Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 52 (1994)
Heft: 263

Artikel: L'univers, dis-moi ce que c'est? : Planètes : épisode 2
Autor: Barblan, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-898795

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

L'univers, dis-moi ce que c'est?

Planètes: épisode 2

F. BARBLAN

Mercure, le résultat d'une super-collision?

Nous voici donc au deuxième épisode de cette exploration systématique de notre univers. Après avoir pris connaissance, dans le premier épisode, avec quelques conceptions possibles de la création d'un système planétaire, abordons maintenant une description des différentes planètes telluriques (*earth like planets*) à savoir : Mercure, Venus et Mars. Ces planètes sont caractérisées par un diamètre et une masse faibles, mais une densité importante. Les tabelles de la figure 1 donnent leurs caractéristiques physiques et astronomiques générales.

	Distance moyenne au soleil (10^6Km)	Période orbitale(années)	Excentricité	Inclinaison sur l'écliptique
Mercure	58	0.24	0.206	7.0°
Vénus	108	0.62	0.007	3.4°
Terre	150	1.00	0.017	0.0°
Mars	228	1.88	0.093	1.9°

	Diamètre équatorial(km)	Masse (10^{23} kg)	Densité moyenne (kg/m^3)
Mercure	4878	0.33	5400
Vénus	12104	4.9	5200
Terre	12756	6.0	5500
Mars	6794	0.64	3900

Figure 1. Les caractéristiques astronomiques et physiques des planètes telluriques.

2.1 Mercure

Mercure est, excepté Pluton, la plus petite des planètes. Son étude et exploration ont été quelque peu négligées, puisqu'il était connu de longue date qu'il n'y avait aucun espoir de trouver la moindre trace de vie sur Mercure. Sa proximité du Soleil fait que, pendant la journée, la température monte jusqu'à environ 400 degrés Celcius. D'autre part à cause de cette proximité, cette planète est très difficile à observer; elle est visible pendant de courts intervalles de temps, juste avant le coucher ou le lever du Soleil.

De 1974 à 1975, Mariner 10 a photographié, en détail, près de la moitié de la surface de Mercure, sans pour autant apporter des révélations fracassantes sur cet astre.

Du point de vue cinématique, la faible distance au Soleil de Mercure, fait de cette planète un objet particulier, puisque sa trajectoire est relativiste (pour expliquer son orbite, il faut tenir compte de certaines corrections liées à la théorie de la relativité) et que des effet de marée importants ont bloqué sa rotation en resonnance avec son mouvement orbital. Elle fait trois tours sur elle-même pour deux révolution sidérales.

