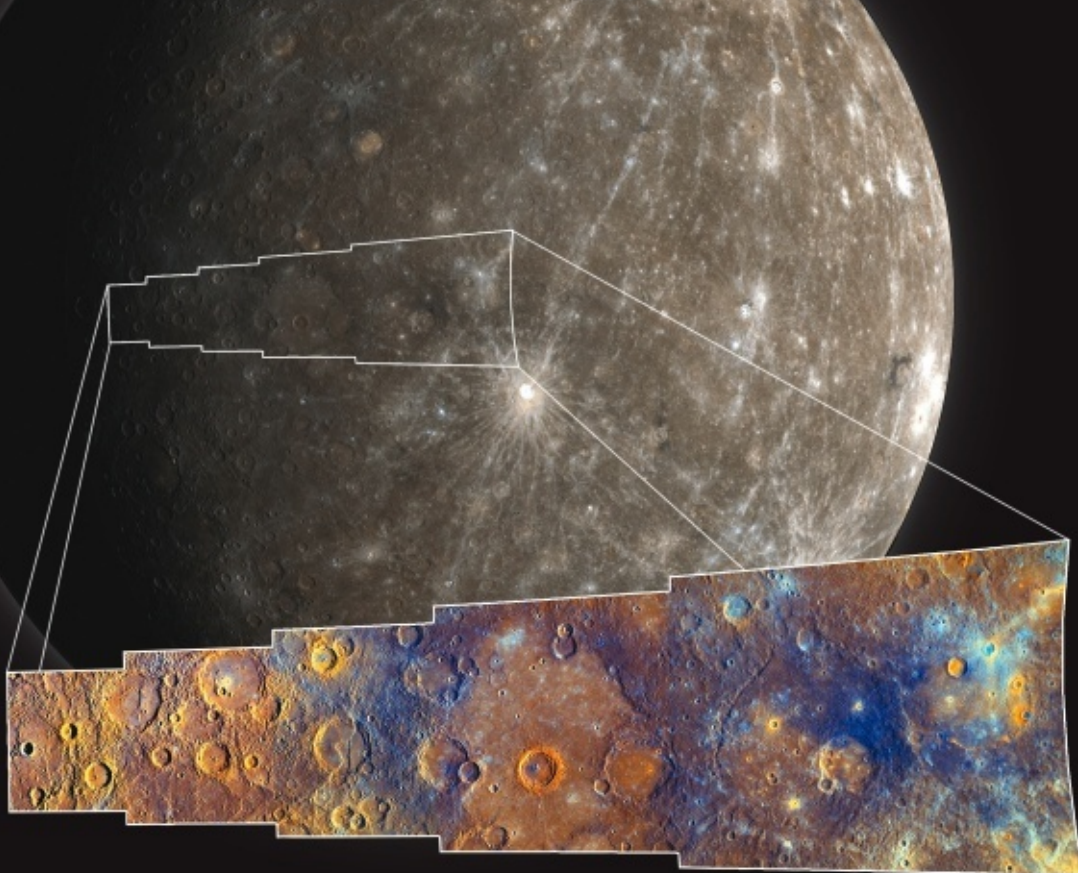




UNE GÉOLOGIE PLUS ACTIVE QU'IL N'Y PARAÎT

Avant *Mariner 10*, certains scientifiques s'attendaient à ce que Mercure soit aussi inerte que notre Lune d'un point de vue géologique. Une planète cesse d'être active lorsque sa source de chaleur interne se tarit. Le délai dépend de la taille : plus l'objet est petit, plus sa surface est importante par rapport à son volume, et donc plus il refroidit vite. Mercure n'étant que 1,5 fois plus grande que la Lune, son destin géologique aurait dû être semblable.

Mariner 10 a remis cette idée en question lorsqu'elle a révélé des images de vastes plaines lisses qui semblaient d'origine volcanique (le volcanisme est un marqueur de l'activité interne de la planète). Cependant, à la différence de la Lune, les plaines de Mercure ne sont pas plus sombres que les terrains environnants, et les images n'étaient pas d'assez bonne qualité pour écarter la possibilité que ces plaines résultent d'impacts.

La sonde MESSENGER a réglé la question dès ses premiers

survol. Elle a montré que les plaines lisses, notamment celles du bassin *Caloris* ❶, sont de couleurs et donc de composition différentes de celles des bords des cratères et des éjectas (voir l'image ci-dessus ; les couleurs ont été exagérées). En outre, la densité de cratères secondaires dans ces plaines est moins élevée qu'à l'extérieur, ce qui indique qu'elles sont plus jeunes que les bassins.

