

*L'Homme voulait décrocher la Lune,
Aujourd'hui c'est Mercure qui le titille..*

La météorite NWA 7325

Provient-elle de la Planète Mercure ? Non !

Roger WARIN.

INTRODUCTION

Dans sa recherche de l'infini, l'Homme cherche constamment à comprendre l'Univers, la naissance de celui-ci et en corollaire, la sienne. Même après avoir marché sur la Lune il y a 50 ans, son désir d'explorer le cosmos n'a pas faibli. Aujourd'hui son Graal est devenu Mercure, une planète relativement petite et la plus proche du Soleil, souvent difficilement observable par le profane. Elle reste l'une des plus mystérieuses.



Fig. 1 – NWA 7325 Crédit : Stefan Ralew, Berlin.

Aspect glacé et couleur verte due au chrome, texture saccharoïde d'autres faces.

Depuis le succès des opérations Apollo ayant ramené des roches de la Lune, les météorites lunaires récoltées sur Terre ont grandement contribué à élargir les possibilités d'étude de notre satellite. Les météorites martiennes améliorent efficacement notre compréhension de la Planète Rouge.

Vénus, drapé d'une atmosphère dense et d'une vitesse de libération relativement grande (10,4 km/s et 11,2 km/s pour la **Terre**), semble n'avoir jamais eu l'occasion de satelliser l'un de ses éjectas.

Parmi toutes ces planètes telluriques, il faut encore citer **Mercure** . Sa vitesse de libération vaut 4,2 km/s. Si l'éjection de météorites est de ce fait possible, la proximité du Soleil (0,3 à 0,47 UA) provoque une attraction efficace. Pour pouvoir échapper à la gravité de Mercure, on accepte l'idée qu'il faut que l'impact produise des éjecta dont la vitesse de libération aient une vitesse minima de 4,2 km/s, alors qu'elle est de 5,0 sur **Mars** et 2,4 km/s sur la **Lune**. Pour Mercure, il faut en outre vaincre l'attraction solaire et la destruction par divers corps et particules ainsi que d'autres effets retardateurs, on estime en conséquence que la vitesse d'éjection doit être supérieure à 6,2 km/s ce qui confère une vitesse de 20 – 70 km/s aux éjectas de Mercure.

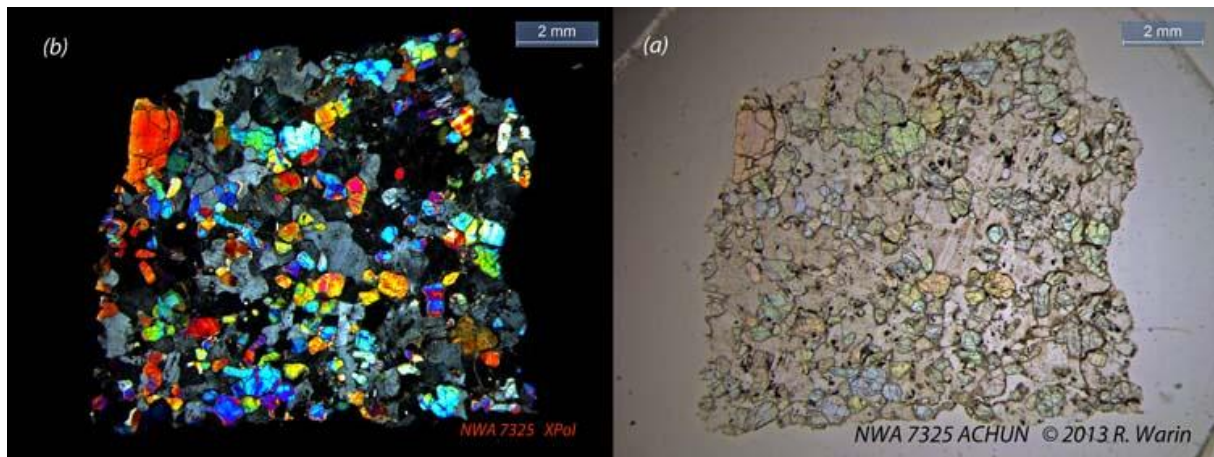


Fig. 2 – Lame mince (0,030 mm) vue en (a) par transmission de la lumière blanche, et en (b), après le croisement à 90° des deux nicols.
En (a), teintes naturelles des grains cristallins. © R. Warin.