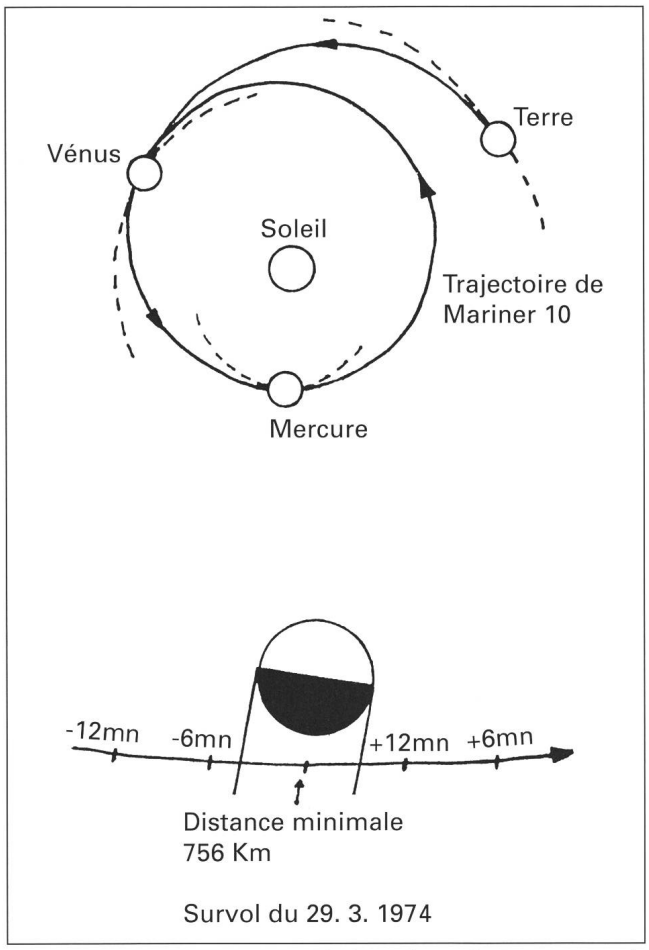

Figure 2. La mission Mariner 10, la seule sonde à avoir survolé Mercure, elle a été lancée de Cap Canaveral le 3 novembre 1973. A été utilisé, à cette occasion, pour la première fois dans l'histoire de l'exploration spatiale, la déflection d'une sonde sur une planète (Vénus) pour atteindre la cible. Mariner 10 a survolé trois fois Mercure exactement dans les mêmes conditions (dessin selon Encyclopaedia Universalis).

La grande densité moyenne de Mercure – 5,44 g/cm^3 – fait qu'elle est constituée des matériaux les plus denses du système solaire. Le rapport fer/silicates est compris entre 66/34 et 70/30, ce qui fait que la quantité de fer existant sur Mercure est le double de la quantité sur n'importe quelle autre planète de type terrestre. Plus des 2/3 de la masse de Mercure sont sous forme d'un noyau de fer, contre les 1/3 pour la Terre par exemple.

L'exploration spatiale des autres planètes et le développement continuel de nouveaux modèles théoriques de l'origine, de l'évolution et de la structure des planètes ont beaucoup

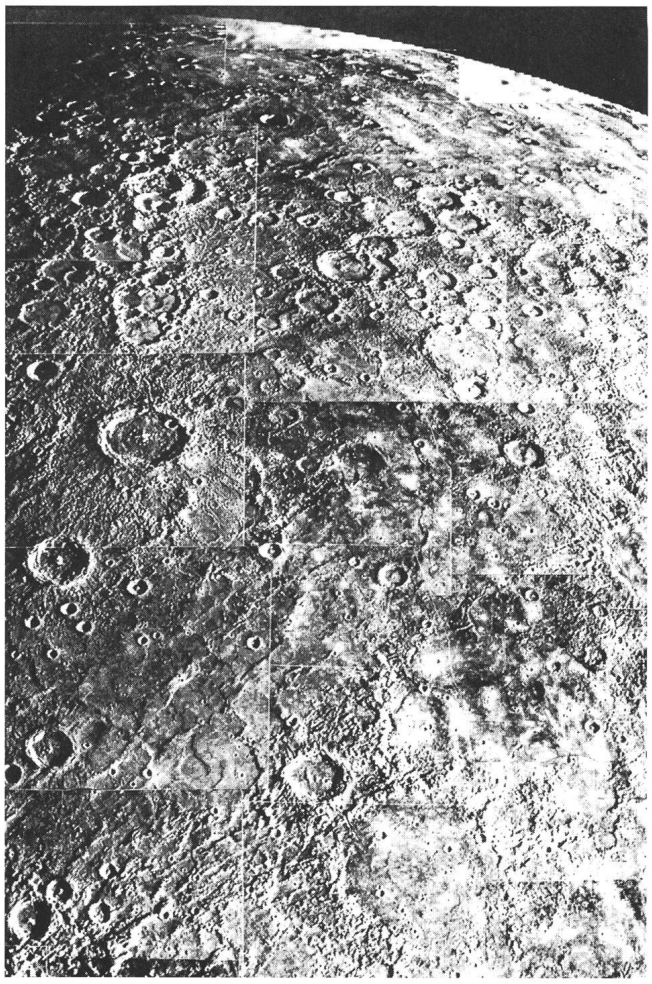

Figure 3. La surface craterisée de Mercure (photo Mariner 10) qui n'a plus subi de modifications importantes depuis 3.6 milliards d'années. Cette image montre les larges plaines de Mercure, probablement d'origine volcanique. Les cratères montrent des recouvrements avec des matériaux d'éjections, bien développés, ainsi que des champs de cratères secondaires, qui attestent qu'ils sont plus jeunes que les plaines adjacentes (Photo NASA).

