

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 72 (2014)  
**Heft:** 385

**Artikel:** Prévisions géologiques : la planète naine Cérés  
**Autor:** Ruesch, Ottaviano  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897454>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 01.04.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Prévisions géologiques

## La planète naine Cérès

■ Par Ottaviano Ruesch

*Cérès constitue un laboratoire naturel pour la compréhension des premiers stades de formation et d'évolution des planètes. Un moyen simple et puissant d'exploiter ce laboratoire consiste à observer les structures visibles à la surface. Avec cette méthode de photo-interprétation, des renseignements sur le rôle du matériel volatile (glace d'eau) et sur l'évolution thermique de la planète naine peuvent être déduits.*

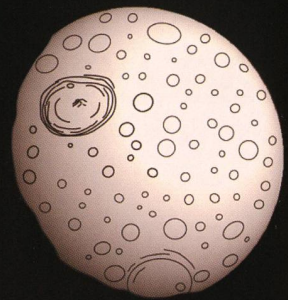
Cérès est une planète naine (dwarf planet). La classification de Cérès en tant qu'astéroïde est désormais obsolète compte tenu des connaissances actuelles sur les petits corps du Système Solaire. Découvert en 1801 par l'astronome PIAZZI, cet objet est situé dans la ceinture d'astéroïdes à 2.8 Unité Astronomiques (UA), mais est beaucoup plus grand (diamètre de ~1000 km) et plus massif que la plupart des astéroïdes (il constitue  $\frac{1}{3}$  de la masse de la ceinture d'astéroïdes). Sous plusieurs aspects, tels que positions, composition et conditions physiques, Cérès constitue un objet de transition entre les planètes terrestres et les grands satellites des

planètes gazeuses. Son importance découle aussi de son état « fossile », puisqu'il a peu évolué après sa formation, tout au début de l'histoire du Système Solaire. On suppose que c'est un objet très similaire aux embryons de planètes qui, par accrétion, ont formé la Terre et les autres planètes. L'étude de Cérès peut ainsi renseigner sur les conditions et les processus aux premiers stades de formation de la Terre et du Système Solaire. Malgré son intérêt, les connaissances sur son état physique, sur sa chimie et sa minéralogie restent très limitées (Figure 1).

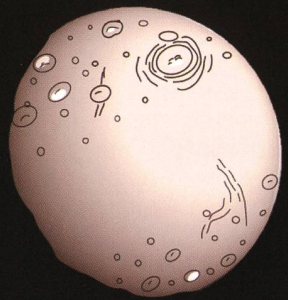
#### «Dawn» arrivera en mai 2015

Dans le but d'étudier Cérès de près, une sonde spatiale appelée Dawn (aube) a été lancée en 2006 par l'agence spatiale américaine dans le contexte des missions Discovery. Avec deux instruments européens à bord, la sonde va s'approcher et entrer en orbite autour de Cérès en mai 2015. C'est à ce moment que les nombreux mystères entourant encore cette planète naine vont être dévoilés. Cependant, il est hors de question d'attendre mai 2015 pour apprendre à connaître Cérès! En effet, sur la base des lois physiques et chimiques, et sur la base des principes géologiques, des prévisions peuvent être avancées sur l'état de Cérès. L'aspect de surface du corps peut être prédit puisqu'il est intimement lié aux conditions de formation et d'évolution thermique. J'expose ici ces prévisions en me basant sur des

Scénario 1



Scénario 2



Scénario 3



IMAGES: OTTAVIANO RUESCH

Figure 2: Schémas illustrant trois aspects possibles à la surface de Cérès. Chaque scénario dépend des caractéristiques de formation et d'évolution de la planète naine. Scénario 1 : surface avec une haute densité de cratères d'impacts. Scénario 2 : Absence de cratères d'impacts à l'équateur et dépôts de glace dans des zones brillantes aux pôles. Scénario 3 : Rares cratères d'impacts et nombreuses structures tectoniques récentes. Activité volcanique et jets de type cométaire.

publications apparues dans la revue scientifique *Icarus-Elsevier*. Ces prévisions aideront à l'interprétation des images que la sonde Dawn va bientôt envoyer.

