

EXCLUSIF

Météorites: le plus grand champ de cratères du monde



Le carré rouge sur cette image Spot indique l'étendue du champ de cratères d'impact dans le sud-ouest du désert égyptien.

L'image Spot à droite montre un cratère d'impact de 950 mètres de diamètre.

DE MARS À TITAN

Deux systèmes radar sont actuellement au cœur de l'actualité des missions exploratoires du système solaire. Le radar Marsis a été embarqué sur la sonde européenne Mars Express actuellement en orbite autour de la planète rouge. Une fois déployé, il sondera les premières centaines de mètres du sous-sol martien, à la recherche de réservoirs d'eau. Un autre radar se trouve à bord de l'orbiteur Cassini-Huygens qui, depuis le 1^{er} juillet dernier, tourne autour de Saturne. Il commencera à sonder la surface du satellite Titan, entièrement recouverte de nuages, début 2005.

F.I.

Du jamais vu! Plus de 5000 km², une centaine d'impacts, le plus vaste champ de cratères de météorites se trouve dans le désert égyptien¹. Explication d'une découverte retentissante.

En recherche aussi, le hasard fait bien les choses, même s'il faut parfois le provoquer un peu. Un jeune chercheur vient de confirmer l'adage. C'est en participant à la mise au point des radars pour l'exploration planétaire qu'il vient de révéler, dans le désert égyptien, le plus grand champ de cratères d'impacts de météorites connu à ce jour dans le monde. Philippe Paillou, planétologue² de l'Observatoire de Bordeaux, raconte son aventure dans le désert.

Habituellement, le travail du jeune chercheur consiste à tester la technologie radar pour l'exploration de planètes comme Mars ou Vénus. On sait depuis quelques années que les satellites radar peuvent produire des images qui font apparaître des structures géologiques cachées sous quelques mètres de sable ou sous une couverture nuageuse. Les instruments qui « travaillent dans le visible » eux, ne sont pas capables de le faire. « La technologie "radar" fonctionne très bien dans les zones très arides de type désert, explique Philippe Paillou. Comme il y a beaucoup de poussière sur la surface de Mars, les agences spatiales du monde entier envisagent de plus en plus d'y envoyer ce genre d'instruments » (encadré p.6). Plusieurs projets de radars planétaires sont d'ailleurs en cours de développement actuellement. Et c'est justement sur la mise au point de ces radars qu'intervient Philippe Paillou, expert dans la modélisation des caractéristiques électromagnétiques des surfaces terrestres. Pour cela, il part dans les déserts essayer différents prototypes :

à chaque signal que renvoie le radar, il spécifie les couches de terrain qu'il rencontre. C'est pour identifier les futurs sites de tests que le chercheur utilise des images radars du Sahara acquises par le satellite JERS-1 entre 1996 et 1999 et fournies par l'agence spatiale japonaise³ (JAXA). Un jour, en analysant les différents types de surfaces sur ces images, il remarque des structures géologiques circulaires partiellement cachées sous le sable. Une idée lui vient : pourquoi ne pas utiliser ces données pour rechercher des traces de cratères météoritiques, appelés également astroblièmes ? Et c'est ce qu'il fait. « À ce jour, cent soixante astroblièmes ont été découverts dans le monde, principalement aux États-Unis et en Europe du Nord. Or, statistiquement, il devrait

exister une proportion similaire d'impacts sur toute la Terre. C'est pourquoi j'ai choisi des zones désertiques peu explorées et qui pourraient bien abriter des cratères. Ensuite, j'ai organisé une mission, monté une équipe et je suis parti sur le terrain pour en retrouver les preuves tangibles. » (voir encadré p. 7)

Avril 2003 : première mission en Libye. Philippe Paillou détecte puis confirme sur le terrain deux nouveaux astroblièmes datés à 140 millions d'années, ce qui porte à six le nombre d'astroblièmes situés dans le Sahara oriental. Quelques mois plus tard, le chercheur repère sur les images du satellite JERS-1 plusieurs sites qui pourraient être des mines d'astroblièmes. Sans hésitations, Philippe Paillou, revêt à nouveau son chapeau de cow-boy et se lance dans l'aventure. Il trace alors un



© CNRS/SPOT/IMAGE © CRAS/Élévier/Ph. Paillou



Vue intérieure du cratère GKCF13 d'un diamètre de 950 mètres. Les bords, d'une hauteur d'environ 80 mètres, sont constitués de brèches d'impact.

ambitieux parcours passant par le plateau du Gilf Kebir, dans le sud-ouest du désert égyptien.

En février 2004, Philippe Paillou et ses complices⁴ s'enfoncent dans un désert aride et méconnu pour une mission d'exploration de deux semaines en totale autonomie. Leur but : vérifier in situ la présence pressentie de cratères de météorites. L'équipe va de surprises en découvertes : arbres fossilisés, jarres abandonnées par les bédouins, inscriptions rupestres, anciens lacs asséchés, carcasses de véhicules datant de la Seconde Guerre mondiale... Pour retrouver les sites identifiés, l'équipe ne dispose d'aucune carte topographique. Comment fait-elle ? Astucieux, Philippe Paillou a emmené avec lui son ordinateur portable dans lequel sont stockées les images satellitaires de la