Des événements volcaniques ont été repérés dans les marges internes du bassin *Caloris*, entourés de régions brillantes qui rappellent des traces d'éruptions explosives.

Toutes ces images suggèrent que les quelques kilomètres supérieurs de la croûte de Mercure sont constitués de dépôts volcaniques formant des couches distinctes.

MESSENGER a permis de tracer la première carte géologique de Mercure, où sont identifiés les terrains présentant des reliefs et des couleurs similaires (à droite). Environ 40 pour cent de la surface sont

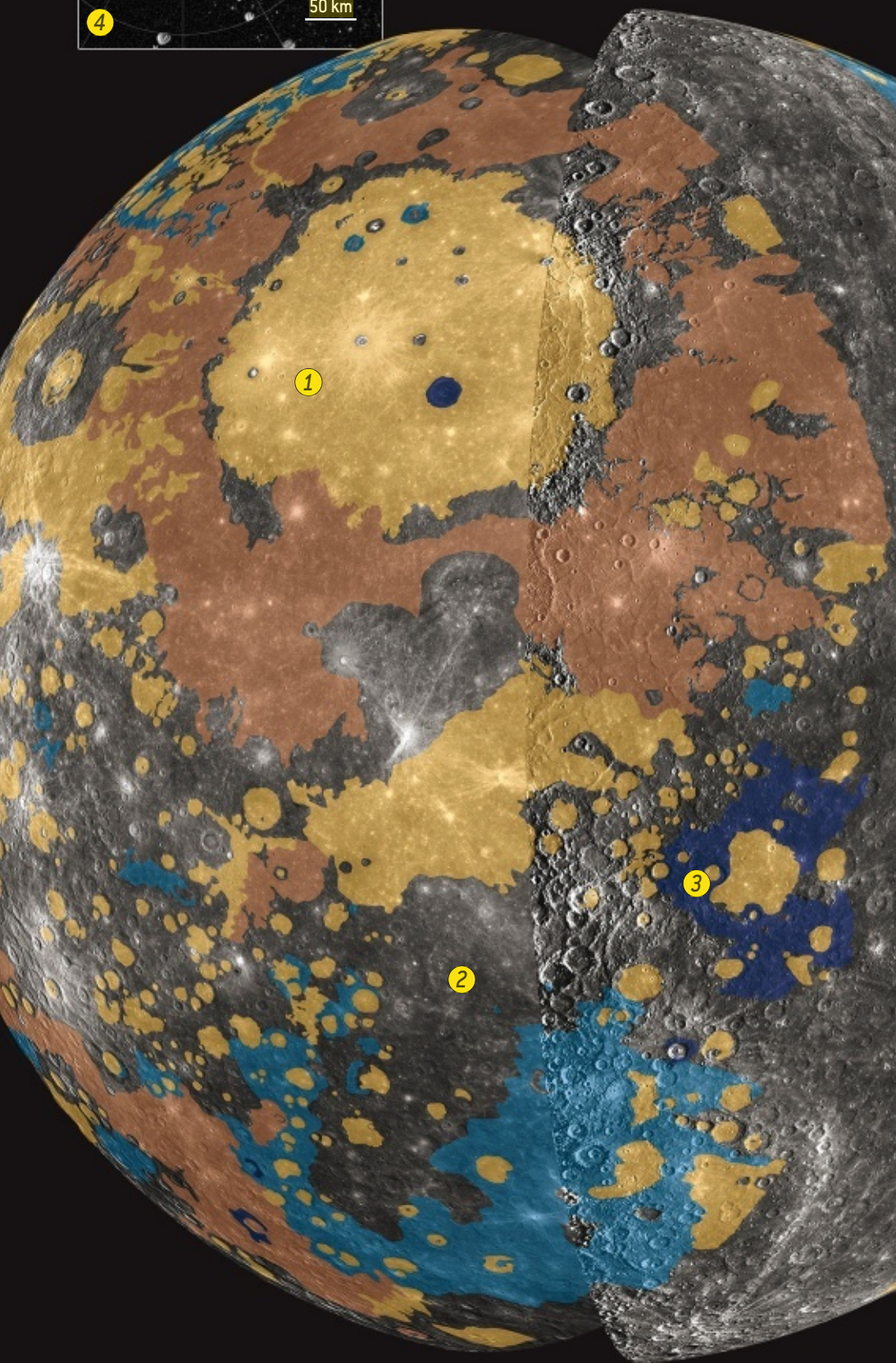
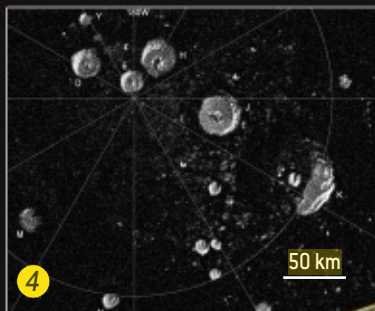
constitués de plaines lisses, dont beaucoup sont probablement volcaniques (en jaune et marron). Les zones grises sont plus cratérisées et pourraient être des plaines plus anciennes ❷. Alors que les plaines de la Lune sont concentrées sur la face visible et que celles de Mars sont concentrées dans l'hémisphère Nord et sur un grand plateau volcanique, celles de Mercure sont présentes sur l'ensemble de la planète. La plus jeune plaine, dans le cratère *Rachmaninov*, pourrait n'avoir qu'un milliard d'années, ce qui est récent comparé à celles de la Lune ou de Mars, qui datent pour l'essentiel de la période du « grand bombardement », il y a 3,8 milliards d'années.