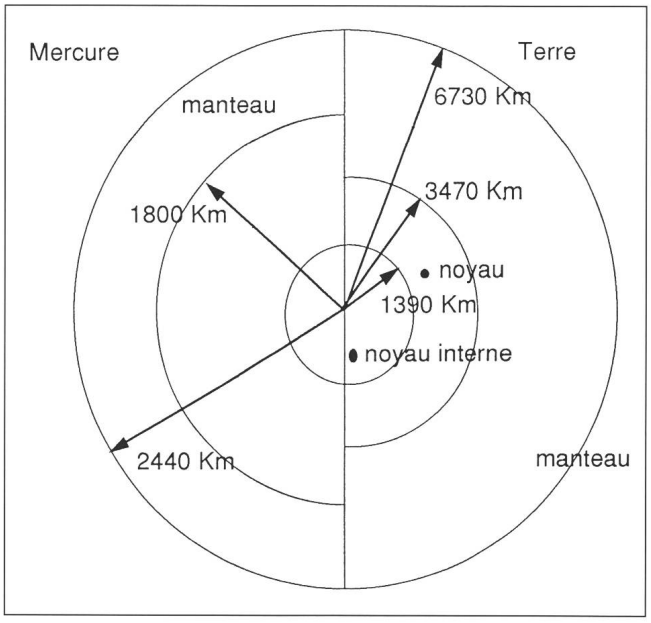

Figure 4. Comparaison entre la structure interne de Mercure et celle de la Terre, qui montre que le noyau de Mercure est, proportionnellement, beaucoup plus grand que celui de la Terre. Il contient 80% de la masse de Mercure et sa dimension est aussi grande que celle de la Lune.

contribué à comprendre le phénomène Mercure et, en particulier, sa densité anormale. Malgré la réticence des scientifiques à prendre en considération les théories catastrophiques, il semble que, dans le cas de Mercure, il est possible d'expliquer sa haute densité par un modèle de ce type.

Le modèle traditionnel de condensation à l'équilibre (1972 J. Lewis, Earth Planet. Sci. Lett. 15, 286, 1972) ne permet pas d'expliquer ce que l'on observe sur Mercure. Ce modèle suppose, à l'endroit de formation de la planète, l'existence d'une température si haute que seuls peuvent subsister le fer et les silicates réfractaires. Mais la température de condensation du fer métal et des silicates de magnesium est si proche qu'il est difficile de séparer les deux phases pendant la formation de la planète. On arrive donc difficilement à expliquer un noyau essentiellement constitué de fer, sans faire intervenir des mécanismes spécifiques, comme par exemple le fait que les particules métalliques subissent par friction un freinage plus considérable que les autres particules. D'autre part, à cause de cette haute température, le soufre devrait être totalement absent, ainsi Mercure aurait dû acquérir très tôt dans l'histoire de sa formation un noyau solide de fer. Or, l'existence d'un champ magnétique relativement intense (1% du champ terrestre) indique que ce noyau est liquide, donc qu'il existe, mélangé au fer, une certaine quantité de soufre.

A.G.W. Cameron (Harvard) et B. Fegley (MIT) proposent en 1987 le modèle de vaporisation (Earth Planet. Sci. Lett. 82, 207, 1987). Dans ce scénario, Mercure se forme avec une proportion de fer et de silicates conforme aux autres planètes terrestres. La perte des silicates se fait par évaporation. En effet, les auteurs admettent que la nébuleuse (celle qui a donné lieu au Soleil et au système planétaire) possède dans la région de la planète Mercure, une température comprise entre 2500 °K et 3500 °K. Il y a alors formation d'une atmosphère de roches vaporisées et le vent solaire extrait des couches superieurs de cette atmosphère les silicates. Ce point constitue d'ailleurs le problème majeur de cette théorie, en effet, il faudrait considérer que l'energie du vent solaire a été utilisée avec une efficacité incroyable pour soustraire à l'attraction gravitationnelle les grains de silicates. Néanmoins, ce modèle permet de faire des prévisions extrêmement précises sur la constitution chimique du manteau restant, au point qu'un seul exemplaire de roche du manteau mercurien suffirait pour savoir s'il y a eu évaporation ou non.

