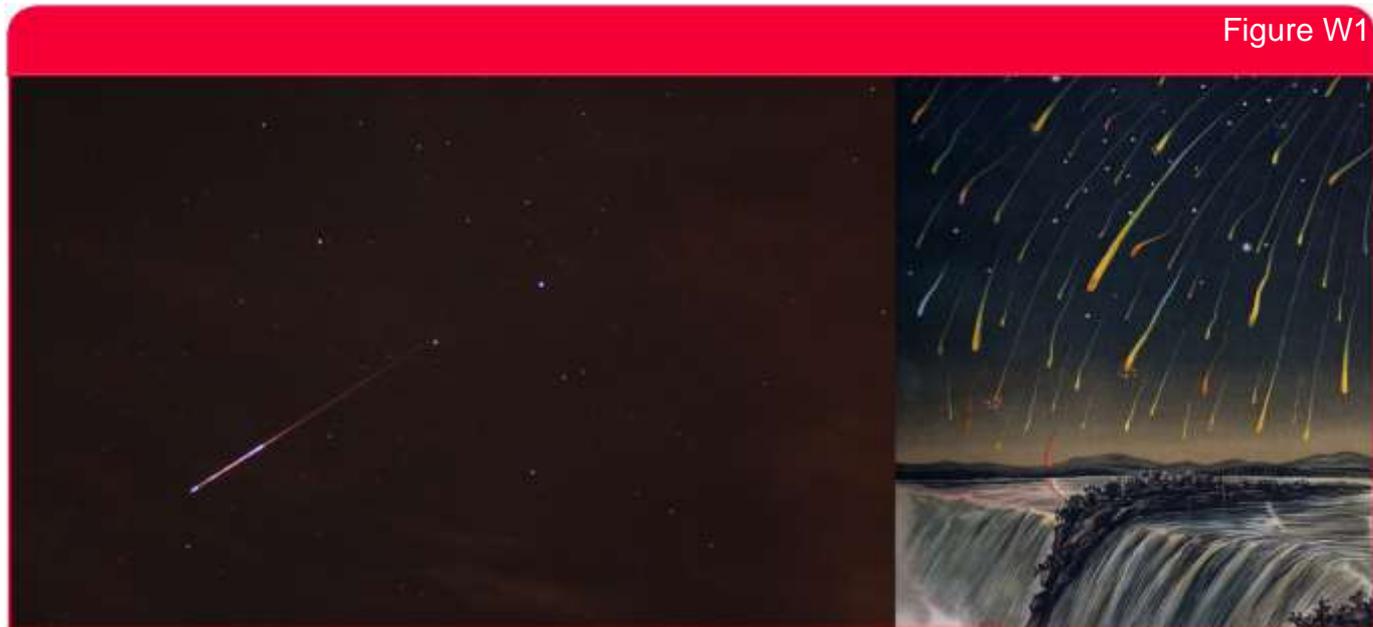


Figure W1

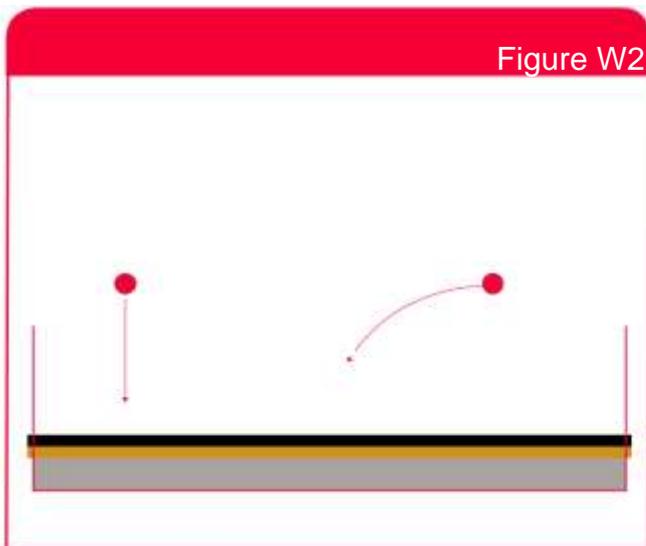
↑ Des lumières dans le ciel nocturne

## Tâche 2 : Formation de cratères

Dans cette expérience, votre groupe étudiera comment les cratères se forment

### Équipement par groupe

- Couvercle supérieur d'une boîte en carton de format A4 (taille typique 30 x 22 x 7 cm)
- Sac en plastique
- Farine 1 kg
- Paillettes 50 g
- Chocolat en poudre 50-100 g
- 5-10 billes de différentes tailles
- Règle
- Tamis
- Petite cuillère en plastique
- Appareil photo de téléphone
- Copie de la fiche de travail - L'histoire d'une étoile filante (1 copie par élève)
- Image d'un cratère sur Mars



↑ Illustration de la boîte d'expérimentation. Gris : une couche de farine.

Jaune : des paillettes. Marron : poudre de chocolat. Points rouges : les billes lâchées.

Exemple de l'aspect de l'installation après que quelques billes ont été lâchées.

## Instructions

1. Enveloppez un sac en plastique autour du couvercle supérieur d'une boîte en carton de format A4.
2. Mettez de la farine dans la boîte emballée dans du plastique. Utilisez une règle pour vous assurer que cette couche est de niveau. Cette couche représente le matériau de base.
3. Saupoudrez une fine couche de paillettes sur la farine. Cette couche représente les roches.
4. Saupoudrez de la poudre de chocolat sur les paillettes. Cette couche représente la terre supérieure.

Votre professeur a donné à votre groupe une image d'un cratère sur Mars. Comment pensez-vous que ce cratère s'est formé ?

Pour répondre à cette question, vous devez d'abord étudier ce qui se passe lorsqu'une roche (ou une bille) heurte une surface. Vous devez prendre des notes de vos observations. Prenez quelques photos des cratères que vous faites pour les comparer avec l'image d'un cratère sur Mars. Vous pouvez utiliser la petite cuillère en plastique pour récupérer les billes.

Laissez tomber les billes de différentes hauteurs. Ce qui se passe

? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Laissez tomber deux ou plusieurs billes l'une à côté de l'autre. Que se passe-t-il ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lancez des billes sous différents angles. Que se passe-t-il ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Lancez des billes à partir d'angles très bas. Que se passe-t-il ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

D'après vos observations, comment pensez-vous que le cratère de Mars s'est formé ?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## Le saviez-vous?

Le vaisseau spatial Mars Express de l'ESA a été lancé en 2003. Il est actuellement en orbite autour de Mars. Sa mission est d'étudier la surface et l'atmosphère de la planète.