ORIGINE EVENTUELLE JADIS EVOQUEE : MERCURE

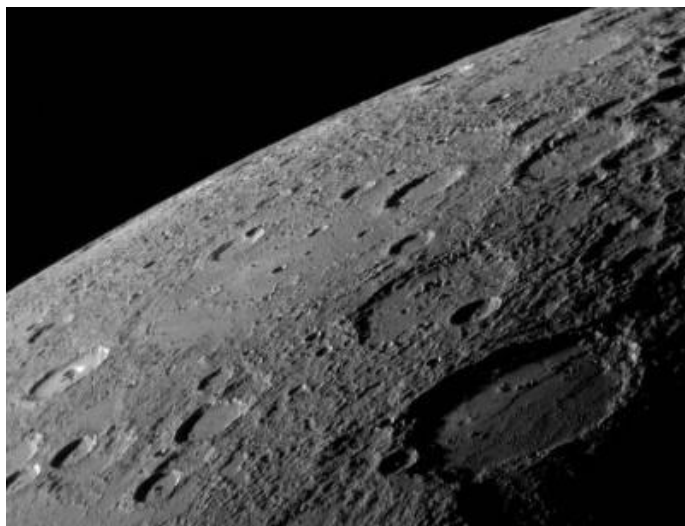


Fig. 3 – Aspect de la Planète Mercure perçu par la mission Messenger en 2011.

On a cru que l'un de ces cratères (Fig. 3) aurait pu être celui qui aurait éjecté l'achondrite NWA 7325. La croûte de cette planète est très pauvre en fer (natif) et en fer oxydé (cations Fe^{2+}) suite à une différenciation très efficace. Cet appauvrissement en FeO proviendrait de son environnement réducteur et de sa proximité du Soleil. Mais en fait Mercure est une planète

riche en fer et vraisemblablement en nickel. Sa densité vaut 5,4 à 5,5.