Wetherill (1985) propose que la densité élevée de Mercure s'explique par un impact géant qui a complètement soufflé le manteau de la planète en laissant subsister seulement le coeur en fer qui a donné lieu à la planète actuelle. W. Slattery A.G.W. Cameron et W. Benz ont realisé une simulation numérique d'un tel impact (Icarus 74, 516, 1988). En prenant une masse de Mercure correspondant à 2,25 fois la masse actuelle et un rapport fer/silicates typique des planètes terrestres, la simulation d'une collision centrale avec un corps ayant une masse égale à 1/6 de celle de la planète donne des résultats conformes aux observations actuelles, si

on admet pour les deux corps une vitesse relative de 20 km/h. Pour des vitesses plus grandes, il y a dislocation complète des deux corps et pour des vitesses plus faibles, la quantité de roches évaporées est insuffisante. Si on prend en considération une collision oblique, alors la vitesse relative des deux astres peut être plus grande que 20 km/h.

La trace encore visible actuellement de cette supercollision pourrait être le bassin Caloris, dont on explique mal la structure géologique particulière. Cette hypothèse est encore renforcée par la découverte aux antipodes du bassin d'une autre structure à caractère particulier: une zone, de cratères ayant subi des modifications profondes, entourés de petites collines de 5 à 10 km de large et de 100 à 1800 mètres de haut. On peut expliquer une telle structure par des phénomènes sismiques, éventuellement l'onde de choc produite par l'impact qui a engendré le bassin Caloris.

