

LES METEORITES

Les météorites nous fascinent par leur origine extraterrestre et leur arrivée souvent spectaculaire. Mais ce sont aussi des objets d'investigation scientifique, qui recèlent de précieuses informations sur la formation du système solaire et la nature interne des planètes. Nous sommes loin d'avoir décrypté tous les messages qu'elles renferment.

I - Des visiteuses extraterrestres

La nuit tombe et les premières étoiles scintillent. Soudain une traînée lumineuse apparaît et l'« étoile filante » grossit jusqu'à sembler aussi lumineuse que le soleil en plein jour. Puis elle se fragmente en dizaines de météores plus petits qui poursuivent leur course tandis qu'un grondement retentit, semblable à un coup de tonnerre. C'est une météorite ! Ceux qui ont assisté au spectacle rêvent de dénicher un ou plusieurs fragments de cette « chute », mais la chance est rarement au rendez-vous. Souvent l'explosion s'est produite très haut dans le ciel et la pierre continue sa course sur des centaines de kilomètres. Parfois aussi les objets sont volatilisés avant d'atteindre la surface de la Terre ou bien ils tombent dans des endroits peu favorables (terrains boisés) voire inaccessibles (mers). Bien qu'on estime qu'il tombe en moyenne tous les deux ans une météorite de taille « visible » en France, on n'en connaît pas plus d'une vingtaine pour le vingtième siècle. Dans quelques cas exceptionnels, la chute peut-être photographiée ou filmée et l'objet est retrouvé. Par exemple, pour la météorite de Peekskill, tombée dans l'état de New-York en 1992 et dont une pierre est tombée... sur une voiture ! Mais les quelques 70 autres fragments que l'on peut compter sur la photo n'ont jamais été localisés.



Figure 1 - Bolide de la météorite, tombée à Peekskill, dans l'état de New York, le 9 octobre 1992. (Photo Sarah Eichmiller, Altoona Mirror).

II - Une arrivée fracassante

Lorsque la météorite est de taille suffisamment petite (pas plus de quelques mètres), elle est ralentie par sa rencontre avec l'atmosphère. La couche superficielle de la roche fond et le liquide est perdu tandis que le front de fusion pénètre vers l'intérieur de l'objet qui reste froid. Le dernier liquide formé avant que la météorite heurte le sol se solidifie brutalement à la surface de la roche et forme une mince pellicule vitreuse noire : la « **croûte de fusion** » tout à fait caractéristique des météorites. Lorsque la météorite se fragmente sous l'effet de l'intense friction avec l'atmosphère et de la différence de température entre son cœur glacé et sa

surface portée à environ 2000°C, chaque fragment est entouré d'une croûte de fusion secondaire.

Mais lorsque l'objet est plus volumineux, il n'est pratiquement pas ralenti par l'atmosphère terrestre. Il heurte alors la surface de la Terre avec sa vitesse cosmique qui est de l'ordre de la dizaine de kilomètres par seconde ! Il est précédé par une onde de choc qui détruit tout sur son passage et le volatilise ainsi que les roches de la région cible formant un « **cratère d'impact** ». La zone excavée par le cratère est plusieurs dizaines de fois plus grande que la taille de l'objet qui l'a engendré. Heureusement pour nous, si de tels impacts ont été très fréquents au moment de la formation de la Terre qu'ils ont contribué à former (c'est le phénomène d'« **accrétion** »), ils sont devenus de plus en plus rares au fur et à mesure que la Terre vieillissait et on n'en connaît pas de mémoire d'homme. D'une intensité supérieure à l'explosion de milliers de bombes atomiques, un tel phénomène provoquerait une catastrophe à l'échelle planétaire. C'est ce qui s'est passé il y a 65 millions d'années dans la péninsule de Yucatan (Mexique) où la formation d'un cratère de 200 kilomètres de rayon serait responsable de l'extinction d'un grand nombre d'espèces animales parmi lesquels on compte les dinosaures.



***Figure 2** - Vue du Barringer Crater (Arizona - également connu sous le nom de Meteor Crater) sous la neige. Ce cratère est vieux d'environ 49000 ans et son diamètre est de 1,2 km. On estime à une trentaine ou une quarantaine de mètres le diamètre de l'objet qui l'a engendré (ce qui correspondrait à environ 100 000 à 300 000 tonnes) et dont il n'est resté que quelques fragments (environ 30 tonnes, qui constituent la météorite de fer de Canyon Diablo). Photo aimablement donnée par Alain Carion.*

III - Des fragments de planètes

D'où proviennent les météorites ? Ce sont toutes des fragments de corps du système solaire. Une petite fraction d'entre elles nous parviennent de la Lune ou de la planète Mars, mais la plupart d'entre-elles proviennent des **astéroïdes**, des petits corps dont les orbites se trouvent

(pour la majorité) entre celle de Mars et celle de Jupiter. Ces objets sont les « débris » d'une planète « avortée » : les perturbations exercées par le champ de gravité de la planète géante Jupiter ont empêché l'accrétion dans cette zone en y provoquant des collisions disruptives. De nombreux astéroïdes ont disparu au début des temps géologiques, « absorbés » par Jupiter ou précipités vers le soleil ou les planètes du système solaire interne. Mais certains se sont stabilisés en orbite dans cette zone, à condition d'éviter les fines sous-zones concentriques (dites « lacunes de Kirkwood ») dans lesquelles les perturbations gravitationnelles induites par Jupiter sont les plus fortes. On découvre encore quotidiennement des astéroïdes et l'on en connaît maintenant plusieurs dizaines de milliers, mais, en raison de leur petite taille, ils ne représentent qu'une masse très faible comparée à ce qu'aurait dû être celle de la planète dont ils sont les débris.

