

Planétologie

Le long périple d'une météorite martienne

La météorite tombée en juillet 2011 près de Tissint, dans le désert sud-marocain, et dont environ 17 kilogrammes de fragments ont été retrouvés l'hiver dernier, est une aubaine pour les géologues. Contrairement à la plupart des météorites, elle n'a pas été altérée par un long séjour sur Terre. En outre, il s'agit d'une « shergottite picritique », une roche magmatique caractéristique... de la planète Mars ! En analysant la structure et la composition de divers fragments, un consortium international dirigé par Hasnaa Chennaoui-Aoudjehane, de l'Uni-

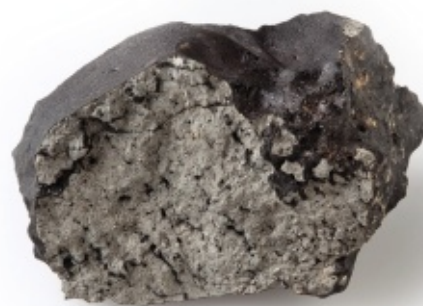
versité Hassan II à Casablanca, au Maroc, et professeur associé à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris), a retracé le scénario de formation de cette météorite.

La météorite est constituée de macrocristaux d'olivine enveloppés dans une matrice de minéraux plus fins. La roche est fracturée et certains interstices en forme de poches et de fissures sont comblés par un verre noir constellé de bulles et contenant des traces de fluor et de soufre.

Sur Mars, des fluides aqueux acides auraient usé une roche magmatique remontée à la surface du sol. Lessivés de la roche,

certains éléments tels que le fluor et le soufre se seraient déposés dans les fissures. Il y a environ 700 000 ans, des fragments de la roche auraient été éjectés de Mars lors de la chute d'un corps étranger. Sous la chaleur produite par l'impact, la roche aurait fondu préférentiellement le long des fissures, produisant des veines de verre noir contenant les éléments qui avaient été déposés par les fluides. La fonte brutale aurait aussi emprisonné, dans de petites bulles, de l'atmosphère martienne.

En juillet 2011, la météorite arrivait sur Terre... Un nouvel indice en faveur de la présence



Le plus gros fragment connu à ce jour de la météorite de Tissint a une masse de 1,1 kilogramme. Il est recouvert d'une croûte de fusion noire.

passée d'eau sur Mars, qui s'ajoute aux photographies récemment envoyées par le robot *Curiosity* d'une région qui pourrait être le lit d'un ancien cours d'eau ?

→ M.-N. C.

H. Chennaoui-Aoudjehane et al., *Scienceexpress*, 11 octobre 2012

IL Y A 2 830 À 2 846 ANS : c'est la date à laquelle l'homme a commencé à coloniser la Polynésie, d'après l'analyse de restes coralliens.

D. Burley et al., *PLoS ONE*, vol. 7(11), e48769, 2012

Imagerie médicale

Dépister le cancer du sein au scanner ?

Quelques clichés de radiographie du sein – une mammographie – constituent le principal moyen de dépistage du cancer du sein. Une technique aussi routinière mais plus efficace est-elle

à l'horizon ? On peut le penser : une équipe de chercheurs de l'Université de Californie à Los Angeles, de l'ESRF (le synchrotron européen, situé à Grenoble) et de l'Université Ludwig Maximilians, en Alle-

magne, a réalisé une tomographie (image 3D reconstruite à partir d'une série d'images 2D) mammaire avec une dose de rayonnement 25 fois inférieure à celle qu'infligerait un scanner X d'hôpital, et ce avec une résolution meilleure que 0,1 millimètre.

