



Nouvelles du Système solaire

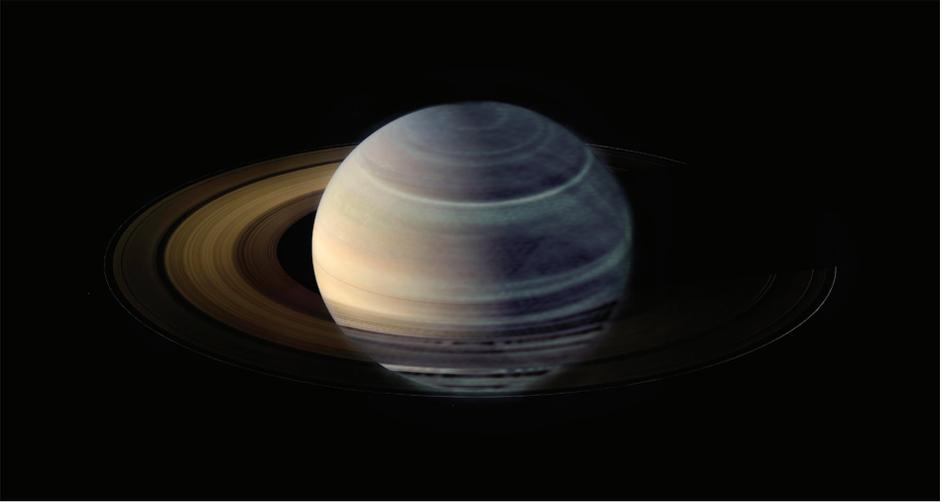
Tempêtes de Saturne

Basé sur un communiqué UC Berkeley

La Grande Tache rouge, la plus grande tempête du Système solaire, est un anticyclone qui orne la surface de Jupiter depuis des siècles. Une nouvelle étude montre que Saturne, bien que beaucoup moins colorée que Jupiter, a également des méga-tempêtes de longue durée qui laissent des traces dans l'atmosphère pendant des siècles.

Les méga-tempêtes se produisent tous les 20 à 30 ans sur Saturne et ressemblent aux ouragans

*Une énorme tempête domine la surface généralement terne de Saturne sur une image prise par Cassini le 25 février 2011, environ 12 semaines après sa détection. La méga-tempête a fini par encercler complètement l'hémisphère nord. Les astronomes ont trouvé dans les profondeurs de l'atmosphère les séquelles de méga-tempêtes qui se sont produites il y a des centaines d'années. Les bandes sombres sont les ombres des anneaux de Saturne.
(NASA/JPL/Space Science Institute)*



terrestres, en nettement plus grands. Mais personne ne sait ce qui cause ces méga-orages dans l'atmosphère de Saturne, composée principalement d'hydrogène et d'hélium avec des traces de méthane, d'eau et d'ammoniac.

Comprendre les mécanismes des plus grandes tempêtes du Système solaire place la théorie des ouragans dans un contexte cosmique plus large, remettant en question nos connaissances actuelles et repoussant les limites de la météorologie terrestre.

Pour mieux comprendre leur composition et ce qui les rend uniques, les astronomes étudient les géantes gazeuses depuis plus de quatre décennies avec des radiotélescopes pour sonder les émissions radio provenant de sous les couches nuageuses. Étant donné que les réactions chimiques et la dynamique modifient la composition de l'atmosphère d'une planète, ces observations profondes sont nécessaires pour contraindre la véritable composition atmosphérique. Les observations radio aident à caractériser les processus dynamiques, physiques et chimiques, y compris le transport de chaleur, la formation des nuages et la convection dans les atmosphères des planètes géantes à l'échelle tant globale que locale.

Contrairement aux images prises dans le domaine optique, les données radio obtenues avec le VLA montrent la nature distincte des bandes.

(S. Dagnello/NRAO/AUI/NSF, I. de Pater et al./UC Berkeley)

La nouvelle étude a montré quelque chose de surprenant dans les émissions radio de Saturne : des anomalies dans la concentration d'ammoniac dans l'atmosphère, anomalies que l'on a pu relier aux dernières méga-tempêtes de l'hémisphère nord.