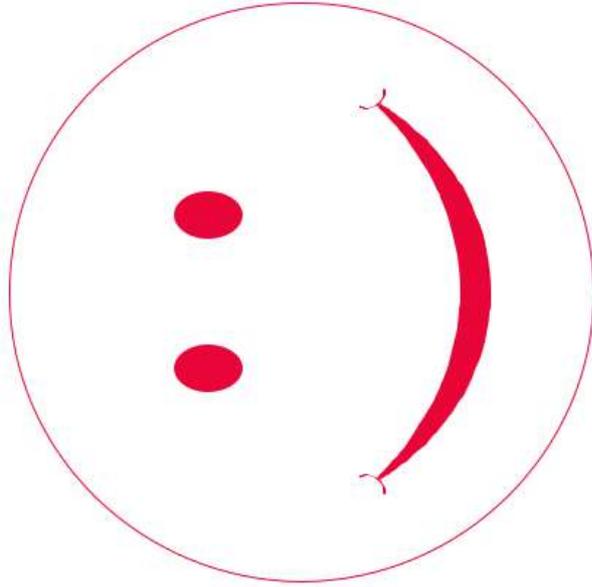


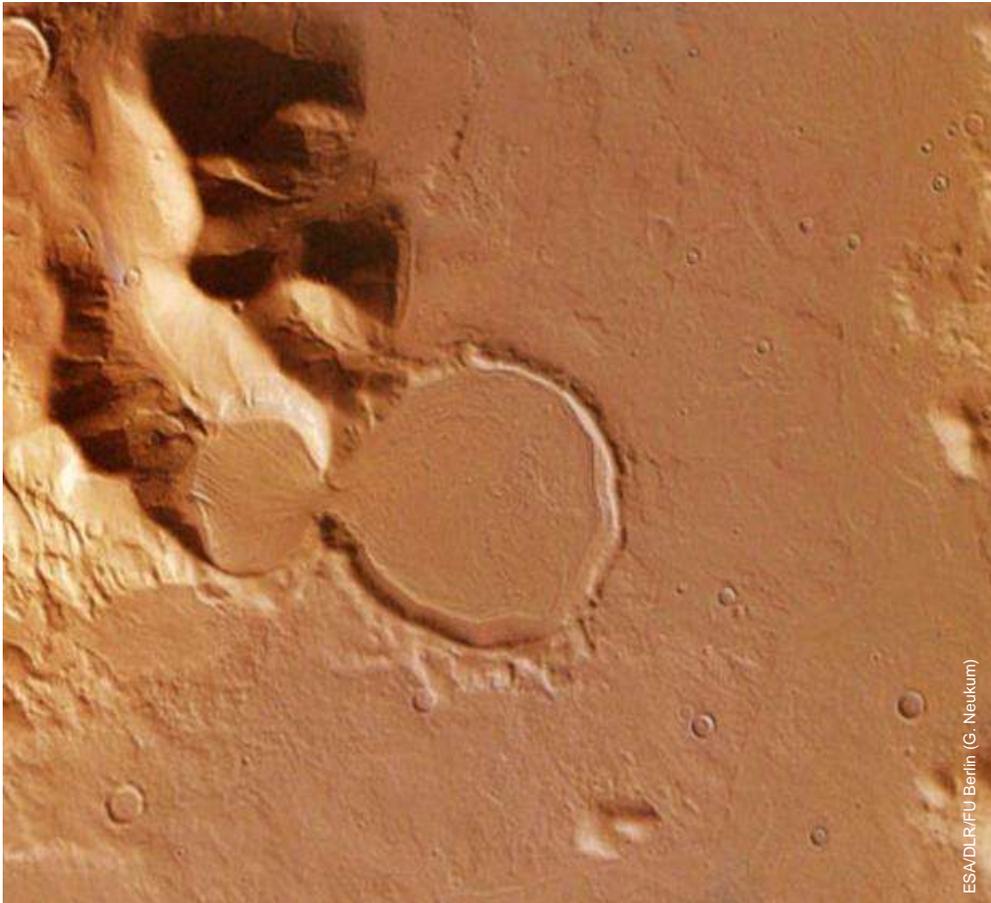
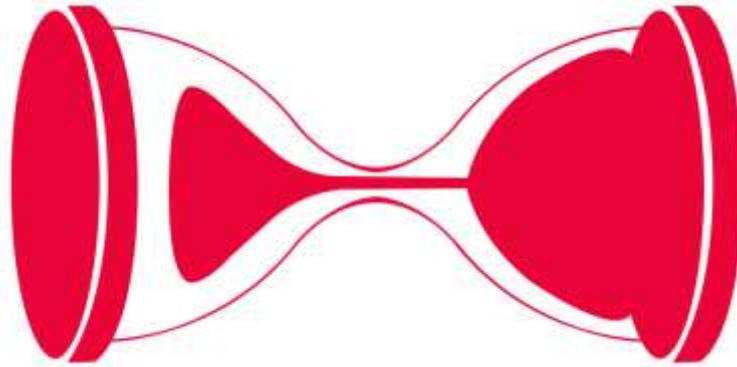
# Annexe