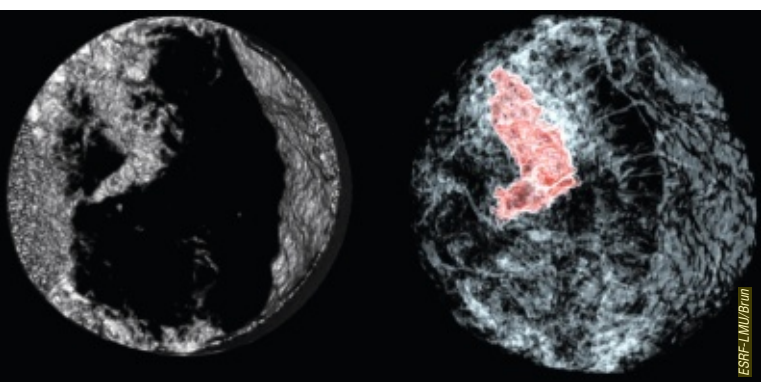
La dose de rayonnement a été réduite grâce à trois principales améliorations. D'abord, Paola Coan, Jianwei Miao, Alberto Bravin et leurs collègues ont utilisé des rayons X de plus haute énergie (60 kiloélectronvolts), moins absorbés par les tissus. Ensuite, l'imagerie habituelle, fondée sur les différences d'absorption des rayons par les tissus biologiques, a été remplacée par une technique d'imagerie par contraste de phase, où l'on exploite le déphasage que subissent les rayons X en traversant les différents tissus. Enfin, la

reconstruction 3D a été réalisée à l'aide d'un algorithme récent, nommé EST (*Equally Sloped Tomography*), qui nécessite quatre fois moins de rayonnement à qualité d'image égale.

Au total, la dose de rayonnement est inférieure à celle requise pour une mammographie ordinaire à double vue. Moins de rayonnement, une résolution supérieure, un meilleur contraste et une vue tridimensionnelle : les avantages sur la mammographie classique sont évidents. Toutefois, la technique doit encore mûrir. En particulier, l'imagerie X par contraste de phase nécessite un faisceau X de longueur d'onde très bien définie – ce que fournit le grand synchrotron ESRF, mais pas encore les sources compactes de rayons X.

→ Maurice Mashaal

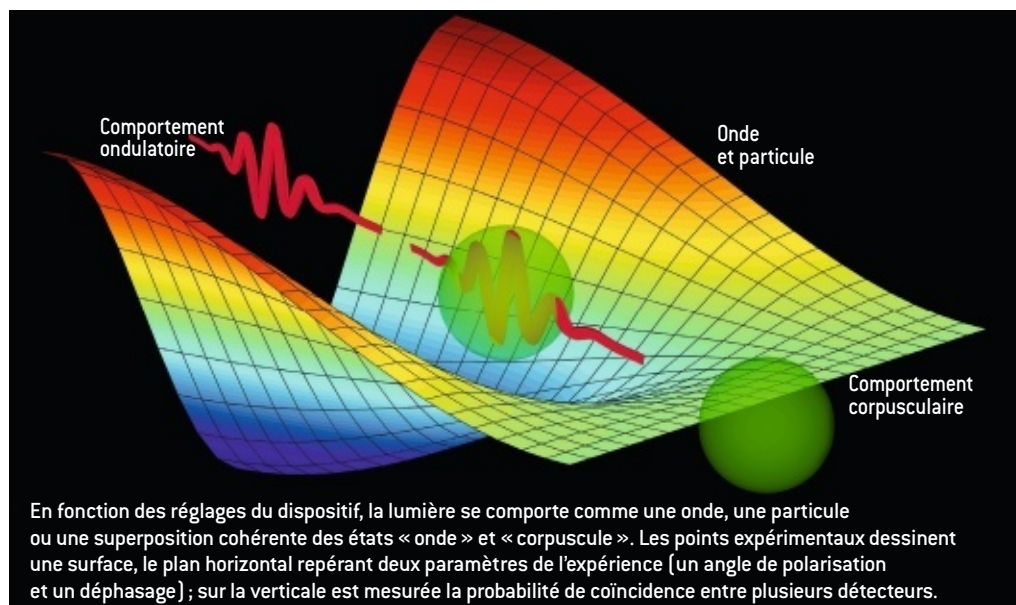
Y. Zhao et al., *PNAS*, en ligne, 22 octobre 2012



Comparaison entre l'image d'un sein au scanner X classique (à gauche) et celle du même sein obtenue par la nouvelle technique (à droite, avec la tumeur soulignée en rose). Les doses de rayonnement absorbées par l'échantillon sont respectivement de 49 et 2 milligrays.