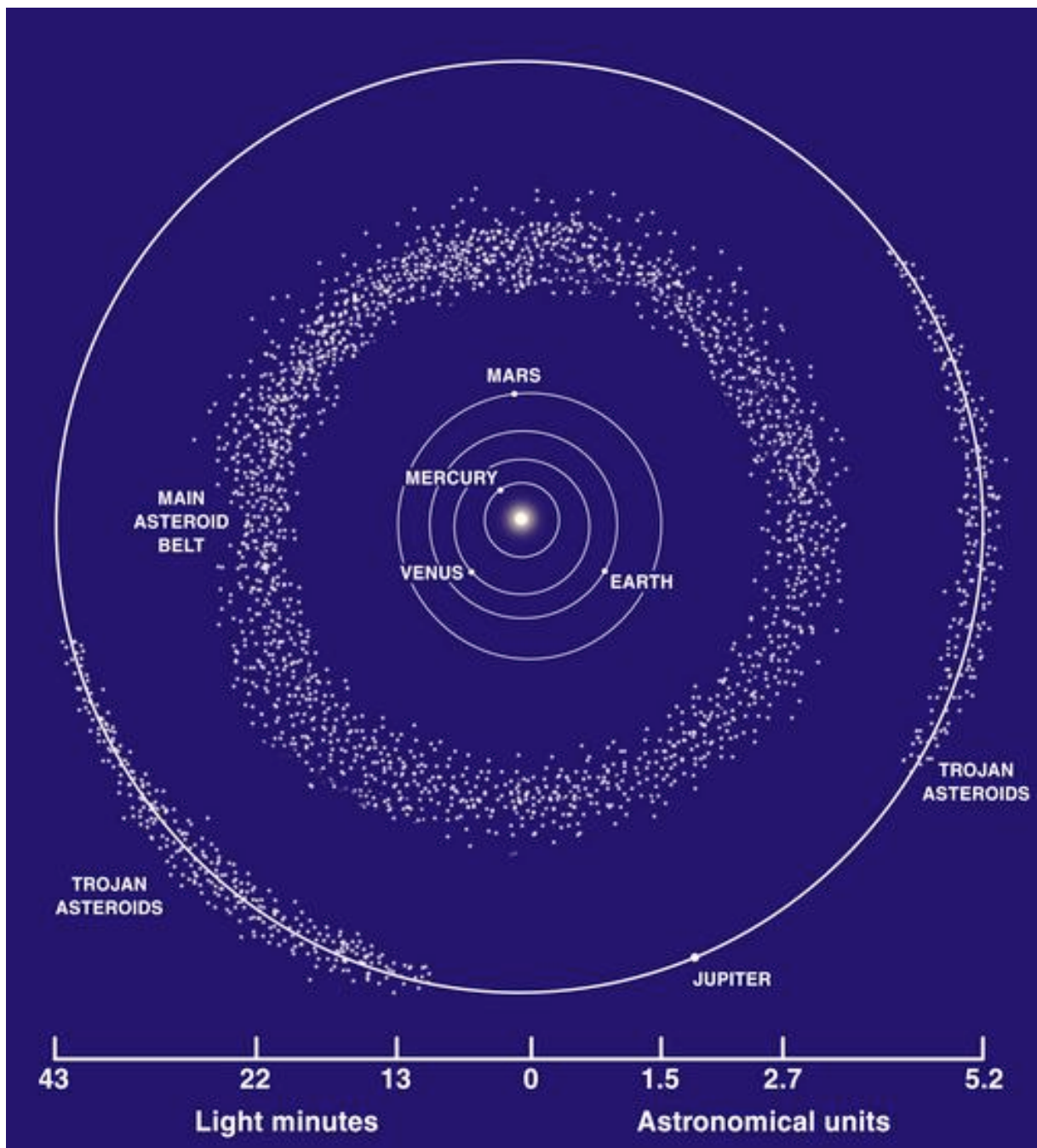


Figure 3 - Schéma montrant la ceinture principale des astéroïdes et les astéroïdes troyens qui partagent l'orbite de Jupiter. Nombre d'autres astéroïdes existent, non représentés ici

notamment ceux dont les orbites les mènent à l'intérieur de celle de Mars (dits astéroïdes Amor) et même de celle de la Terre (Astéroïdes Apollo, également appelés « géocroiseurs »). (Crédit NASA).