Trois scénarios concernant l'aspect de surface de Cérès peuvent être envisagés et sont schématisés-

IMAGE: B. CARRY ET AL., ASTRONOMY & ASTROPHYSICS, 2008

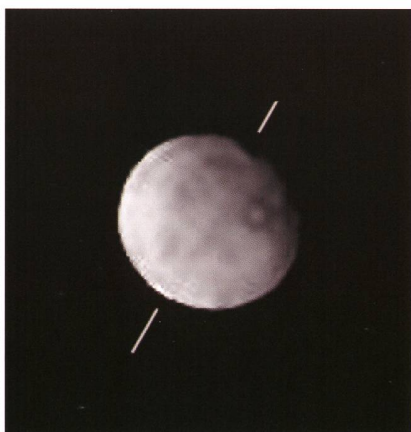


Figure 1: Image de Cérès à  $2.1 \mu\text{m}$  depuis l'observatoire Keck II. Seule une tache circulaire évoquant un bassin d'impact (centre droite du globe) est identifiable. Tout autre détail de surface est de plus petite taille et n'est pas observable depuis la Terre. La formation et l'évolution de cette planète naine restent donc un mystère.



ment illustrés en Figure 2. Ces scénarios découlent principalement des conditions de formation du corps (3 possibilités) et de plusieurs processus à l'intérieur du corps. Scénario I: La surface de Cérès présente une haute densité de cratères d'impacts (récents et anciens) suite à un bombardement par les astéroïdes, tout au long de son histoire. Ceci implique une absence d'activité interne qui aurait pu effacer les cratères. En conséquence, l'accrétion de Cérès a eu lieu tardivement, quand le matériel de la nébuleuse solaire était pour ainsi dire froid (l'élément radioactif  $^{26}\text{Al}$  épuisé) et avait perdu l'énergie nécessaire à une activité interne. La densité mesurée de Cérès ( $\sim 2100 \text{ kg/m}^3$ ) est due au matériel rocheux originel (non modifié après l'accrétion) ( $2500 \text{ kg/m}^3$ ) et à une certaine porosité.

Scénario II: Cérès présente une distribution globale de cratères inhomogènes. La densité des cratères diminue des pôles vers l'équateur, avec une bande équatoriale sans d'impacts. De plus, la forme des cratères n'est pas la même que dans le scénario I: ils sont moins profonds et ont un relief topographique au centre. Les régions polaires montrent des zones à fort albedo, témoignant de dépôts de glace d'eau.

Cet ensemble de morphologies à la surface témoigne d'une histoire

différente du Scénario I. La distribution et la forme des cratères indiquent la présence d'une couche de glace d'eau en profondeur, qui par sa viscosité modifie toute structure à la surface, surtout à l'équateur. Dans ce scénario, c'est la présence de 10-20 % de glace à l'intérieur de Cérès qui est responsable de la densité mesurée de  $2100 \text{ kg/m}^3$ , et non la porosité. Pour qu'une couche de glace puisse se former, la planète naine a dû subir une différenciation globale après sa formation, avec comme conséquence, une augmentation de la densité vers le centre du corps: le noyau. Seule une certaine chaleur dans le corps a pu engendrer ce processus de différenciation. Ceci implique que Cérès s'est formé tôt dans l'histoire du Système Solaire, quand des éléments radioactifs ( $^{26}\text{Al}$ ) étaient encore actifs (premiers millions d'années). La présence de dépôts temporaires de glace aux pôles laisse supposer que de la glace a été piégée dans la croûte et épisodiquement exposée à la surface par des impacts. Un cycle de sublimation et de solidification pourrait transporter ensuite la vapeur d'eau vers les régions froides des pôles favorables au dépôt de glace.