# Gale ou “ visage heureux” sur Mars



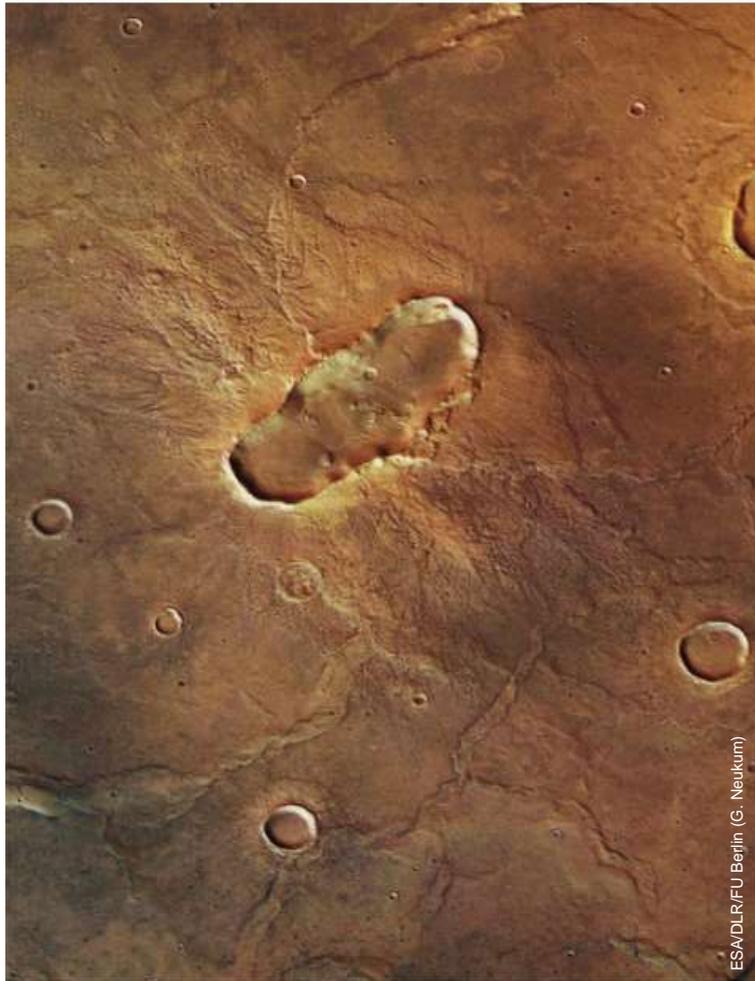
ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)