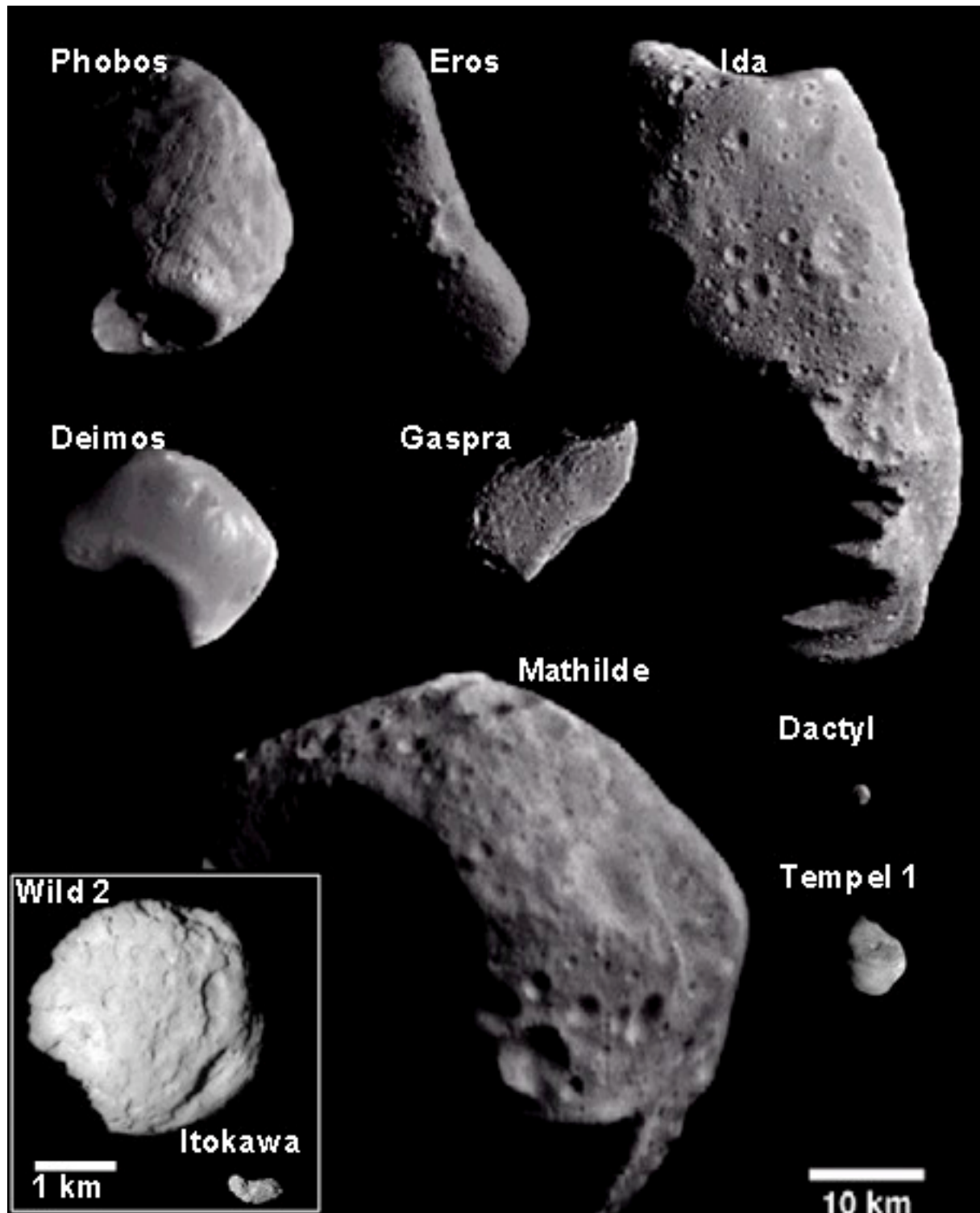


Figure 4 - Images d'astéroïdes et de deux comètes (Wild 2, Tempel 1) réalisées par des sondes spatiales. Notez les formes contournées (et non sphériques), modelées par les impacts. Phobos et Deimos ont été "capturés" par Mars dont ils sont devenus des satellites. Dactyl est satellite d'Ida. (Crédits: NASA et LPL).

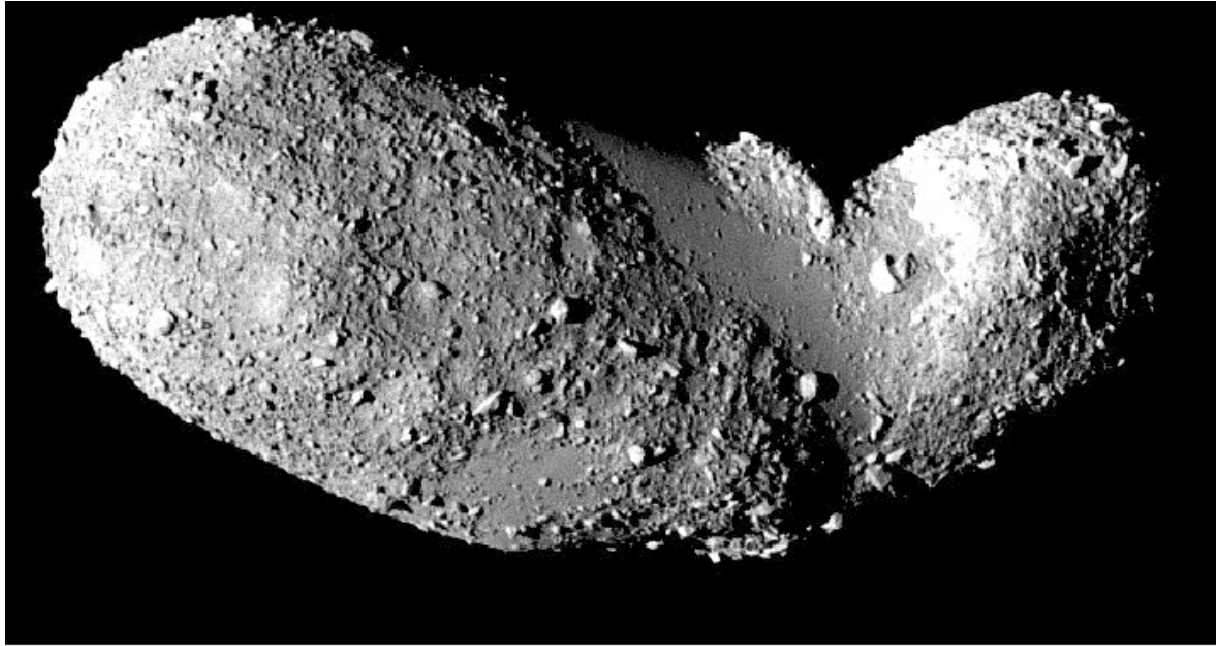


Figure 5 - Vue rapprochée de l'astéroïde Itokawa, photographié par la sonde japonaise Hayabusa. Cet astéroïde est long d'un peu moins d'un kilomètre. Notez son aspect, qui fait penser à un amoncellement de gravats plutôt qu'à une planète bien consolidée. (Crédit : JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency)

IV - Des roches pas comme les autres

Ces roches extraordinaires sont aisément reconnaissables lorsqu'elles n'ont pas subi les outrages du temps sur la surface de la Terre. La croûte de fusion est, bien entendu le premier signe, mais il n'est pas le seul. A part une petite fraction d'entre elles (les « achondrites », qui seront présentées plus bas), toutes les météorites sont magnétiques car contiennent du métal qui peut constituer de quelques pourcents à presque la totalité de la roche. Ce métal est constitué de deux alliages de fer nickel : la kamacite (le plus fréquent), contenant environ 6% de nickel et la taenite contenant plus de 15% de nickel. Une attaque acide de surfaces polies de météorites de fer permet de révéler ces deux alliages qui s'attaquent différemment et ordonnés l'un par rapport à l'autre suivant une structure dite « **de Widmannstätten** ».