Les scientifiques restent perplexes quant aux régions à dominante bleue qui couvrent 15 pour cent de la surface, tel le bassin *Tolstoï* ❸. Ces terrains pourraient contenir des oxydes de fer et de titane, que les impacts auraient fait remonter des grandes profon-

deurs, ou bien il pourrait s'agir des plus vieux matériaux volcaniques qui affleurent au-dessus des laves plus jeunes et plus claires.

Les images que la sonde MESSENGER obtiendra quand elle sera en orbite auront une résolution au moins trois fois supérieure à celle des images de survol, et les instruments embarqués se mettront à l'ouvrage. Les spectromètres à rayons gamma et à neutrons, par exemple, vont scruter en détail les régions polaires qui réfléchissent fortement les signaux radar, découvertes en 1991 par des observations depuis la Terre : elles abritent peut-être de la glace d'eau ❹. La glace est sans doute l'une des dernières choses que l'on s'attendrait à trouver sur une planète surchauffée, mais les régions dans l'ombre éternelle près des pôles pourraient être suffisamment froides pour conserver les moindres volutes de vapeur d'eau libérées par les impacts de comètes ou de météorites.

NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington, John Harmon, Areche Observatory



LES AUTEURS

Scott MURCHIE, Ronald VERVACK et Brian ANDERSON sont géophysiciens au Laboratoire de physique appliquée de l'Université Johns Hopkins, aux États-Unis.

✓ BIBLIOGRAPHIE

R. Vervack et *al.*, Mercury's complex exosphere : results from MESSENGER's third flyby, *Science*, vol. 329, pp. 672-675, 2010.

B. Anderson et *al.*, The magnetic field of Mercury, *Space Science Reviews*, vol. 152, n° 1-4, pp. 307-339, 2010.

B. Denevi et *al.*, The evolution of Mercury's Crust : a global perspective from MESSENGER, *Science*, vol. 324, pp. 613-618, 2009.

Le site officiel de la mission MESSENGER : <http://messenger.jhuapl.edu/>

La mission européenne vers Mercure *Beppi Colombo* sur le site du CNES : <http://smc.cnes.fr/BEPICOLMBO/Fr/>

En analysant la trajectoire de la sonde *Mariner 10*, les scientifiques ont pu mesurer le champ gravitationnel de Mercure et donc sa densité. Sa densité décompressée (l'effet de la pression interne due à la gravité est corrigé, de façon à pouvoir comparer les propriétés intrinsèques des matériaux) est étonnamment élevée : environ 5,3, contre 4,4 pour la Terre et 3,3 pour la Lune. Sous la croûte rocheuse de Mercure doit donc se trouver un noyau dense dominé par le fer. La Terre possède aussi un noyau de fer, mais rapporté à la taille de la planète, celui de Mercure est deux fois plus gros. Peut-être la planète Mercure a-t-elle autrefois possédé un manteau rocheux plus épais, arraché depuis par des impacts massifs. Une autre possibilité est que le matériau à partir duquel Mercure s'est formée était plus riche en fer (à proximité du Soleil, les éléments non métalliques étaient sublimés).