Physique

Onde, particule ou entre les deux



En 1924, le physicien français Louis de Broglie découvrait la dualité onde-corpuscule : tout objet a des propriétés à la fois ondulatoires et corpusculaires. Puis, en 1927, le physicien danois Niels Bohr proposait le principe de complémentarité : plus un objet quantique se comporte comme une onde, moins il se comporte en corpuscule, selon l'expérience à laquelle l'objet est soumis. La lumière se comporte ainsi tantôt comme une onde, dans les expériences d'interférence par exemple, tantôt comme une particule (le photon), comme dans l'effet photo-électrique. Deux équipes, l'une en France, l'autre en Grande-Bretagne (Jeremy O'Brien, Université de Bristol), ont mis au point des dispositifs permettant d'étudier finement cette complémentarité, et montrent que la lumière peut être dans une combinaison cohérente d'un état corpusculaire et d'un état ondulatoire.

Expliquons l'expérience française, menée par Sébastien Tanzilli du Laboratoire de physique de la matière condensée à Nice (CNRS et Université Nice-Sophia Antipolis), en collaboration avec le Labora-

toire matériaux et phénomènes quantiques à Paris (CNRS et Université Paris Diderot). Elle utilise un interféromètre où la lumière doit traverser deux miroirs semi-réfléchissants avant d'atteindre deux détecteurs placés en sortie. Dans cette configuration dite fermée, la lumière a deux chemins possibles pour parvenir à chaque détecteur. Elle présente alors un comportement ondulatoire : l'onde emprunte les deux chemins à la fois, ce qui se traduit par des interférences sur les détecteurs (la probabilité de détection par chaque appareil dépend de la différence de parcours).

Si l'on retire le second miroir semi-réfléchissant, le dispositif est dans une configuration « ouverte », où il n'y a plus d'interférence : chaque photon arrive sur l'un ou l'autre des détecteurs avec une même probabilité de 50 pour cent, ce qui correspond à un comportement corpusculaire.

L'expérience de l'équipe de S. Tanzilli a consisté à superposer les deux situations, ouverte et fermée. Pour ce faire, les physiciens ont conçu un miroir semi-réfléchissant quantique, qui est pré-

sent si le photon incident a une polarisation verticale, et absent si cette polarisation est horizontale.

Ainsi, une polarisation mixte créerait une superposition quantique des états ouvert et fermé de l'interféromètre, donc une superposition des états corpusculaire et ondulatoire. Pour contrôler la superposition, les physiciens ont utilisé une paire de photons intriqués, système où les propriétés des deux photons restent intimement corrélées l'une à l'autre quelle que soit leur distance. Un photon-test est envoyé dans l'interféromètre tandis que son jumeau est envoyé dans un autre appareil qui en contrôle la polarisation.

En faisant varier la polarisation du photon jumeau, donc celle du photon-test, les physiciens ont fait varier la superposition des états corpusculaire et ondulatoire : ils passent ainsi continuellement d'un comportement purement corpusculaire de la lumière à un comportement purement ondulatoire (la situation étant caractérisée par les corrélations entre plusieurs détecteurs).

→ Sean Bailly

Science, vol. 338, pp. 634-640, 2012

En bref

STRIATUM SOUS INFLUENCE

Le striatum est une aire cérébrale qui régule les mouvements. Il est influencé par diverses régions du cerveau, telles l'aire tegmentale ventrale et la *substantia nigra pars compacta*, via la dopamine, un neurotransmetteur. Des chercheurs américains ont montré que leurs neurones à dopamine relâchent aussi un autre neurotransmetteur, nommé GABA, qui inhibe les neurones du striatum. Cette cotransmission de neurotransmetteurs aidera peut-être à comprendre les troubles moteurs, telle la maladie de Parkinson.

BLEU CONTRE SOMNOLENCE

La lumière bleue, en stimulant les cellules ganglionnaires de la rétine, augmente la vigilance. Des chercheurs français et suédois ont étudié la somnolence de conducteurs soumis à cette lumière ou ayant bu du café ou du café décaféiné (placebo). Les résultats montrent que la lumière bleue permet de garder la même vigilance que le café. Le nombre de franchissements inappropriés des lignes latérales au sol, moins fréquent que dans le cas du placebo, l'indique.

LE POULS DES VOLCANS

En utilisant des images prises par satellite, Estelle Chaussard et Falk Amelung, de l'Université de Miami, ont effectué un suivi de l'ensemble de l'arc volcanique de Sunda, en Indonésie. Sur la période allant de 2006 à 2009, ces chercheurs ont constaté un gonflement du sol autour de six volcans, correspondant au remplissage en magma de réservoirs sous les volcans. Trois de ces volcans sont entrés en éruption depuis. Une méthode prometteuse pour anticiper une éruption !