On a longtemps classifié les météorites en deux grands groupes : les « pierres » constituées majoritairement de silicates et les « fers » dont la partie silicatée représente moins de quelques dizaines de pourcents. Depuis une soixantaine d'années, cette classification morphologique est dépassée et n'est plus du tout employée. On sait maintenant qu'une partie des météorites proviennent d'astéroïdes (ou pour quelques unes de planètes) qui, comme la Terre, ont fondu peu après leur formation et se sont « **différenciés** », c'est à dire dont le matériau, originellement homogène chimiquement, a fondu et s'est séparé en plusieurs couches de composition distincte : sous l'effet de la gravité, les minéraux métalliques, plus denses, ont plongé vers le centre de la planète dont ils ont constitué le **noyau**, tandis que les minéraux riches en sodium, aluminium et calcium, les moins denses, s'épanchaient en surface pour y former une **croûte basaltique** laissant un résidu riche en minéraux ferro-magnésiens qui constitue le **manteau**. Les météorites qui représentent ces différents couches de divers astéroïdes sont dites « différenciées » : les **météorites de fer** (ou « **fers** » - on emploie encore ce terme dans ce sens restrictif) sont les fragments de noyaux d'astéroïdes différenciés, tandis que les « achondrites basaltiques » (**eucrites** et roches associées) sont des fragments de croûtes. On ne connaît pratiquement pas de météorites représentant les manteaux de planètes, mais les météorites les plus spectaculaires d'entre elles, les **pallasites**, sont des morceaux de la base de ce manteau et de sa limite avec le noyau métallique.

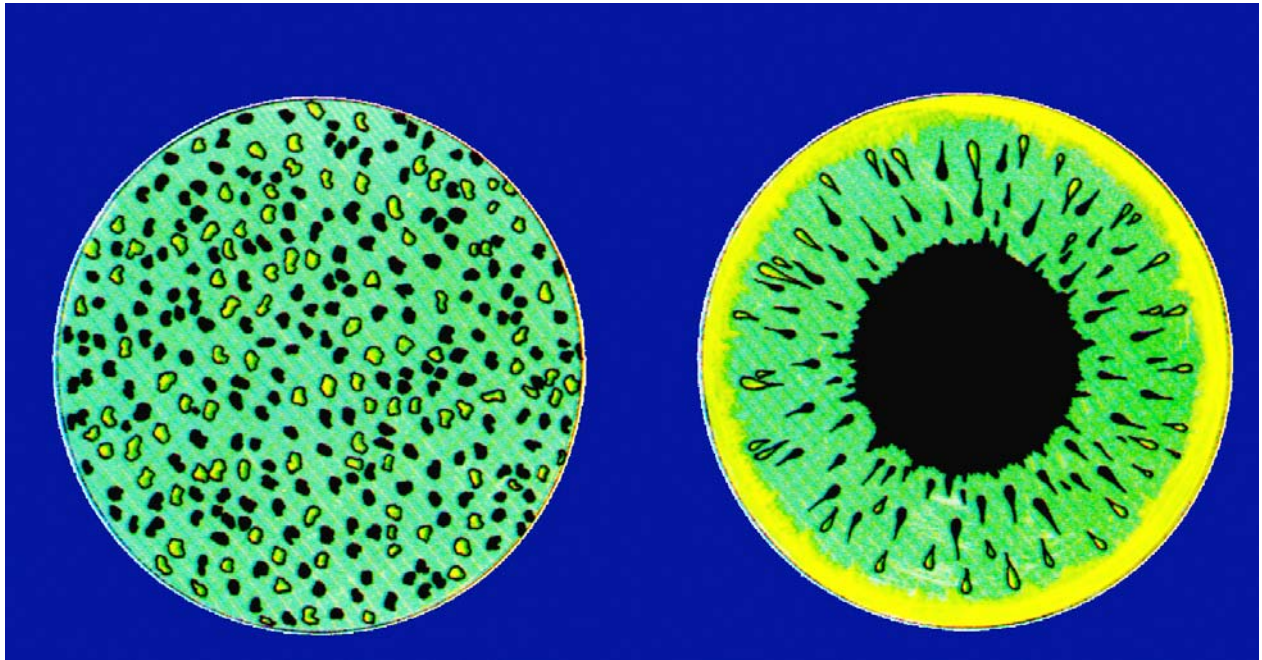


Figure 6 - Sur ce schéma très simplifié, les minéraux métalliques sont représentés en noir, les minéraux riches en Ca, Al et Na en jaune et les silicates ferro-magnésiens en vert. L'astéroïde schématisé à gauche ne s'est pas différencié et les divers minéraux sont restés associés dans l'ensemble de son volume. L'astéroïde (ou la planète) représenté à droite a fondu. Les minéraux métalliques, plus denses se ségréguent au centre pour former le noyau (en noir), tandis qu'une croûte basaltique formée des minéraux les moins denses s'épanche en surface (en jaune) laissant un manteau résiduel (en vert). L'astéroïde de droite est en cours de « différenciation ».



Figure 7 - Deux météorites différenciées. A gauche : météorite de Bouvante, un basalte épanché à la surface de l'astéroïde Vesta (une **eucrite**) – notez la croûte de fusion noire (et brillante), tandis que l'intérieur de la pierre est clair. A droite : tranche de la météorite de Seymchan. Cette **pallasite** proviendrait de la limite entre le manteau et le noyau d'un astéroïde différencié. Elle comporte deux parties distinctes, ce qui est assez rare. La partie droite, constituée pour l'essentiel d'un minéral vert jaune (un silicate ferro-magnésien connu sous le nom de péridot) correspondrait à la base du manteau de cet astéroïde, tandis que la partie gauche, métallique, correspondrait à son noyau. Une attaque acide de la tranche a révélé la « texture de Widmannstätten » de la partie métallique, constituée de deux alliages de fer et de nickel. Le plus sombre est la taenite, tandis que le plus clair est la kamacite (voir texte). Largeur des photos : environ 20 cm. Photos : MNHN / Meteorite Magazine.