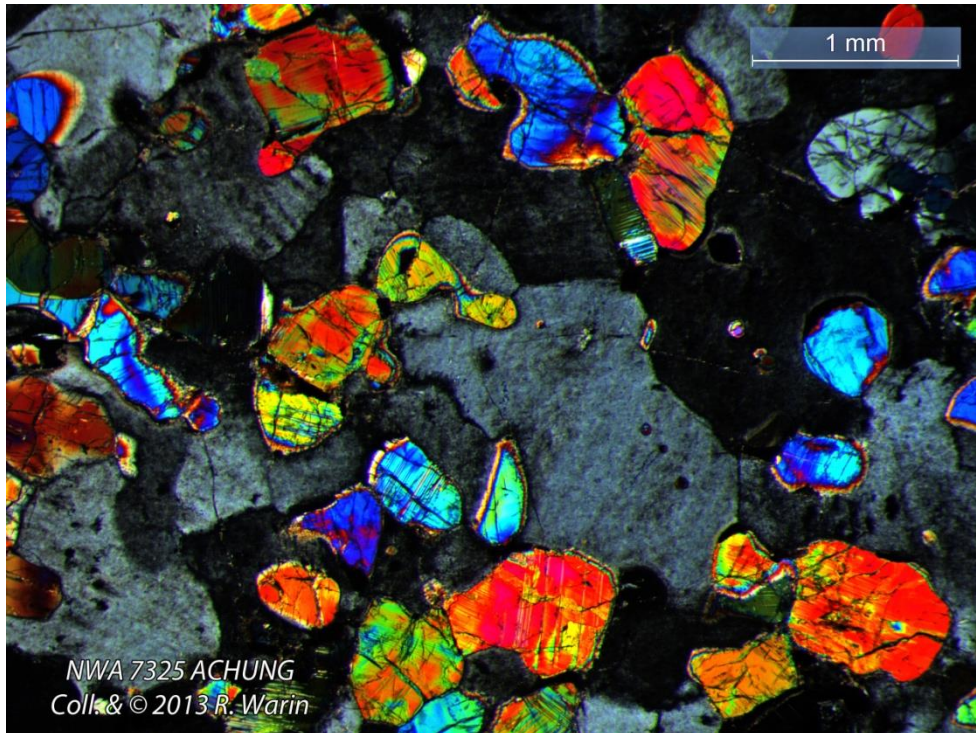


Fig. 4 –Lame mince de NWA 7325 en lumière polarisée analysée (90°). A noter l'abondance de plagioclase (en gris moucheté), les grains de diopside (avec de nombreuses exsolutions) et ceux d'olivine avec des craquelures irrégulières. Largeur du champ : 4,7 mm. Les parties opaques ne le sont qu'en fonction de l'orientation de la lame.

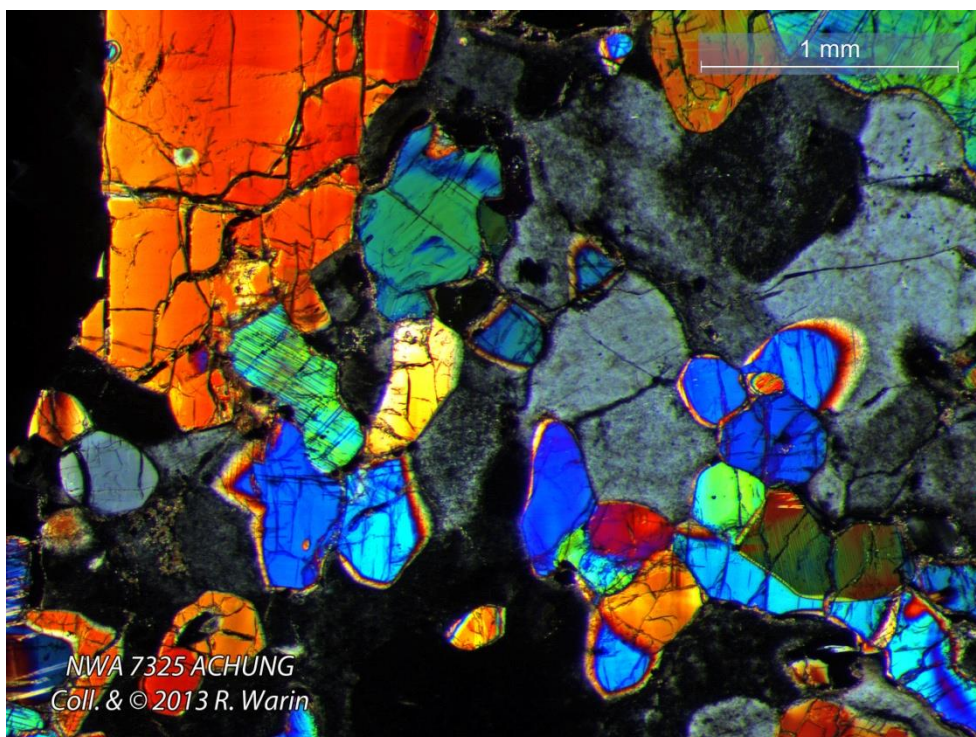


Fig. 5 – NWA 7325 – Les couleurs très vives (bleues par ex.), les clivages et l'extinction ondulante résultent de la puissance de l'impact éjecteur.

En février 2012, une nouvelle achondrite fut trouvée dans le Sud Maroc. C'était à l'époque une nouvelle candidate à une origine mercurielle. Sa composition générale, sa texture et la nature de sa pétrochimie semblent compatibles avec les roches herméennes ¹. Cette pierre a été acquise à Erfoud par Stefan Ralew, grand collectionneur de météorites africaines. Comme souvent pour ces météorites dont l'origine exacte est tue par les chasseurs locaux (une sorte de secret professionnel), un nom générique lui fut donné, celui de Northwest Africa 7325 ou plus simplement NWA 7325.

