

# METEORITES ET PHENOMENES ASSOCIES

Samedi 27 février 2016

Alors que le 31 mai 2016, l'Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Ephémérides (IMCCE) se prépare à lancer officiellement son programme FRIPON (Fireball Recovery and Interplanetary Observation Network, réseau de recherche de bolides et de matière interplanétaire), premier réseau connecté de surveillance du ciel jamais réalisé destiné à réaliser une grande chasse aux météorites sur tout le territoire français pendant dix ans, **Dominique Martin** en amateur averti a choisi de nous parler de sa passion qu'est la recherche de météorites.

Selon les estimations de la Nasa il tombe chaque année 100 000 tonnes de matière extra-terrestre : 90% ne sont que des grains de moins du gramme, 500 grosses météorites de plus de 200 grammes dont 20 sont retrouvées et une de plus de 4 tonnes tous les dix ans.

Au 1<sup>er</sup> janvier 2012, 39 214 météorites sont répertoriées dont 38 129 trouvailles et 1 085 chutes : 27 000 proviennent de l'Antarctique, 3 du fond de l'océan Pacifique, 2 ont été découvertes sur la Lune par les équipages des missions Apollo et une a été observée sur Mars par le Rover Opportunity. Les déserts secs, chauds ou froids, sont des lieux privilégiés de découvertes car les météorites se conservent bien et se repèrent assez facilement.

La plus ancienne météorite française est conservée au palais de la régence à Ensisheim en Alsace, où elle est tombée le 7 novembre 1492 près d'un enfant qui labourait un champ.

Arrivant à la vitesse moyenne de 20km/s, les météorites sont brusquement ralenties vers 140 kms dans la très haute atmosphère. La chaleur due au frottement amène la surface de la météorite à plusieurs milliers de degrés tandis que le cœur reste à la température du vide interplanétaire. La très forte différence de température entre la surface et le cœur de la météorite entraîne sa fragmentation surtout s'il y a eu des chocs antérieurs. Les corps parents des météorites proviennent de la ceinture des astéroïdes entre Mars et Jupiter qui pour diverses raisons ont quitté leur orbite circulaire pour une orbite elliptique qui a un moment donné a croisé celle de la Terre. Les fragments de météorites qui se trouvent dans les collections sont de taille intermédiaire car, si l'objet est trop petit, il se consume en entier lors de sa traversée de l'atmosphère, et, s'il est trop important, il se vaporise au moment de l'impact au sol.

Au-delà d'une dizaine de mètres de diamètre une météorite ne sera pratiquement pas ralentie par l'atmosphère terrestre et percutera la Terre avec des vitesses de plusieurs dizaines de mètres par seconde en creusant un cratère plus ou moins grand.

Météorite du  
Xingiang  
(Chine)



## Classification des météorites.

Les météorites se répartissent en 2 grandes familles : les météorites différenciées et les non différenciées. Chaque catégorie présente une classification très complexe.

Les météorites différenciées ont pour origine des corps parents ayant subi une différenciation comme la Terre et qui présente une structure interne en couches avec un noyau métallique, un manteau et une croûte. Ainsi les météorites métalliques ou fers ou encore appelées sidérites sont des éléments de noyau. Les très belles pallasites faites de cristaux d'olivine baignant dans un fond métallique sont interprétées comme correspondantes à la transition noyau-manteau et les achondrites qui sont des pierres sont des éléments de croûte.

Les météorites non différenciées sont appelées chondrites en raison de la présence de petites billes de un à quelques millimètres, les chondres. Dans ces chondrites la taille des chondres et la proportion entre les chondres, le métal et la matrice pierreuse est très variable. Les corps parents de ces météorites n'ont pas subi ou incomplètement subi la différenciation. L'origine des chondrites est loin d'être comprise puisque les chondres, la matrice et certains éléments n'ont pas été formés au même endroit de la nébuleuse.



Sidérite du Mont Dieu (Ardennes) : échantillon trouvé en 2010 et tranche de 1993

## **Détermination de l'âge des météorites.**

On distingue 3 âges pour les météorites :

**L'âge de formation ou âge absolu** : Presque toutes les météorites analysées jusqu'en 1989 ont donné un âge d'environ 4,5 milliards d'années.

Depuis 1991 les analyses dans le laboratoire de Claude Allègre sur les inclusions réfractaires de la météorite d'Allende ont donné un âge sensiblement égal.

**L'âge d'exposition** : On détermine le temps qui s'est écoulé entre le moment où la météorite s'est détachée du « corps-parent » et le moment où elle est tombée sur Terre par la mesure du temps d'exposition au rayonnement cosmique de la galaxie. Les météorites pierreuses donnent des temps d'exposition entre un et cent millions d'années et les météorites métalliques des expositions beaucoup plus longues, comprises entre vingt millions et deux milliards d'années.