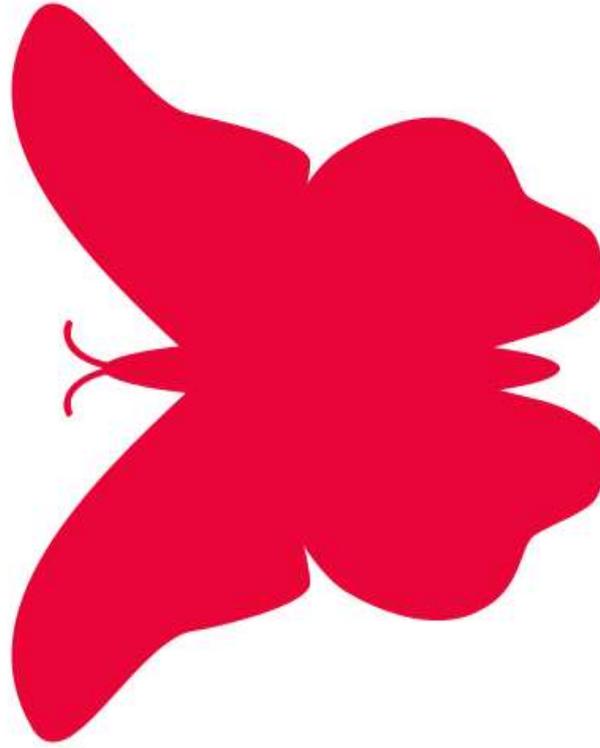


ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

# Le Cratère Papillon sur Mars



ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

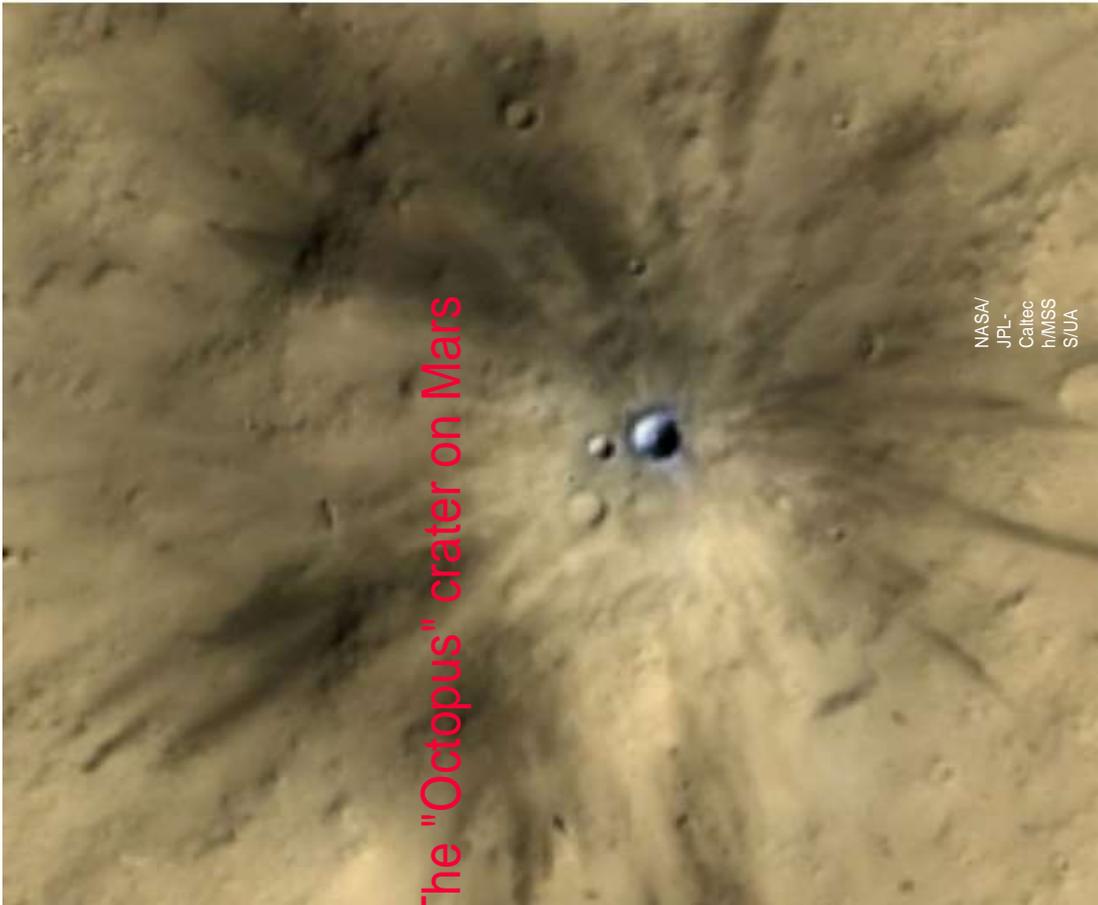
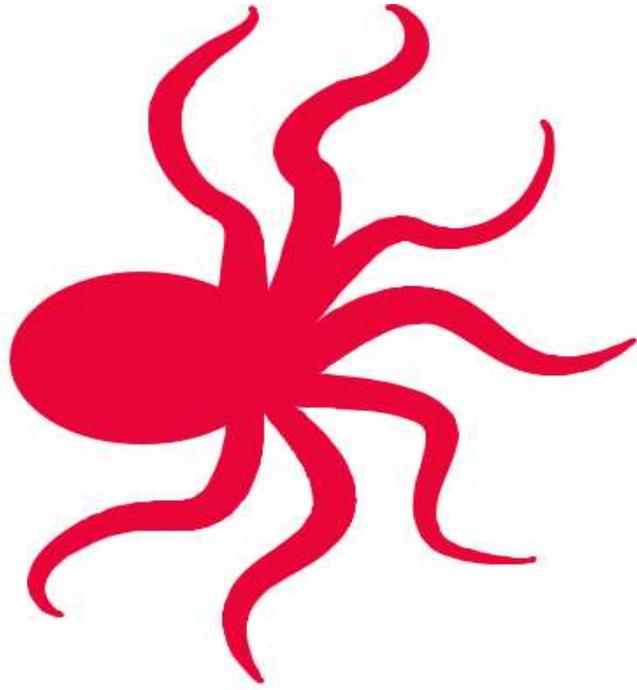


