

bardée par d'énormes météorites qui ont brisé sa fragile enveloppe externe, libérant des torrents de lave. D'autres collisions moins violentes et plus récentes ont aussi libéré des coulées de lave. Ces chocs ont peut-être libéré suffisamment d'énergie pour faire fondre la surface ou pour atteindre les couches profondes liquides, provoquant un épanchement en surface des fluides sous-jacents. La surface de Mercure témoigne d'événements postérieurs à la solidification de la couche externe de la planète.

Les géologues planétaires ont tenté de décrire l'histoire de Mercure d'après ces indices, mais sans connaître précisément la composition des roches de la surface. La seule méthode qui per-

mettrait de connaître l'âge absolu de la planète serait la datation d'échantillons rapportés sur Terre... mais on n'en a aucun. Aussi doit-on estimer des âges relatifs, fondés sur le principe des superpositions : les accidents de terrain les plus récents recouvrent les plus anciens. Ce principe sert notamment à la datation relative des cratères.

À la surface de Mercure, plusieurs grands cratères sont entourés d'anneaux concentriques de collines et de vallées. Ces bassins représentent vraisemblablement des impacts de météorites qui ont engendré des ondes de choc (comme une pierre jetée dans une mare), lesquelles se sont solidifiées sur place. Caloris, avec ses 1 300 kilomètres de diamètre, est le plus grand de ces

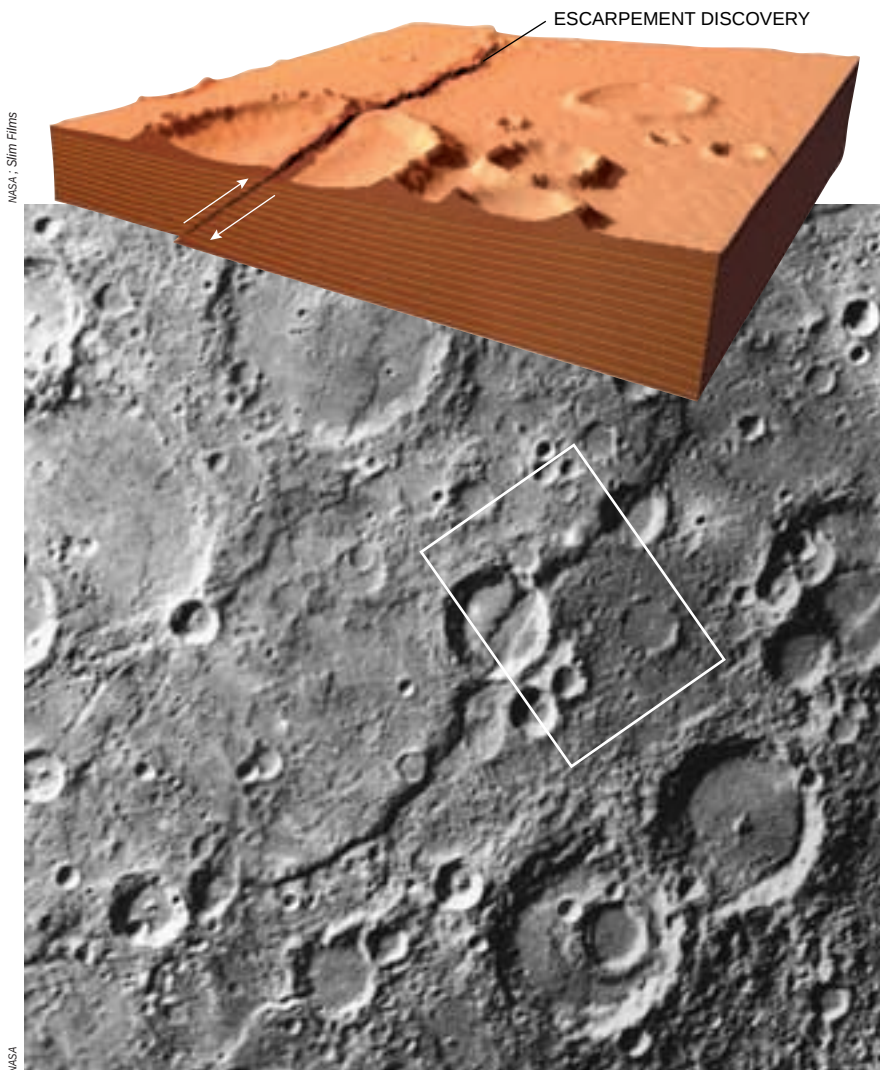
bassins. L'impact qui l'a créé a formé un bassin que les laves ont rempli, créant une surface plane où d'autres cratères plus petits se sont ultérieurement formés. Caloris s'est vraisemblablement formé il y a 3,6 milliards d'années. La collision a été si violente que la surface de Mercure, aux antipodes de Caloris, a été bouleversée : elle est sillonnée de failles.