A l'opposé des météorites différenciées (provenant d'astéroïdes ayant fondu), se trouvent les météorites dites « primitives » ou « **chondrites** ». Ces dernières proviennent d'astéroïdes formés tardivement ou trop petits pour avoir emmagasiné une quantité de chaleur suffisante pour fondre. Les chondrites se répartissent en trois grandes catégories : chondrites ordinaires (les plus fréquentes des chutes), chondrites carbonées (qui ont conservé le plus de caractéristiques du soleil, voir ci-après) et chondrites à enstatite, (très rares, formées dans un environnement très réducteur et à partir d'un matériau peut-être semblable à celui qui a servi à former la Terre).

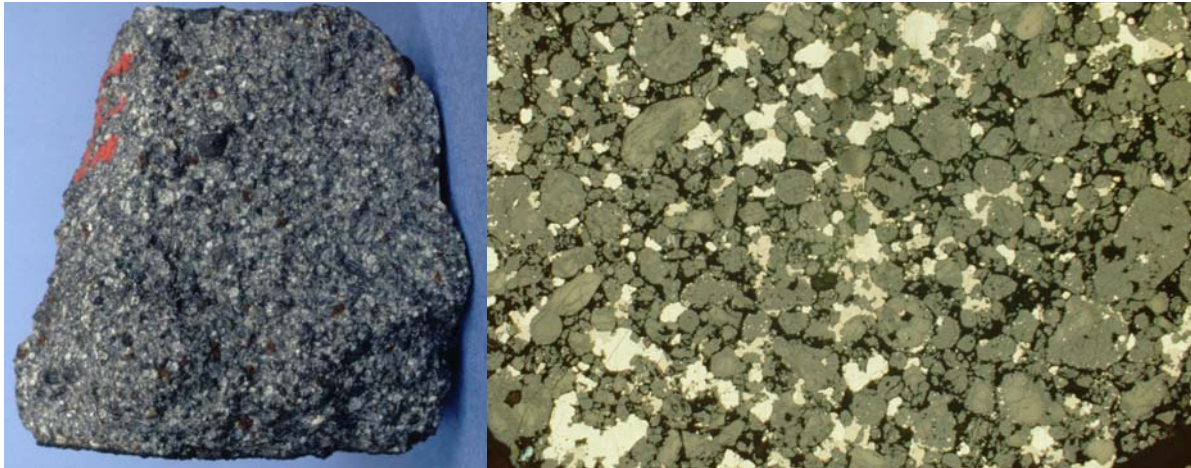


Figure 8 - Deux vues de chondrites. A gauche : fragment de la chondrite de Tieschitz. Notez l'aspect « sableux » de cet objet formé de l'agrégation de chondres avec très peu de matrice interstitielle. (En rouge, le numéro de l'échantillon tel qu'on les peignait au début du 20^{ème} siècle). Taille de l'échantillon : environ 4 cm de haut. A droite : vue au microscope en réflexion d'une section de la chondrite de Sainte-Marguerite. Remarquez les minéraux opaques qui reflètent bien la lumière : le métal qui apparaît blanc et le sulfure, plus jaune. Ces minéraux opaques sont répartis entre les chondres (sphères ou fragments de sphères) qui forment l'essentiel de la masse de l'objet et apparaissent gris : les chondres sont constitués de silicates transparents qui ne reflètent pas bien la lumière. (Apparaissent noirs, les « trous », c'est à dire les endroits où la surface de l'échantillon est en dessous du plan de la préparation sur lequel se fait la mise au point du microscope.) Taille du champ : 4,7 x 7 mm. Photos : MNHN.

V - Des témoins de la formation du système solaire

Parmi les principales caractéristiques des chondrites, se trouve leur composition chimique, proche de celle du soleil (et donc de l'ensemble du système solaire) mis à part les éléments volatils (carbone, oxygène, azote, gaz rares). Cette composition chimique s'explique précisément par l'absence de différenciation de leur astéroïde parent : les chondrites ont préservé la composition chimique du matériau qui a servi à former le soleil et son cortège planétaire. Les chondrites contiennent donc des minéraux métalliques, puisque ceux-ci n'ont pas servi à former un noyau au centre de leur astéroïde parent. Une autre caractéristique essentielle des chondrites (et qui leur a valu leur nom) est que leur matériau peut, jusqu'à 80%, être constitué de petites sphères de taille sub-millimétrique et que l'on appelle les « chondres ». Les chondres (du grec « chondrion » = « petit grain »), dont l'origine reste très largement débattue, ont été formés par la cristallisation en état de micro-gravité de liquides silicatés et métalliques. Certaines chondrites contiennent également des matériaux formés à plus haute température : les inclusions réfractaires, qui sont les premiers condensats formés ou bien les seuls matériaux ne s'étant pas évaporés au voisinage du soleil en formation. Enfin,

dans le matériau à grain fin (la « matrice » interstitielle entre les chondres et les inclusions réfractaires) et formé à plus basse température, se trouvent des matériaux plus anciens que le système solaire : grains « pré-solaires », formés au voisinage d'étoiles disparues avant la naissance du soleil et ayant ensemencé le nuage interstellaire à partir duquel il s'est formé, peut-être aussi composés organiques... On peut penser que les matériaux qui constituent la matrice sont toujours restés loin du soleil et ont été injectés tardivement dans les chondrites, ce qui a permis de les préserver. Les chondrites carbonées sont celles qui contiennent le plus de matrice et dont la composition est plus proche de celle du soleil.

L'étude de ces divers composants des chondrites (chondres, métal, matrice, grains pré-solaires, composés organiques, inclusions réfractaires...) est notre principale source d'informations sur les conditions de formation du soleil et des planètes et notamment sur leur âge, que l'on détermine en mesurant celui des inclusions réfractaires à l'aide des « chronomètres radioactifs ».