FABIO BARBLAN
Ch. Mouille-Galand 29, CH-1214 Vernier/GE

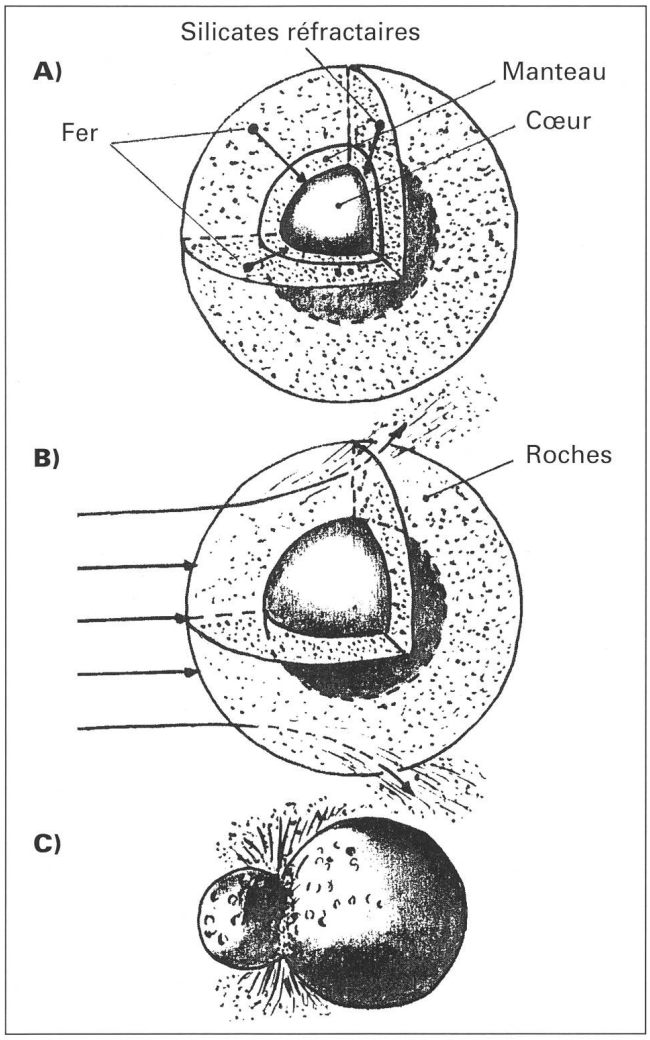

Figure 5. Représentation schématique des trois scénarios possibles pour expliquer la composition particulière de Mercure.
A) Condensation: en raison de la proximité du Soleil, seul le fer et les silicates réfractaires se seraient condensés pour former le coeur de Mercure.
B) Vaporisation: évaporation d'une grande partie des roches par le rayonnement solaire et leur dispersion dans l'espace par le vent solaire.
C) Collision: le seul modèle qui peut expliquer la composition chimique actuelle de Mercure, sans faire intervenir des mécanismes spécifiques, comme cela est le cas pour la condensation et la vaporisation. Ce scénario a fait l'objet d'une simulation par ordinateur. (dessin selon l'illustation dans l'article: La naissance de Mercure, *W. Benz, La Recherche 228)*

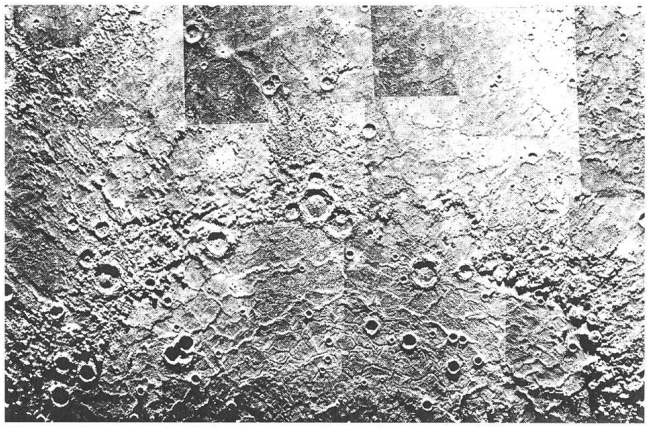

Figure 6. Le bassin Caloris, cicatrice de l'impact géant qui a vaporisé le manteau de Mercure. Il possède un diamètre de 1800 km et une ceinture de montagnes, d'une altitude de 2 km, entoure son bord (Photo NASA).

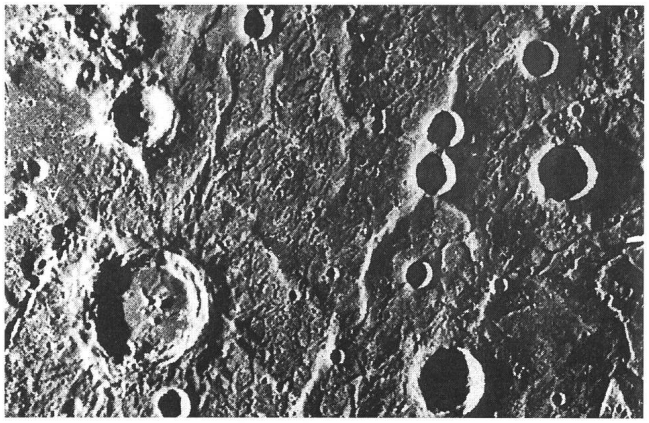

Figure 7. Une vue de détail du fond du bassin Caloris qui montre une structure complexe de cratères, failles et chaînes de montagnes (Photo NASA).

Bibliographie:

Fligth to Mercury, B. Murray, E. Burgess, Columbia University Press, 1977.
La naissance de Mercure, W. Benz, La Recherche 228, Janvier 1991, Volume 22
Le grand Atlas de l'Astronomie, Encycopaedia Universalis
Mercury: The Elusive Planet, R. G. Strom, Smithsonian Institution Press, 1987.
Mercury, F. Vilas et al. editors, The University of Arizona Press, 1988.
The Cambrige Photographic Atlas of the Planets, G. A. Briggs, F. W. Taylor, Cambrige University Press, 1982.
The Origin of the Planets, I. P. Williams, Monographs on Astronomical Subjects: 1, Adams Hilger Ltd. Bristol, 1975.
The Planets, Reading from Scientific American 1983.