La masse totale de cette pierre est de 345 g (35 spécimens). Elle est surprenante à plus d'un titre. Ainsi une croûte de fusion lui donne partiellement un lustre vert glacé et brillant (comme une pâtisserie au sucre) provenant de plagioclases et de clinopyroxènes colorés en vert. L'aspect de ces pierres montre une grande « fraîcheur » (fig. 1).

Quelques années avant que Messenger ne s'approche de Mercure, Irving, Kuehner et Bunch avaient spéculé sur le fait que les angrites puissent provenir de Mercure, leurs résultats étant déduits d'une étude de spectrométrie de rayons X / rayons γ montrant une très faible teneur en fer sur la planète la plus interne du Système solaire. En fait, l'hypothèse des angrites a dû être abandonnée, car elles sont trop riches en FeO.

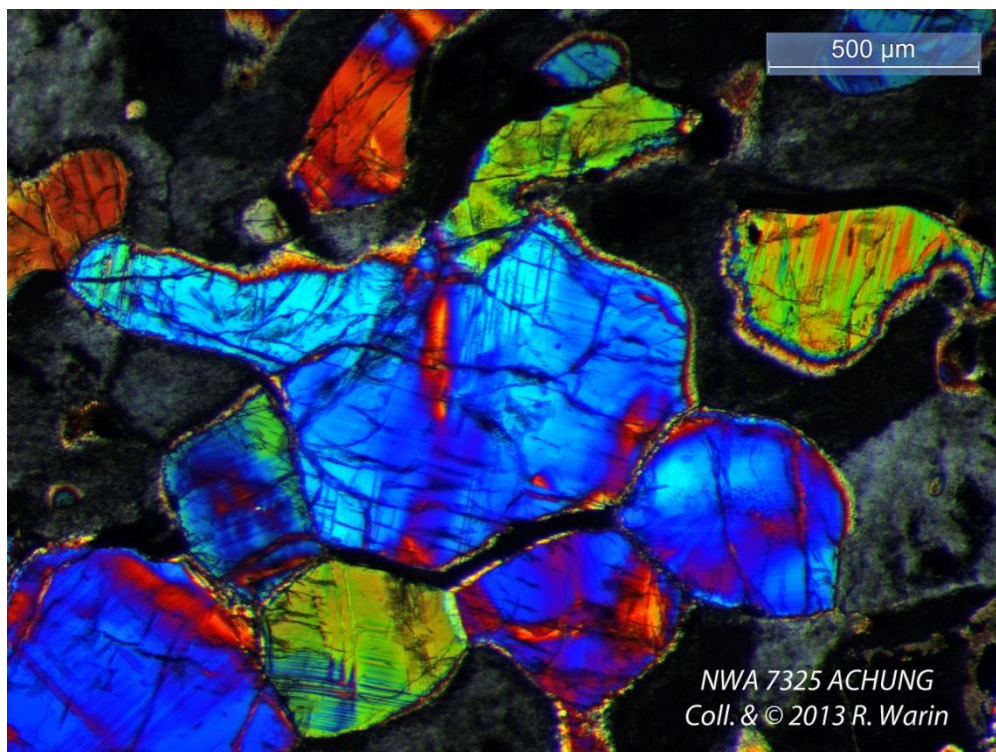


Fig. 6 – NWA 7325 – Grains d'olivine et de diopside portant les indices de chocs intenses, clivages, macles, modification ondulatoire de la biréfringence, veines de chocs ... Quelques jonctions triples des grains et des exsolutions sont typiques des roches ignées.