Quoique n'ayant pas préservé ces caractéristiques primitives, les météorites différenciées sont elles aussi une importante source d'information sur la genèse des planètes : les météorites de fer, par exemple, sont le meilleur analogue du noyau de la Terre auquel nous ayons accès. L'étude des météorites différenciées et leur datation nous renseigne ainsi sur les conditions de la formation du noyau de la Terre et des autres planètes, sur l'histoire du bombardement cosmique qui n'est autre que la fin de l'accrétion des planètes... Enfin, certaines météorites différenciées, les « SNC », sont reconnues comme des fragments de la planète Mars dont elles permettent d'étudier à distance la géologie et notamment d'y rechercher des traces de vie (jusqu'ici non vérifiées), ou tout au moins d'eau.

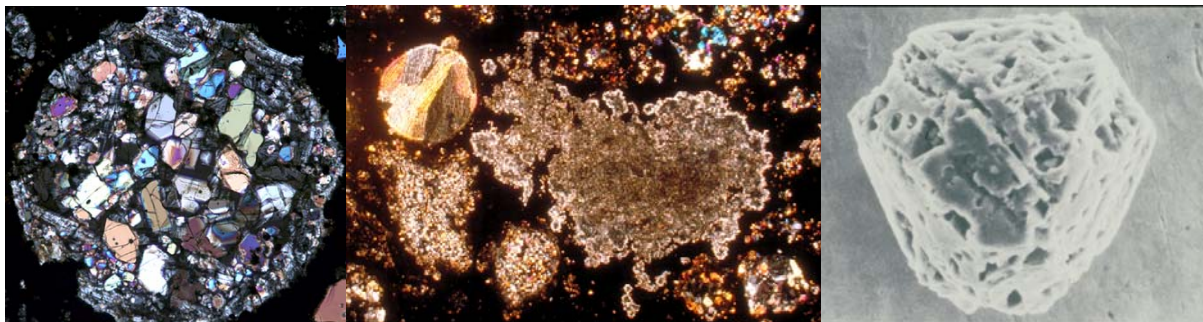


Figure 9 - Vues au microscope d'objets que l'on trouve dans les chondrites. A gauche : 1 chondre de la chondrite de Chainpur vue en lumière polarisée transmise. Le diamètre de cette sphère est de l'ordre de 700 μm . Au centre : inclusions réfractaires (blanches) et chondre de la météorite d'Allende en lumière polarisée transmise. Taille du champ : 1,4 x 2,1 mm. A droite : carbure de silicium formé au voisinage d'une étoile avant la formation du système solaire et préservé dans la matrice d'une chondrite. Cette photo a été réalisée au Microscope Electronique à Balayage car la taille du grain est inférieure à la dizaine de μm . Photos : MNHN / MNHN / S. Amari – Washington University, Saint Louis.

Les météorites sont une source d'information irremplaçable concernant la formation du soleil et des autres étoiles ainsi que de leurs cortèges planétaires. Mais elles sont très loin d'avoir livré tous leur secrets : de très nombreux mystères restent en suspens, notamment en raison de leur histoire complexe, chacune ayant vécu plusieurs étapes successives de l'histoire planétaire qu'il nous faut maintenant démêler. Leur étude se trouve au carrefour de nombreuses disciplines qui doivent dialoguer pour progresser : minéralogie, géologie, physique, chimie, astronomie, astrophysique nucléaire...

GLOSSAIRE

Accrétion : Croissance des planètes et autres corps du système solaire par agglomération de plus petits corps suivant un phénomène de « boule de neige ». Les corps qui grossissent « nettoient » ainsi peu à peu leur orbite.

Achondrite : Météorite **différenciée** composée essentiellement de silicates. Ce terme (conçu au départ pour désigner les météorites « pierreuses » non **chondritiques**) est maintenant mal choisi car il regroupe plusieurs catégories d'objets très différents (dont les **eucrites**, basaltes issus de l'astéroïde Vesta).

Astéroïde : Petits corps du système solaire (voir figures 4 & 5). Une grande partie d'entre eux tourne autour du soleil sur des orbites situées entre Mars et Jupiter, dans la « ceinture principale des astéroïdes » (voir figure 3). Ces astéroïdes sont les débris d'une planète qui n'a jamais pu s'**accréter** en raison des perturbations gravitationnelles trop importantes induites par la planète géante Jupiter. Certains astéroïdes partagent l'orbite de Jupiter (astéroïdes troyens, 60° en avant ou en arrière par rapport à la planète) ; d'autres ont des orbites très excentrées, croisant celle de la Mars (Astéroïdes Amor) ou de la Terre (Astéroïdes Apollo), et certains restent en permanence à l'intérieur de l'orbite de la Terre (astéroïdes Aten).

Chondre : Particule sub-millimétrique et généralement sphérique, caractéristique des météorites non-différenciées (ou chondrites) dont elles peuvent constituer jusqu'à 80% de la masse. La forme sphérique des chondres résulte des forces de tension superficielle (comme pour les bulles de savon) : ils ont été formés en micro-gravité par la cristallisation de liquides silicatés.

Chondrite : Météorite primitive provenant d'un **astéroïde non différencié**. Les chondrites ont une composition chimique proche de celle du soleil et de la nébuleuse solaire. Elles sont essentiellement constituées de **chondres** et d'une **matrice** interstitielle en proportions relatives très variables. On les répartit en trois grandes classes : chondrites ordinaires (les plus courantes des chutes ; ≈15% de matrice), chondrites carbonées (de 35 à 100% de matrice), chondrites à enstatite (très réduites, c'est à dire pauvres en oxygène par rapport aux autres ; ≈20% de matrice). Outre les chondres et la matrice, les chondrites contiennent également des **inclusions réfractaires** (essentiellement les chondrites carbonées, qui peuvent en contenir jusqu'à 13%) et des minéraux opaques (métal, mais aussi sulfures).

Chute : S'emploie souvent comme synonyme de « **météorite** », mais parfois aussi dans le sens plus restrictif de « chute observée », pour les objets que l'on a vus tomber et qui ont été ramassés très peu de temps après, ce qui augmente leur valeur scientifique et aussi esthétique car ils ont été préservés de l'altération terrestre (par la pluie, les alternances gel/dégel, le vent etc).