région. Et comme un GPS lui donne à tout un instant la position de la mission, il peut se repérer sur les images. Ils parviennent ainsi au premier site et là, déception : il ne s'agit que d'un cratère volcanique. Le second site ne les réjouit pas plus : ils découvrent des collines de grès ferrugineux disposées de façon circulaire, mais aucune trace du cratère espéré. Sur le troisième site, l'équipe trouve enfin ses premières brèches d'impact (encadré ci-contre), une sorte de pudding de roches rassemblées au bord d'un cratère. Elle débusque également des cônes de percussion (encadré ci-contre) sur le site, signe d'un impact. Mais rapidement, Philippe Paillou s'aperçoit qu'il se trouve face à une découverte beaucoup plus importante que prévue : ce sont des dizaines de cratères que son équipe repère sur une zone de plus de 5000 km². Leur diamètre varie entre 0,5 et 2 kilomètres. Du jamais vu ! Sur place, ils parviennent à identifier treize de ces astroblièmes sur la centaine estimée. Les premiers échantillons, analysés en laboratoire, confirmeront qu'il s'agit bien d'impacts météoritiques.

« Jusqu'à alors, on ne connaissait qu'une dizaine de champs d'impacts météoritiques dans le monde, dont le plus grand est en Argentine et ne couvre que 60 km², explique le chercheur. Dans tous ces cas, il s'agit des conséquences d'un astéroïde unique qui se fragmente en pénétrant dans



© Ph. Paillou

ASTROBLÈMES: COMMENT LES IDENTIFIER ?

« La plupart des astroblièmes ont aujourd'hui visuellement disparus, victimes de l'érosion ou du volcanisme, quand il ne sont pas recouverts de végétation, affirme Philippe Paillou. Néanmoins, les impacts des météorites laissent inévitablement dans le sol des indices très spécifiques qui permettent de prouver leur existence ». Le premier est bien sûr la forme circulaire de la structure géologique ; le deuxième, la présence de cônes de percussion, structures rocheuses spécifiques créées par les ondes de choc qui se propagent dans la roche

(voir photo du haut) ; le troisième : des brèches d'impact, roches spéciales contenant du verre et de petits fragments rocheux pulvérisés par l'impact. Le dernier indice ne peut être observé qu'au retour en laboratoire et au microscope ; il s'agit de grains de quartz choqués, structures que l'on retrouve dans des fragments de roche prélevés sur la zone de l'impact (voir photo du bas). « Quand tous ces indices sont réunis, on a la preuve que l'on est bien en présence d'un cratère d'impact », conclut le chercheur.

F.I.

l'atmosphère terrestre : les fragments s'écartent et vont percuter le sol sur une étendue de quelques dizaines de kilomètres carrés au maximum ». Mais pour couvrir 5000 m², Philippe Paillou suppose que plusieurs météorites⁵ – et non une seule – se seraient fragmentées à leur entrée dans l'atmosphère. Ce qui constituerait une première.

Comment s'est déroulée la suite de la mission ? « Nous nous sommes arrêtés au troisième site, raconte Philippe Paillou. Deux de nos trois voitures nous ont lâchés coup sur coup et nous avons donc été obligés de stopper là ». Ce qui ne l'empêchera pas de revenir en décembre prochain. Une nouvelle mission lui permettra en effet de dater le site et cartographier plus précisément ce champ d'impacts. Il espère même retrouver dans les petits cratères des fragments des météorites elles-mêmes⁶, ce qui pourrait confirmer son hypothèse : une « pluie de météorites » se serait abattue dans le désert égyptien il y a moins de cinquante millions d'années⁷.

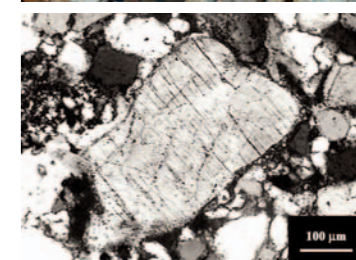
Fabrice Impériali

1. Article en cours de parution dans les comptes rendus *Géoscience* de l'Académie des Sciences.
2. Il est professeur à l'Université Bordeaux 1 et directeur adjoint du Laboratoire d'Astrodynamique, d'astrophysique et d'aéronomie de Bordeaux (CNRS / Université Bordeaux 1).
3. Son objectif était de rassembler des données sur la Terre grâce à un radar à synthèse d'ouverture qui peut observer la surface terrestre sous la couverture nuageuse.
4. Jean-Marie Malézieux de l'Université de Bordeaux 3, Bruno Reynard de l'ENS Lyon, Jean Dejax du MNHN et trois collègues égyptiens. Cette mission est réalisée dans le cadre d'un projet de coopération franco-égyptien entre l'Insu/CNRS et l'Université du Caire.
5. Elles proviennent de la ceinture d'astéroïdes sise entre Jupiter et Mars.
6. Dans les petits cratères où le choc a été moins violent, on peut retrouver des morceaux de météorites qui n'ont pas été vaporisés.
7. Estimation de Philippe Paillou. Les impacts ne sont pas encore datés.

Un chercheur égyptien de l'équipe devant un amas de brèches d'impact.



En haut : preuve de l'impact avec une météorite, ce cône de percussion (forme spécifique en V) provoqué par le passage de l'onde de choc dans les roches.



En bas : ce grain de quartz choqué présente des plans de fractures parallèles provoqués par les hautes pressions de l'impact.

CONTACT

Philippe Paillou
L3AB, Floirac
paillou@obs.u-bordeaux1.fr