La concentration d'ammoniac est plus faible à moyenne altitude, juste en dessous de la couche nuageuse d'ammoniac et de glace la plus élevée. Les astronomes pensent que l'ammoniac est transporté de la haute à la basse atmosphère via les processus de précipitation et de réévaporation, ce qui peut prendre des centaines d'années.

L'étude a en outre révélé que, bien que Saturne et Jupiter soient constituées principalement d'hydrogène, les deux géantes gazeuses sont remarquablement dissemblables. Les anomalies troposphériques de Jupiter sont liées à ses zones (bandes blanchâtres) et ceintures (bandes sombres) et ne sont pas causées par des tempêtes comme elles le sont sur Saturne.

Le noyau de Mars

Basé sur un communiqué University of Maryland

La mission InSight de la NASA a aidé les scientifiques à cartographier la structure interne de Mars. Les observations réalisées par l'atterrisseur indiquent la présence d'un manteau liquide de silicates autour du noyau métallique – noyau qui se révèle plus dense et plus petit qu'on ne le pensait. Ces résultats correspondent cependant mieux à d'autres données géophysiques et à l'analyse des météorites martiennes. Ils permettent aussi de nouvelles hypothèses sur la façon dont Mars s'est formée, a évolué et est devenue la planète stérile qu'elle est aujourd'hui.

Les astronomes ont comparé la couche fondue à une couverture chauffante recouvrant le noyau martien. Cette enveloppe retient la chaleur provenant du cœur et empêche son refroidissement. Elle concentre également les éléments radioactifs dont la désintégration génère de la chaleur. Le noyau est ainsi probablement incapable de produire les mouvements convectifs qui créeraient un champ magnétique, ce qui peut expliquer pourquoi Mars n'a actuellement pas de champ magnétique actif autour d'elle.

Sans un champ magnétique protecteur fonctionnel, une planète terrestre comme Mars serait vulnérable aux vents solaires violents et perdrait toute l'eau à sa surface, la rendant incapable de maintenir la vie. Cette différence entre la Terre et Mars pourrait être attribuée à des différences dans la structure interne et aux chemins d'évolution différents empruntés par les deux planètes.

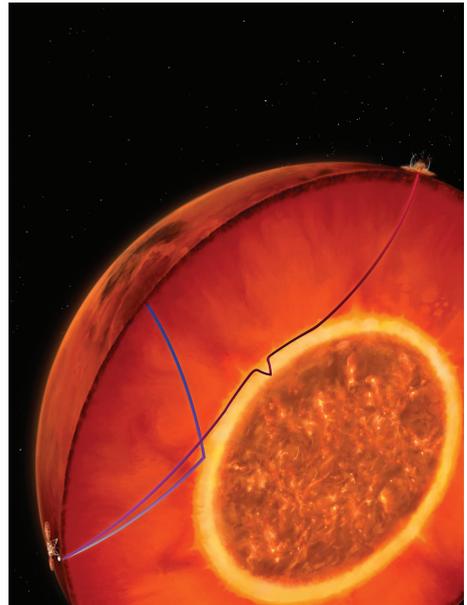
La couverture thermique du noyau métallique de Mars par la couche liquide à la base du manteau implique que des sources externes sont nécessaires pour générer le champ magnétique enregistré dans la croûte martienne au cours des 500 à 800 premiers millions d'années de son évolution. Ces sources pourraient être des impacts énergétiques ou des mouve-

ments de noyau générés par des interactions gravitationnelles avec d'anciens satellites.

Ces conclusions vont dans le sens des théories selon lesquelles Mars était autrefois un océan de magma en fusion qui s'est ensuite cristallisé pour produire une couche liquide de silicates enrichie en fer et en éléments radioactifs à la base du manteau. La chaleur émanant des éléments radioactifs aurait alors radicalement modifié l'évolution thermique et l'histoire du refroidissement de la Planète rouge.

De telles couches peuvent avoir des conséquences assez importantes pour le reste de la planète. Leur présence peut aider à savoir si des champs magnétiques peuvent être générés et maintenus, comment les planètes se refroidissent et comment la dynamique de leur intérieur change au fil du temps.