La surface de Mercure est aussi traversée de reliefs linéaires, surtout orientés Nord/Sud, Nord-Est/Sud-Ouest et Nord-Ouest/Sud-Est. Comment ces reliefs connus sous le nom de grille tectonique de Mercure sont-ils apparus ? Certains astronomes ont supposé que la croûte s'est solidifiée quand la planète tournait beaucoup plus vite sur elle-même (une journée équivalait peut-être à 20 heures). En raison de la vitesse de la rotation, la planète avait initialement un renflement à l'équateur, mais elle aurait pris une forme plus sphérique en ralentissant. Les reliefs linéaires seraient apparus au moment de ce changement de forme (avant le cratère Caloris, car ils ont été effacés par la météorite) : ils seraient dus à cette déformation et aussi à la contraction résultant de la solidification de la planète quand elle a ralenti. Le rétrécissement de la surface de la planète, d'environ un million de kilomètres carrés, aurait formé les failles et les escarpements incurvés qui s'entrecroisent sur la surface de Mercure.

Une atmosphère ténue

Sur la Terre, l'érosion a lissé les reliefs, tandis que les cratères sont restés presque intacts à la surface de Mercure, de Mars et de la Lune. Sur ces trois corps, les proportions des divers cratères en fonction de leur taille sont analogues, mais les cratères de Mercure sont un peu plus gros : les objets qui ont heurté cette planète étaient sans doute plus rapides, en raison de leur orbite elliptique proche du Soleil. Ainsi, ces météorites provenaient sans doute toutes de la ceinture d'astéroïdes. Au contraire, la répartition des cratères des satellites de Jupiter en fonction de leur taille est différente : ces satellites ont été heurtés par des objets qui ne provenaient pas de la ceinture d'astéroïdes.

Le champ magnétique de Mercure est suffisamment intense pour piéger des particules chargées, tels les protons éjectés du Soleil et qui forment le vent solaire. Le champ magnétique



4. L'ESCARPEMENT DISCOVERY (vu en coupe sur le schéma et de dessus sur la photographie) s'étend sur 500 kilomètres ; par endroits, son altitude atteint 2 000 mètres. C'est l'une des nombreuses failles de compression qui sillonnent la surface de Mercure. Ces failles ont vraisemblablement été créées quand certaines parties du noyau de Mercure se sont solidifiées : la surface de la planète diminuant à mesure que la croûte se solidifiait, cette dernière a été comprimée. Par endroits, la croûte comprimée s'est rompue, et un fragment a glissé au-dessus du fragment adjacent, faisant apparaître une faille de compression.

forme un écran, comme la magnétosphère qui entoure la Terre, mais plus petit. Les magnétosphères évoluent sans cesse au gré de l'activité du Soleil : en raison de sa petite taille, le bouclier magnétique de Mercure peut changer beaucoup plus vite que celui de la Terre ; il réagit rapidement aux modifications du vent solaire, dix fois plus dense près de Mercure que près de la Terre.