Scénario III: La surface de Cérès montre des structures linéaires incluant des zones d'extensions (grabens) – où du matériel nouveau se

forme (extrusions) – et des régions montagneuses, où la surface se comprime. Les extrusions peuvent signaler un cryo-volcanisme actif (volcanisme de glace et non de lave), accompagné de jets similaires à une activité de comète. Bien que Cérès ait subi le même bombardement par astéroïdes que dans les scénarios I et II, dans le scénario III, la majeure partie de la surface ne montre pas de cratères d'impacts puisqu'ils ont été érodés et effacés par l'activité tectonique ou cryo-volcanique plus récente. Ces processus géologiques sont restés actifs tout au long de l'histoire de Cérès grâce à deux sources d'énergie: les éléments radioactifs comme dans le scénario II et le processus d'altération aqueuse de roche appelé serpentinization.

Les trois scénarios sont possibles mais ils ont des probabilités différentes de se révéler corrects. Actuellement, par exemple, les experts sont plus confiants dans le scénario II. A noter aussi que les trois scénarios représentent des cas extrêmes, et que des situations intermédiaires se sont pas exclues. A quel scénario Dawn donnera-t-il raison? Réponse en mai 2015.

### ■ Ottaviano Ruesch

Via San Pietro 8  
CH-6612 Ascona  
ottaviano.ruesch@uni-muenster.de

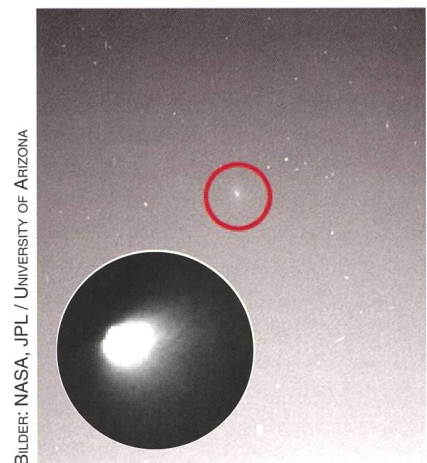
## Komet Siding Spring raste an Mars vorbei

In nur 138'000 km Abstand – dies entspricht einem guten Drittel der Distanz Erde-Mond – zog am vergangenen 19. Oktober 2014 gegen 20:27 Uhr MESZ der Komet C/2013 A1 (Siding Spring) an Mars vorüber. Das rund 500 m grosse Objekt wurde am 3. Januar 2013 vom britisch-australischen Astronomen ROBERT H. McNAUGHT am Siding Spring Observatorium in der Nähe von Coonabarabran mit Hilfe eines Schmidt-Teleskops entdeckt. Vorsichtshalber wurden die amerikanischen und europäischen Sonden auf die Marsrückseite in Schutz gebracht. Sie haben den engen Vorbeiflug des Kometen schadlos überstanden.

Die Kamera HiRISE an Bord der US-Raumsonde Mars Reconnaissance Orbiter konnte die rasche

Annäherung des Himmelsvagabunden festhalten, und selbst von der Marsoberfläche aus war der «Schweifstern» zu sehen, wie Bilder des Marsrovers Opportunity belegen.

Der Komet stammt aus der OORTSCHEN Wolke und muss sich seit der Entstehung des Sonnensystems in rund 1 Lichtjahr Entfernung aufgehalten haben. Diese Objekte aus den Anfängen unseres Planetensystems haben grossen wissenschaftlichen Wert, da sie uns die frühe Geschichte erzählen können. Gespannt dürfen wir auch auf die Ergebnisse der Rosetta-Sonde und des Landers «Philae» sein. Die vielen Daten sind ein weiteres Mosaiksteinchen in der Frage nach unserer Herkunft. Haben Kometen die organischen Stoffe auf die Erde gebracht? (Red.)



BILDER: NASA, JPL / UNIVERSITY OF ARIZONA

Abbildung 1: Komet C/2013 A1 (Siding Spring) in einer Aufnahme des Marsrovers Opportunity (im roten Kreis). Die länglichen weissen Striche sind Bildfehler. Aber auch der Kamera HiRISE an Bord der US-Raumsonde Mars Reconnaissance Orbiter gelangen spektakuläre Bilder.