Après plus de quatre ans de collecte de données sur Mars, la mission InSight s'est officiellement terminée en décembre 2022 à la suite de l'accumulation de poussière sur les panneaux solaires, mais l'analyse des données se poursuit.



Représentation artistique de la couche de silicate fondu enveloppant le noyau martien. (IPGP-CNES)

Kamoʻoalewa, un quasi-satellite venant de la Lune ?

Basé sur un communiqué

Tout au long de son histoire, la Lune a été bombardée par des astéroïdes, comme en témoignent les nombreux cratères d'impact conservés à sa surface. Ces impacts provoquent l'éjection de débris de la surface de la Lune, mais la majeure partie de cette matière retombe généralement. Certains des matériaux éjectés arrivent sur Terre, mais une petite fraction pourrait échapper à la gravité de la Lune et de la Terre et finir par orbiter autour du Soleil comme les autres astéroïdes géocroiseurs.

Les astronomes estiment que l'astéroïde géocroiseur (469219) Kamoʻoalewa (initialement connu comme 2016 HO3), un quasi-satellite de notre planète, pourrait être un de ces morceaux de Lune. Selon eux, l'astéroïde aurait pu être éjecté de la surface lunaire lors d'un impact de météorite et se mettre en orbite autour du Soleil tout en restant proche des orbites de la Terre et de la Lune.

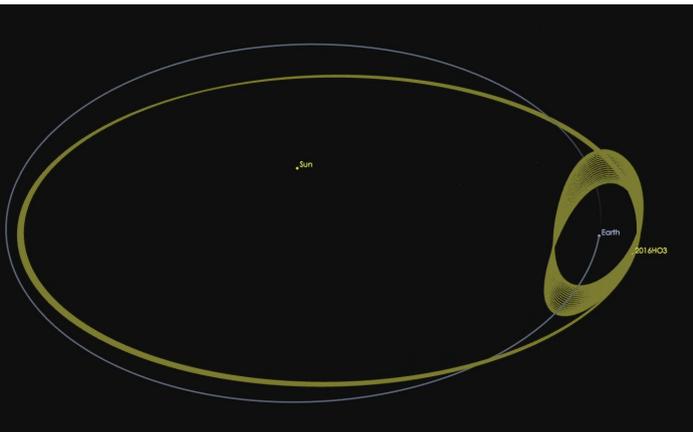
Jusqu'à présent, seuls les astéroïdes situés au-delà de l'orbite de Mars étaient considérés comme une source d'astéroïdes géocroiseurs. Il faudrait donc y ajouter la Lune. L'implication est que de nombreux fragments lunaires restent à découvrir parmi la population d'astéroïdes géocroiseurs.

Kamoʻoalewa a fait l'objet de plusieurs études ces dernières années et une mission chinoise devrait être lancée en 2025 pour y atterrir et ramener des échantillons sur Terre.

Kamoʻoalewa est spécial dans la mesure où il s'agit d'un quasi-satellite de la Terre, un terme utilisé pour désigner les astéroïdes dont les orbites ressemblent tellement à celles de la Terre qu'ils semblent orbiter autour de la Terre même s'ils tournent en réalité autour du Soleil. L'autre aspect particulier de Kamoʻoalewa est sa durée de vie sur ce type d'orbite. L'astéroïde devrait rester un compagnon de la Terre pendant des millions d'années, passant à plusieurs reprises de son état actuel de quasi-satellite à celui d'un mouvement coorbital en forme de fer à cheval.

Comment Kamoʻoalewa est-il arrivé sur une orbite aussi improbable ? Les éjectas lunaires qui ont suffisamment d'énergie cinétique pour s'échapper du système Terre-Lune ont généralement trop d'énergie pour se placer sur une orbite de quasi-satellite terrestre.

Les simulations numériques qui tiennent compte avec précision des forces gravitationnelles ont montré qu'il y avait 6,6 pour cent de chances que certains fragments lunaires puissent réellement se frayer un chemin vers des orbites coorbitales, et une probabilité de 0,8 % de devenir des quasi-satellites tels que Kamoʻoalewa.