Un violent vent solaire bombarde sans cesse la face éclairée de Mercure. Le champ magnétique est tout juste suffisant pour éviter que le vent n'atteigne la surface de la planète, sauf quand le Soleil est particulièrement actif ou quand Mercure est au périhélie. Alors, le vent solaire balaie la surface, et ses protons arrachent des atomes à la croûte, qui sont piégés par la magnétosphère.

Toutefois, des objets aussi chauds et aussi petits que Mercure n'ont presque pas d'atmosphère, car les molécules de gaz ont des vitesses supérieures à celle qui leur permet d'échapper à l'attraction de la planète. Sur Mercure, tout matériau volatil finit par se perdre dans l'espace, au point qu'on a même longtemps pensé que Mercure était totalement dépourvue d'atmosphère. C'était une erreur : les spectromètres ultraviolets de *Mariner 10* ont détecté de petites quantités d'hydrogène, d'hélium et d'oxygène, tandis que d'autres observations, faites de la Terre, ont révélé des traces de sodium et de potassium.

L'origine de ces constituants et leur destinée restent sujets à controverse. Contrairement à l'atmosphère terrestre, celle de Mercure s'évapore et se reconstitue sans cesse. Elle semble surtout résulter de l'action, directe ou indirecte, du vent solaire, bien que quelques constituants proviennent peut-être de la magnétosphère ou de comètes. Quand un atome est éjecté de la surface par le vent solaire, il s'ajoute à la mince atmosphère. La planète elle-même libère peut-être encore ses dernières substances volatiles primordiales emprisonnées dans la croûte.

Récemment, une équipe d'astronomes de Pasadena a observé la polarisation circulaire d'un faisceau radar réfléchi près des pôles de Mercure : les résultats ont révélé la présence de glace. Comment des calottes glaciaires ou toute autre forme d'eau peuvent-elles exister sur une planète aussi chaude que Mercure ? Peut-être la

glace – vestige de l'eau primordiale qui s'est condensée au moment de la formation de la planète – est-elle toujours dans des zones d'ombre situées près des pôles ?

Si tel est le cas, on doit conclure que l'orientation de Mercure n'a pas changé depuis la formation du Système solaire, n'exposant jamais un de ses pôles au Soleil, malgré des événements aussi dévastateurs que la formation du cratère Caloris. Une telle stabilité serait étonnante. Une autre possibilité serait que des comètes, tombant sans cesse sur Mercure, y apportent de l'eau. La glace aux pôles resterait dans l'ombre, s'évaporant lentement, et elle serait à l'origine de l'hydrogène et de l'oxygène présents dans l'atmosphère de Mercure. Enfin, d'autres astronomes pensent que les régions polaires à l'ombre contiendraient d'autres substances volatiles, tel le soufre, qui réémettraient les faisceaux radar comme de la glace, mais auraient un point de fusion bien supérieur à 0 °C.

Les obstacles à l'exploration

Pourquoi Mercure a-t-elle été oubliée depuis près de 25 ans d'exploration du Système solaire ? Peut-être parce que Mercure ressemble à la Lune, mais peut-être aussi parce que la NASA a nommé dans ses conseils de direction des personnes qui ont déjà participé à des missions : les experts de certains corps célestes tendent à privilégier l'exploration de ceux-ci. Mercure, peu explorée, a peu d'avocats.

Le coût des études est également une raison importante. Les dirigeants de la NASA demandent aux scientifiques de proposer des missions toujours plus rapides, plus spectaculaires et moins chères. Les objectifs doivent être précis et limités, et l'enjeu scientifique doit justifier le coût. Dans un contexte de limitations budgétaires, les seules missions lointaines sont celles du programme *Discovery*. Les scientifiques doivent s'associer avec des industriels avant de proposer des missions ; certaines sont ensuite sélectionnées et subventionnées par la NASA (jusqu'à présent, quatre de ces missions ont été décidées). D'après les objectifs du programme *Discovery*, une mission ne doit pas coûter plus de 1,3 milliard de francs. À titre de comparaison, la mission *Galileo* vers Jupi-