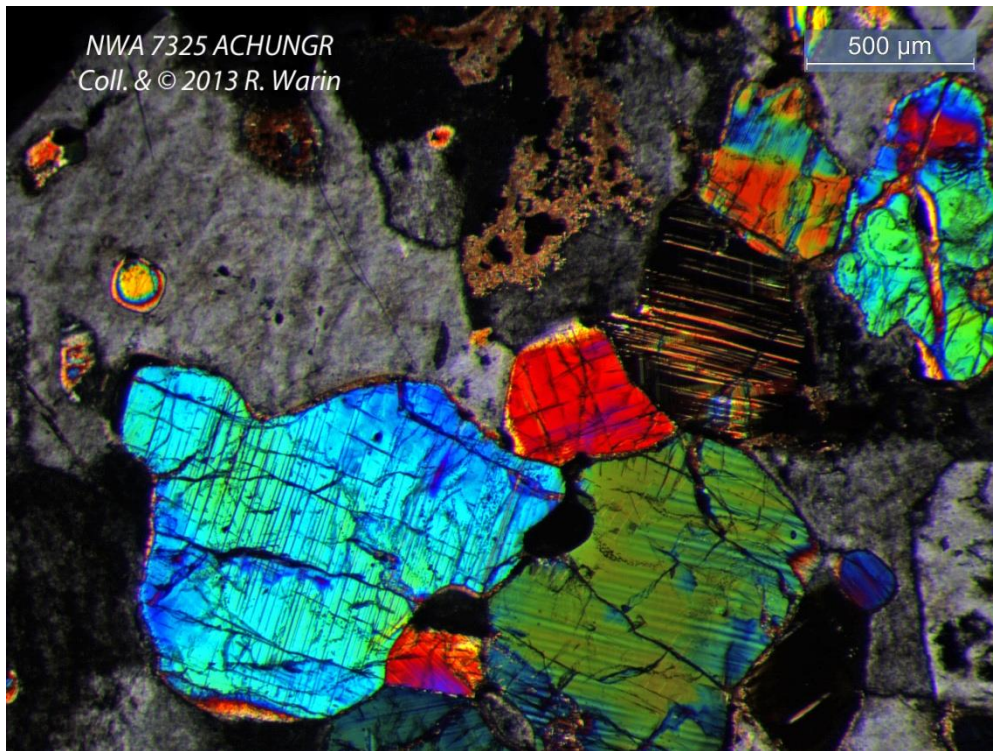
¹ Hermès, dieu de la mythologie grecque, est appelé Mercure chez les Romains.

Mais il n'y a pas que Mercure comme origine possible, car aux débuts du Système solaire existaient aussi des planétisimaux (protoplanètes différenciées) qui ont pu donner ces achondrites réfractaires très anciennes. Ces planétisimaux se sont accrétés dans un environnement réducteur et chaud proche du Soleil et non dans la Ceinture des Astéroïdes.

PETROGRAPHIE

Une équipe importante spécialisée dans l'étude des météorites d'origine planétaire (dont Irving, Kuehner, Bunch – Univ. Washington, Seattle) démontra que ce spécimen était une roche plutonique ignée, pouvant même présenter la texture d'un cumulat (roche profonde ayant cristallisé lentement). Cet agrégat est moyennement grenu.

Minéraux : diopside, un pyroxène monoclinique chargé d'Al et Cr. Plagioclase calcique et grains arrondis (peut-être résorbés) de forstérite. On trouve aussi de la troilite contenant du chrome, très peu de ferrochromite, de la kamacite et de la taenite et une très rare eskolaite (oxyde de chrome).



*Fig. 7 – Grains de diopside avec de nombreuses exsolutions.
Inclusion poecilitique d'olivine dans le plagioclase (en gris).
A comparer avec la figure 8. © R. Warin.*

GEOCHIMIE

Clinopyroxène : $Fs_{1.1-2.6} Wo_{45.1-44.5}$. Cette formule correspond à la composition du **diopside**. Le diopside est un silicate de Ca et Mg, de formule : $CaMgSi_2O_6$. Et formellement, un peu d'oxydes d'Al et de Cr.

$Fs_{1.1-2.6}$ signifie que la teneur en ferrosilite du pyroxène n'est que de 1,1 à 2,6%. Or la ferrosilite est le silicate de fer $Fe_2Si_2O_6$ et autrement dit, puisque la

ferrosilite n'est formellement que très peu présente (1 - 3%), il n'y a presque pas de fer dans ce clinopyroxène (à savoir aussi que quand la concentration en fer augmente, le pyroxène ne peut plus rester monoclinique. Il devient orthorhombique). Dans la chimie des roches, les formules sont complexes à cause de l'existence de solutions solides.