Cet imposant noyau de fer est sans doute l'explication d'une des découvertes les plus marquantes de *Mariner 10* : l'existence d'un champ magnétique global. Ce champ est dipolaire, comme celui de la Terre. Bien qu'il soit, à la surface de Mercure, 100 fois plus faible que sur Terre, sa seule existence est remarquable. Aucun autre corps rocheux du Système solaire, excepté la Terre et le satellite de Jupiter Ganymède, n'a de champ magnétique.

Le champ magnétique terrestre est engendré par une « dynamo planétaire », à savoir les mouve-

ments du fer fondu dans le noyau externe. Bien que l'hypothèse d'un champ magnétique fossile imprimé dans la croûte lors de son refroidissement ne puisse être totalement écartée, le champ magnétique de Mercure résulte sans doute aussi d'un effet dynamo. De très petites variations de la période de rotation propre de la planète au cours de son orbite, qui suggèrent que le noyau externe n'est pas complètement solidifié (malgré la petite taille de Mercure), renforcent par ailleurs cette hypothèse. D'une façon ou d'une autre, Mercure a échappé au sort de Mars, qui possédait un champ magnétique au début de son histoire et l'a perdu. Comprendre pourquoi est l'un des objectifs majeurs de la mission MESSENGER.

Par ailleurs, comme le champ magnétique de la Terre, celui de Mercure entraîne une dynamique complexe autour de la planète : 1 000 à 2 000 kilomètres en amont du côté jour de la planète, le champ magnétique défléchit le vent solaire, un flux de particules chargées issues du Soleil. Cela crée autour de Mercure une région où le champ magnétique de la planète domine le champ magnétique interplanétaire engendré par le vent solaire, la magnétosphère. *Mariner 10* a détecté des bouffées de particules énergétiques semblables à celles qui sont associées aux aurores boréales sur Terre.

MESSENGER a mis en évidence que la magnétosphère de Mercure ne cesse de changer. Lors du premier survol, le champ interplanétaire pointait vers le Nord

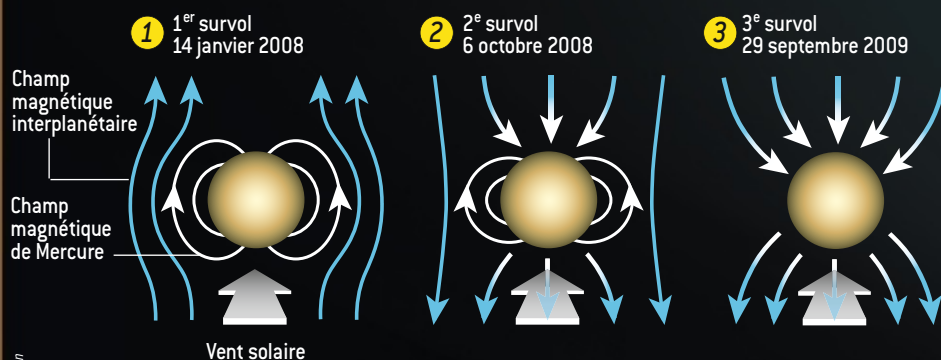
(par rapport au plan du Système solaire), et était aligné avec le champ magnétique de la planète à l'équateur ❶. La magnétosphère était paisible.

À la deuxième visite de la sonde, le champ interplanétaire pointait vers le Sud, dans la direction opposée au champ magnétique de Mercure à l'équateur. Or des lignes de champs magnétiques parallèles, mais de directions opposées, peuvent se reconnecter ❷, phénomènes qui libèrent de grandes quantités d'énergie et injectent des particules chargées du vent solaire dans la magnétosphère. Lors du deuxième survol, la sonde MESSENGER a ainsi mesuré un taux de reconnexion magnétique dix fois supérieur à ce qu'on observe à proximité de la Terre.

Au troisième passage, les lignes de champ magnétique de Mercure étaient très déformées et instables : par moments, elles étaient liées au vent solaire, puis, une à trois minutes plus tard, les liens normaux entre les hémisphères Nord et Sud étaient rétablis ❸. Durant ces épisodes de reconnexion, la magnétosphère de Mercure peut disparaître complètement du côté jour, et les cuspidés (ou trous) au Nord et au Sud fusionnent.

Avec une dynamique magnétique aussi puissante, une boussole ne serait pas d'un grand secours pour s'orienter sur Mercure, car elle changerait constamment de direction à l'échelle de quelques minutes.

Quelles autres surprises la magnétosphère de Mercure nous réserve-t-elle ?



Jan Christiansen

Don Foley

Lobe Nord

Feuillet de plas

Lobe Sud