Cratère d'impact : Excavation provoquée par l'onde de choc accompagnant la chute d'une très grosse météorite. Les météorites voyagent, en effet, avec une vitesse cosmique, supérieure à la dizaine de kilomètres par seconde et seules les plus petites sont réellement ralenties par l'atmosphère de la Terre. Les gros objets sont parfois détruits dans la haute atmosphère, mais lorsqu'ils atteignent la surface de la Terre, l'énergie dégagée est phénoménale (l'équivalent de tonnes de TNT). Les roches de la zone d'impact sont volatilisées ainsi que l'essentiel de la météorite. Le cratère ainsi formé a une taille allant de 10 à 100 fois celle de la météorite qui

est à son origine. Voir sur le site http://www.lpl.arizona.edu/tekton/crater_c.html une simulation en ligne qui permet de déterminer la taille du cratère en fonction de la taille et la nature du projectile de son angle et sa vitesse d'impact ainsi que des caractéristiques de la cible.

Croûte basaltique : Couche supérieure d'une planète différenciée (typiquement quelques dizaines de km sur la Terre), formée par l'épanchement en surface de laves basaltiques. Sur la Terre, la croûte océanique est de nature basaltique, mais les continents (formés secondairement) comportent également beaucoup de granite et constituent la « croûte continentale ».

Croûte de fusion : Fine pellicule noire recouvrant les météorites bien préservées. Lorsqu'une météorite pénètre dans l'atmosphère de la Terre, sa surface s'échauffe par friction et fond. Le liquide formé est perdu et l'objet diminue peu à peu de volume au fur et mesure que sa surface et le front de fusion pénètrent de plus en plus avant dans l'objet par rapport à la surface originelle. La croûte de fusion correspond au dernier liquide formé, brutalement solidifié lorsque la météorite heurte le sol. La croûte est visible sur l'échantillon à droite de la figure 7.

Différenciation : Le soleil et son cortège de planètes ont été formés à partir d'un nuage de matériau (gaz et poussières) interstellaire,ensemencé par les générations antérieures d'étoiles en grains « présolaires » et en éléments radioactifs. Ces éléments radioactifs vont ensuite se désintégrer et dégager de la chaleur. Les corps (planètes et astéroïdes) formés peu de temps après la formation du soleil peuvent avoir emmagasiné une quantité importante de ces éléments radioactifs, assez pour que la chaleur dégagée par leur désintégration entraîne la fusion du corps. Il y a alors ségrégation du matériau initialement homogène en plusieurs couches chimiquement distinctes : les liquides métalliques, plus denses, vont se rassembler au centre de l'objet, pour former son **noyau**, tandis que les liquides basaltiques plus légers vont s'épancher en surface pour former sa **croûte**, laissant un épais **manteau** résiduel (voir figure 6). C'est ce phénomène qu'on appelle la **différenciation** et les planètes qui l'ont subi sont dites « **différenciées** », ainsi que les météorites qui en sont issues.

Euците : Météorite différenciée de nature basaltique, épanchée à la surface de l'astéroïde Vesta. (Figure 7)

Fer (ou météorite de fer) : Météorite différenciée composée presque exclusivement de métal sous forme de deux alliages de fer et de nickel: la kamacite (environ 6% de nickel et la taenite contenant plus de 15% de nickel). Parmi les minéraux accessoires : des sulfures de fer, des chromites, des phosphates et parfois des silicates. Les météorites de fer proviendraient de noyaux d'astéroïdes différenciés.

Inclusion réfractaire : Objet millimétrique à centimétrique que l'on trouve dans les chondrites carbonées. Ces inclusions (que l'on appelle également les inclusions blanches) sont constituées de minéraux riches en aluminium, calcium et titane : les éléments chimiques qui sont les premiers à se condenser à partir d'un gaz de composition solaire que l'on refroidit (et les derniers à s'évaporer à partir d'un solide que l'on chauffe sous vide). Les inclusions réfractaires sont probablement les premiers solides formés dans la nébuleuse solaire et leur âge permet donc de dater la formation du soleil qui remonte à 4,568 milliards d'années. (Figure 9)

Pallasite : Météorite différenciée composée de cristaux gemme d'olivine (péridot) enchâssés dans du métal. Les pallasites proviendraient de la limite entre le noyau et la base du manteau d'un astéroïde différencié. (Figure 7)

Manteau : Zone intermédiaire d'un astéroïde ou d'une planète différenciés. Constitué essentiellement de silicates ferro-magnésiens, le manteau est ce qui reste du matériau initial qui a formé la planète, après extraction d'un liquide basaltique qui s'est épanché en surface pour former la croûte et d'un liquide métallique qui a sombré au centre pour former le noyau. (Figure 6)

Matrice : Matériau à grain fin interstitiel entre les chondres (et les inclusions réfractaires) dans les chondrites. L'abondance de matrice varie énormément d'une météorite à l'autre : 15-20% dans les chondrites ordinaires et les chondrites à enstatite, 30 à 100% dans les chondrites carbonées. La matrice a été formée à basse température (elle est riche en éléments volatils) et elle a une composition chimique proche de celle des chondrites carbonées CI et donc du soleil (aux éléments volatils près). Elle renferme de nombreux composés formés avant le soleil lui-même qui nous sont ainsi parvenus intacts (grains formés au voisinage d'autres étoiles, composés organiques...).

Mésosidérite : Météorite différenciée formée par mélange à la suite de l'impact d'un morceau du noyau métallique d'un astéroïde sur la croûte d'un autre astéroïde. Les mésosidérites contiennent donc des silicates provenant de la cible et du métal provenant de l'impacteur.

Météorite : Se dit des corps rocheux (silicatés et/ou métalliques) provenant de l'espace qui heurtent la surface de la Terre après avoir traversé l'atmosphère.

Météorite de fer : voir « **Fer** ».