Kamoʻoalewa est un compagnon permanent de la Terre. On a représenté à droite son orbite dans un système de référence en rotation, la Terre étant représentée fixe. (NASA/JPL-Caltech)

Arrokoth

Basé sur un communiqué SwRI

La sonde New Horizons avait survolé de près Arrokoth en 2019. Cet objet de la ceinture de Kuiper se distingue par une forme bilobée, évoquant un cougnou entamé. Les images ont permis d'identifier sur le plus grand lobe (Wenu), 12 monticules qui ont presque la même forme, la même taille, la même couleur et la même réflectivité. Elles montrent aussi trois monticules sur le plus petit lobe de l'objet, Weeyo.

Selon une nouvelle étude ces monticules de quelques kilomètres qui dominent l'apparence du plus gros lobe d'Arrokoth se ressemblent tellement qu'ils doivent avoir une même origine. Cela pourrait guider les futurs travaux sur les modèles de formation des planétésimaux.

L'objet semble si bien conservé que sa forme révèle directement les détails de son assemblage à partir d'un ensemble de blocs de construction tous très semblables les uns aux autres. Arrokoth ressemble ainsi à une framboise, composée de petites drupes.

La géologie d'Arrokoth soutient le modèle de formation des planétésimaux où des

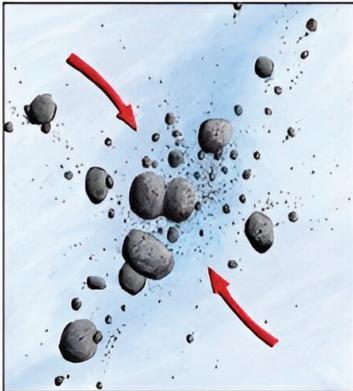
collisions à des vitesses de seulement quelques kilomètres par heure ont permis aux objets de s'accumuler tranquillement pour construire des objets comme Arrokoth dans une zone locale de la nébuleuse solaire subissant un effondrement gravitationnel.

Si les monticules sont effectivement représentatifs des éléments constitutifs d'anciens planétésimaux, alors les modèles devront expliquer la taille préférentielle de ces éléments constitutifs.

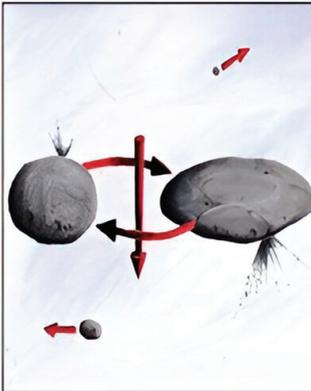
Il y a de fortes chances que certaines des cibles de survol de la mission Lucy de la NASA vers les astéroïdes troyens de Jupiter et de l'intercepteur de comètes de l'ESA soient d'autres planétésimaux primordiaux. Y trouvera-t-on des monticules caractéristiques, comme sur Arrokoth? Cela pourrait contribuer à la compréhension des processus d'accrétion des planétésimaux ailleurs dans le Système solaire jeune, en montrant qu'ils correspondent à ce qui a été trouvé par New Horizons dans la ceinture de Kuiper.

Les observations d'Arrokoth suggèrent qu'il s'est formé à partir d'un assemblage d'objets de tailles similaires, rassemblés à faible vitesse.

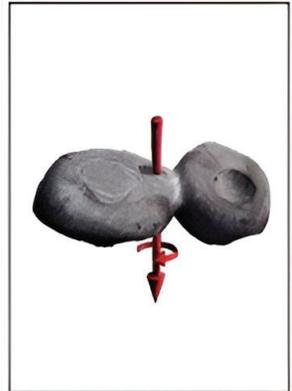
*(New Horizons/NASA/JHUAPL/SwRI/
James Tuttle Keane)*