# Le cratère "Orcus Patera" s



ESADLR/FU Berlin (G. Neukum)





# Liens

Enseigner avec l'espace

L'ESA enseigne avec le site web de Rosetta : [ww.esa.int/Teach\\_with\\_Rosetta/](http://ww.esa.int/Teach_with_Rosetta/)

ESA Kids (divertissement et informations pour les enfants dans plusieurs langues européennes)

Page d'accueil de l'ESA Kids : [www.esa.int/esaKIDSen/](http://www.esa.int/esaKIDSen/)

Comètes et météores : [www.esa.int/esaKIDSen/Cometsandmeteors.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/Cometsandmeteors.html)

Repérez les astéroïdes : [www.esa.int/esaKIDSen/SEMYE7MPQ5F\\_OurUniverse\\_0.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMYE7MPQ5F_OurUniverse_0.html)

ESA Mars Express : [www.esa.int/esaKIDSen/SEMI1CXJD1E\\_OurUniverse\\_0.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMI1CXJD1E_OurUniverse_0.html)

Paxi fun book : [esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook/](http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook/)

Missions de l'ESA

Programme de connaissance de la situation spatiale : [www.esa.int/Our\\_Activities/Operations/Space\\_Situational\\_Awareness/Near-Earth\\_Objects\\_-\\_NEO\\_Segment](http://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Space_Situational_Awareness/Near-Earth_Objects_-_NEO_Segment)

Télescope spatial Hubble de l'ESA/NASA : [spacetelescope.org](http://spacetelescope.org)

Mars Express : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express)

ExoMars : [exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview/](http://exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview/)

ATV : [www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/ATV](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/ATV)

Re-entrée de la vidéo ATV1 : [www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/02/ATV-1\\_reentry](http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/02/ATV-1_reentry)

Plus d'informations sur les cratères

Cratère en forme de sablier : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Hourglass\\_shaped\\_craters\\_filled\\_with\\_traces\\_of\\_glacier](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Hourglass_shaped_craters_filled_with_traces_of_glacier)

Le cratère du visage heureux : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Happy\\_face\\_crater\\_on\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Happy_face_crater_on_Mars)

Cratère des papillons : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Butterfly\\_impact\\_crater\\_in\\_Hesperia\\_Planum](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Butterfly_impact_crater_in_Hesperia_Planum)

Cratère Orcus Patera : [www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/Mars\\_s\\_mysterious\\_elongated\\_crater](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/Mars_s_mysterious_elongated_crater)

[www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Mars\\_Express/The\\_scars\\_of\\_impacts\\_on\\_Mars](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express/The_scars_of_impacts_on_Mars)

Plus d'informations sur le renouvellement des surfaces

Volcans : [www.esa.int/esaKIDSen/SEMMZKXJD1E\\_Earth\\_0.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMMZKXJD1E_Earth_0.html)

Tremblements de terre et tectonique des plaques : [www.esa.int/esaKIDSen/SEMD1LXJD1E\\_Earth\\_0.html](http://www.esa.int/esaKIDSen/SEMD1LXJD1E_Earth_0.html)

[www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Highlights/Africa\\_s\\_ups\\_and\\_downs](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Highlights/Africa_s_ups_and_downs)

Autres liens utiles

Calculateur d'impact Down2Earth : [simulator.down2earth.eu/index.html](http://simulator.down2earth.eu/index.html)



teach with space - tell-tail signs of a shooting star |  
PR04a [www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

The ESA Education Office welcomes feedback and  
comments [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

An ESA Education production  
Copyright © European Space Agency 2017