Noyau : Partie interne d'une planète ou d'un astéroïde différenciés. Le noyau est essentiellement composé de fer et de nickel et contient aussi l'essentiel des éléments « sidérophiles » (= ayant une affinité pour le fer et la phase métallique) des planètes, par exemple le cobalt et les éléments du groupe du platine. Dans le cas de la Terre, on pense qu'il renferme aussi des éléments légers tels que le carbone, le soufre et/ou le silicium. (Figure 6)

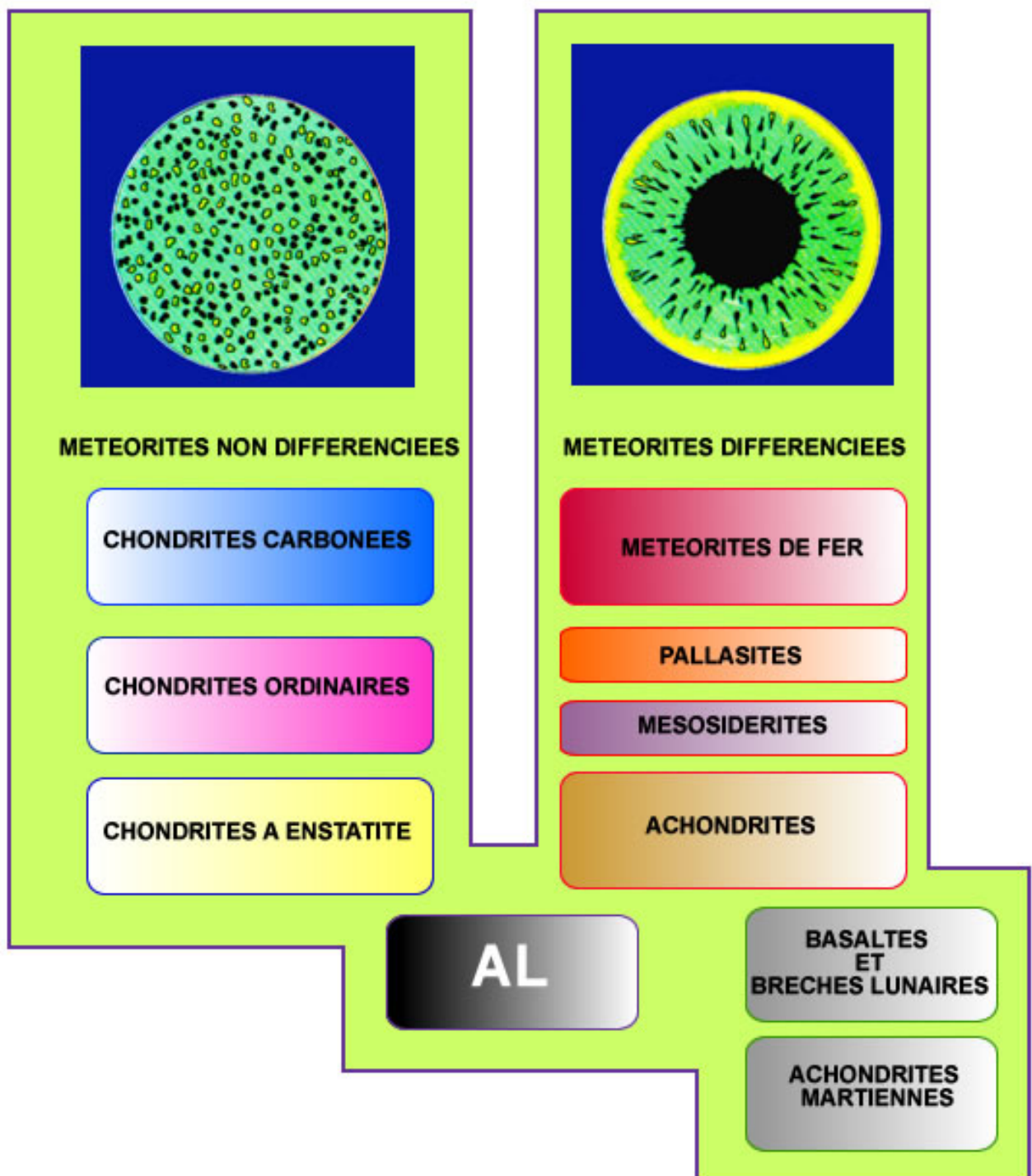
Pré-solaire (grain) : Grains formés au voisinage d'étoiles et éjectés par celles-ci dans le milieu interstellaire. Ces grains peuvent se retrouver préservés dans les matrices de certaines chondrites à partir desquelles on peut les isoler et les étudier. Ils nous renseignent directement sur les réactions de nucléosynthèse qui se produisaient au sein de ces étoiles.

Réfractaire : voir « **Inclusion réfractaire** ».

SNC : Météorite d'origine martienne. L'acronyme SNC résulte des 3 météorites type du groupe : Shergotty, Nakhla, Chassigny. (Figure 9)

Widmannstätten (structure de) : Structure caractéristique des météorites de fer et que l'on révèle par une attaque acide. Cette structure est visible sur la partie métallique de la pallasite à droite de la figure 7. Elle résulte de la séparation lors de son refroidissement d'un alliage de fer nickel homogène à haute température en deux alliages contenant des proportions variables de nickel (environ 6% pour la kamacite qui forme les bandes brillantes, plus de 15% pour la taenite qui correspond aux régions plus sombres). Les abondances relatives des deux alliages dépendent de la teneur globale en nickel de la météorite.

Classification simplifiée des météorites



AL : Acapulcoites / Lodranites : deux familles de roches « intermédiaires » entre les chondrites et les météorites différenciées (et que l'on qualifie parfois d'« achondrites primitives »). Elles ont été suffisamment chauffées sur leur astéroïde parent pour que la texture chondritique ait totalement disparu, mais la composition chimique des acapulcoites reste chondritique (= proche de celle du soleil) tandis que les lodranites ont subi un début de différenciation en perdant un liquide métallique/sulfuré.