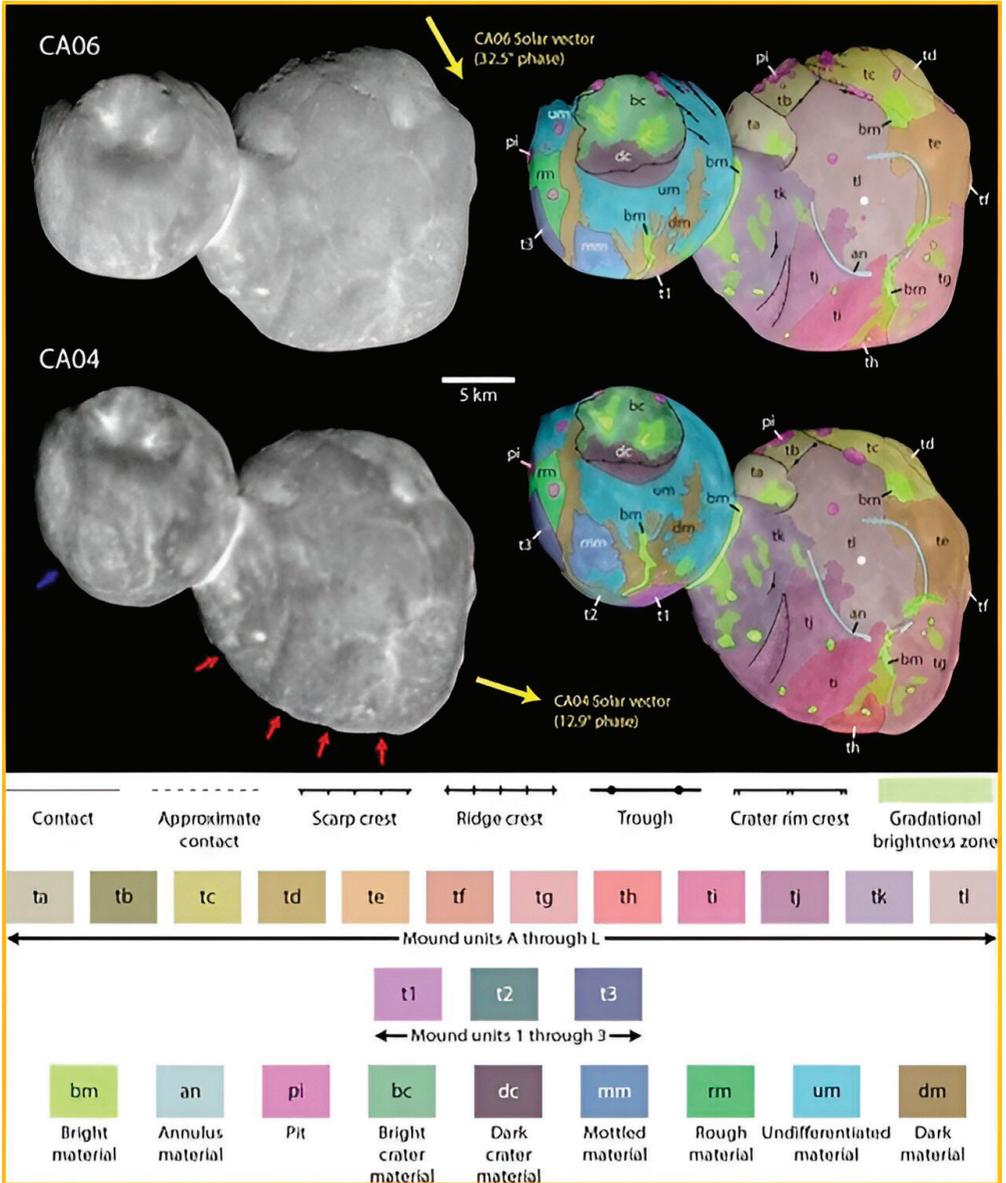
A rotating cloud of small, icy bodies starts to coalesce in the outer solar system.



Eventually two larger bodies remain.



The two bodies slowly spiral closer until they touch, forming the bi-lobed object we see today.



Les grands monticules qui dominent l'un des lobes d'Arrokoth sont suffisamment semblables pour suggérer une origine commune. (SwRI)