Wo représente la wollastonite CaSiO_3 .

Feldspaths : plagioclase ($\text{An}_{88.1-89.2}\text{Or}_{0.0}$), ce qui se traduit par 89% d'anorthite environ, et surtout pas d'orthose (fréquente sur Terre). Le reste est de l'albite.

Olivine : $\text{Fa}_{2.7-2.8}$. Fa signifie fayalite, le terme ferreux Fe_2SiO_4 de ce groupe, alors que le pôle magnésien est la forstérite Mg_2SiO_4 . Cette olivine est aussi très appauvrie en fer, ce qui est très rare dans les météorites.

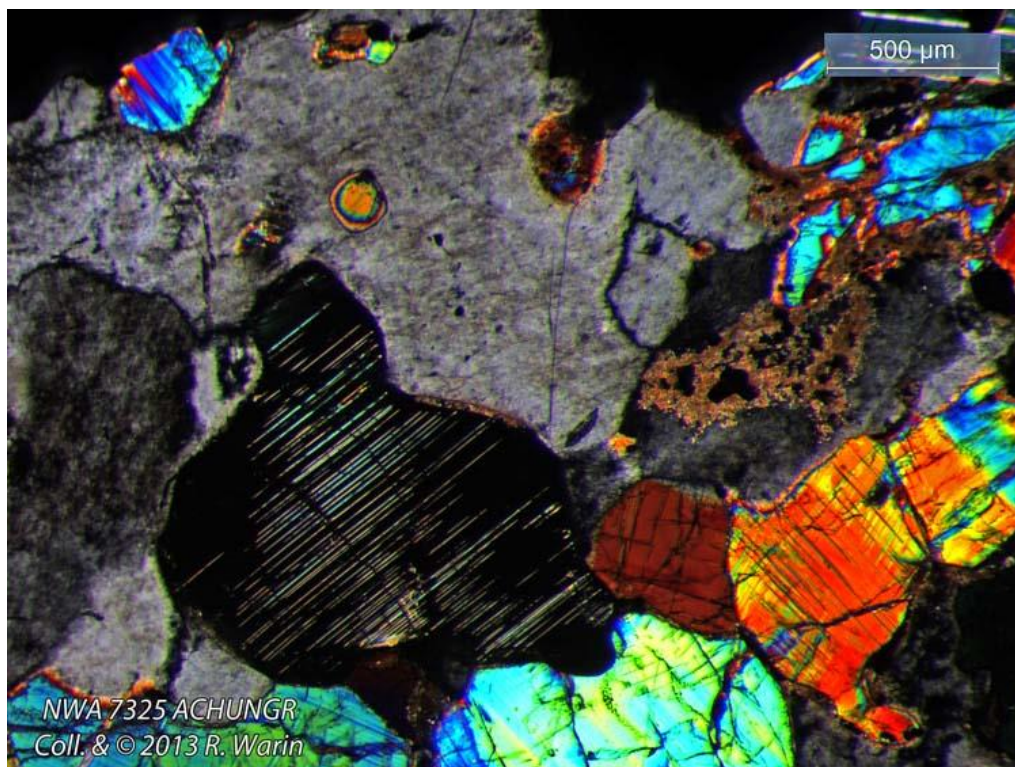


Fig. 8 – Plage identique à la fig. 7, après une rotation de 30°. L'un des cristaux de diopside en extinction est devenu opaque (noir). On discerne bien les zones marquées par les exsolutions qui ont une orientation cristalline différente et laissent passer la lumière polarisée qui n'est plus totalement croisée à ce niveau. Ces phases répétées d'exsolutions sont typiques des roches ignées. © R.W.

De nombreuses Terres Rares et autres éléments en trace sont aussi présents, et les concentrations sont déterminées sur la masse et sont exprimées en ppm. Ainsi les quantités de Terres Rares sont affaiblies sensiblement d'un facteur 10, sauf l'Europium resté nettement plus abondant.