**L'âge d'impact** : Récemment des méthodes nouvelles permettent de déterminer le temps de séjour terrestre et ces méthodes appliquées à l'étude de plusieurs carottes de sondage prélevées autour de Meteor Crater conduit à un âge pour cette illustre chute (Météorite de Canyon Diablo, Arizona, USA) de 49 700 ans à 850 ans près. (Age absolu = 4,5 milliard d'années ; âge d'exposition = 180 millions d'années)

## **Les impacts de météorites.**

Un cratère d'impact est la dépression de forme plus ou moins circulaire issue de la collision d'une météorite sur la Terre (ou une autre planète). Plus particulièrement, on désigne sous le terme d'astroblème les structures d'impacts terrestres qui sont devenues plus ou moins facilement identifiables à cause de l'œuvre des différents agents d'érosion.

Un astroblème est authentique dans la mesure où, soit on retrouve des fragments de la météorite responsable, ce qui est rare et ne concerne qu'une dizaine d'entre eux, soit que les roches concernées aient gardées le souvenir de cet événement sous forme d'un métamorphisme d'impact.

La structure la plus classique du métamorphisme d'impact est l'apparition de Shatter cones ou cônes de percussion qui sont des figures de brisure, de dimensions allant du centimètre au mètre et dont l'angle au sommet se situe entre 75° et 90°. Ces figures se forment essentiellement sur des roches à grain assez fin comme des calcaires, des quartzites, des microgranites, lorsqu'elles sont soumises à des pressions de 50 à 100 gigapascals (GPa). Lors de pressions supérieures à 60 GPa la plupart des roches sont complètement fondues et cette sorte de verre est appelé une impactite. Les chocs en cause sont comparables à ceux des explosions nucléaires.

Les météorites d'un diamètre compris entre 10 et 200 m produisent des cratères simples. Les astroblèmes de plus de 4 km de diamètre sont en général des cratères complexes. Le diamètre du cratère est d'environ 20 fois supérieur à celui de la météorite.



Le seul astroblème démontré en France est celui de Rochechouart-Chassenon à proximité de Limoges. Les nombreuses études sur ce cratère donnent les caractéristiques suivantes pour cette chute.

Diamètre de la météorite : 1,5 km. Masse de la météorite : 6 milliards de tonnes.

Point d'impact : 4 km à l'ouest de Rochechouart. Vitesse au moment de l'impact : 20 km/s. Energie libérée au moment du choc : 14 millions de bombes d'Hiroshima soit un séisme de magnitude 11. Temps de creusement du cratère : 42 secondes. Profondeur de pénétration : environ 4 km. Volume de socle vaporisé : 13 km<sup>3</sup>. Volume du socle fondu : 66 km<sup>3</sup>. Durée approximative du phénomène : 10 minutes. Surface concernée : Au moins 300 km<sup>2</sup>. Epaisseur de recouvrement de brèches : 100 m maximum. Toute vie rayée dans un rayon de 200 km suite aux phénomènes suivants : explosion, onde de choc, flash de chaleur, émission de vapeurs toxiques, nuées ardentes et séismes.



Impactite de Rochechouart  
Musée de Rochechouart



Tectites

Les tectites, autrefois appelées météorites vitreuses, sont en fait d'origine terrestre et correspondent à des fragments de matériaux terrestres fondus et projetés parfois à des centaines de kilomètres du point d'impact d'une grosse météorite ayant provoquée l'apparition d'un cratère de plus de 10 km de diamètre donc un bolide de 500 m. Pendant leur traversée de l'atmosphère, ces tectites subissent une ablation aérodynamique et elles adoptent généralement des formes régulières : disques, poires, larmes, évoquant les gouttes d'un liquide visqueux brusquement figé. Ce sont des verres siliceux pauvres en fer contenant 70 à 80% de silice et 9 à 16% d'alumine. La corrélation entre cratères et champs de tectites a été faite en étudiant leurs âges respectifs. C'est ainsi que les très belles Moldavites de couleur vert bouteille retrouvées dans les fonds sableux de la république Tchèque ont pour origine le cratère du Nordlingen-Ries de 24 km de diamètre en Allemagne.

Les impactites sont des verres terrestres formés au moment de l'impact et trouvés à proximité de cratères météoritiques. A l'inverse des tectites ils n'ont pas été projetés dans la haute atmosphère et on retrouve dans leur composition chimique des traces de la météorite incidente. Exemple : le très beau verre libyque trouvé en grand quantité dans le désert du même nom.

Le terme d'impactite désigne plus généralement toutes les roches présentant les traces d'un impact météoritique. Ce sont les brèches de retombées, les brèches de dislocations, les cataclasites et les cônes de percussion.