Contrairement à la très grande majorité des météorites, la teneur en fer de NWA 7325 est donc très diminuée. C'est l'un des faits expérimentaux les plus importants.

CHOCS

Tout comme les satellisations de météorites provenant de Mars demandent des impacts très violents (qui n'ont d'ailleurs pas été très nombreux), NWA 7325 est le fruit d'un choc extrêmement puissant. Cela se traduit dans des modifications des structures cristallines. On peut avoir des transitions de phases solides (formation d'autres minéraux), des apparitions de macles mécaniques (polysynthétiques), de clivages mécaniques et de modifications de la biréfringence des cristaux dont le réseau cristallin a été perturbé. Cela peut exalter les teintes en lumière polarisée croisée (2 nicols placés à un angle de 90° l'un de l'autre, la lame mince étant sertie entre les deux). Les variations de couleurs sont souvent ondulantes et ce phénomène est bien mis en évidence par la rotation de la lame sous l'objectif.

En résumé, des caractéristiques résultent typiquement des chocs, comme la formation de veines d'impact de pseudotachyllites (impact-melts) de nature vitreuse, l'apparition de diverses fractures planaires (PF's), des déformations planaires (PDF's), du mosaïcisme, des variations de biréfringence et d'autres propriétés physiques, des changements de phases cristallines (transformations en d'autres minéraux), ou de la formation de verres diaplectiques ...

CLASSIFICATION

NWA 7325 est une achondrite non groupée (ACH ungrouped). Sa composition est réellement unique par la combinaison de silicates mafiques hautement magnésiens et calciques (absence quasi totale de fer) et de plagioclases fortement calciques, avec la présence de sulfures (troilite) porteurs de chrome. Cette pierre est un bel exemple de roche ignée.

ORIGINE



Avec une teneur en fer si faible et les quantités inhabituelles de calcium et de chrome, il n'était plus possible de « grouper » cette achondrite dans une classe connue. Ce n'était pas la première fois que cela arrivait, mais à ce point, si.

Les auteurs (cités ci-dessus), parmi les meilleurs de la planète scientifique, avaient déjà évoqué Mercure comme source des angrites, mais ils n'avaient pu faire qu'une supposition, vite rejetée. Avec NWA 7325, la situation devenait plus évidente et on connaissait mieux Mercure depuis son survol par l'engin Messenger. Cette mission a montré que les roches du manteau de cette petite planète ne contiennent presque pas de fer. En outre, les abondances en sodium et potassium permettent d'exclure toute connexion avec les 18 angrites connues.

*Fig. 9 – Mercure, dieu du commerce et des voyages, messenger des autres dieux.
Dieu de la mythologie romaine et grecque (Hermès).*

Le fait que le matériau silicaté de NWA 7325 soit riche en magnésium et en calcium, qu'il soit entrelacé de chrome porté par les sulfures et qu'il soit très appauvri en fer, même sous l'état de cations ferreux, correspond très bien avec la nature des roches de Mercure. Seules certaines différences apparaissent comme une quantité supérieure de calcium et une perte d'enstatite ($Mg_2Si_2O_6$). A vrai dire, l'excès de calcium transforme l'enstatite en diopside ($CaMgSi_2O_6$) de teinte verte. La différence ne paraît pas grande et les auteurs avaient estimé qu'elle pourrait provenir du fait que cette achondrite aurait été extraite d'une plus grande profondeur que la surface de Mercure analysée par Messenger.

Gladman (2003-2009) et al. ont réalisé des simulations numériques démontrant qu'un léger flux de météorites à partir de Mercure pouvait exister vers la Terre. Mais ils concluent en disant qu'une majorité des éjectas retomberait sur Mercure. La détermination de ces valeurs repose sur les durées de vols. 50% des éjectas retomberaient en 30 millions d'années, suivis encore de 15 % supplémentaires pour un même laps de temps supplémentaire. Mais ensuite, sur la trajectoire vers la Terre se trouve Vénus. Cette planète capterait 20% des éjectas de Mercure. Après, il subsisterait 2 à 5 % de météorites possibles pour la Terre, si pas moins. Cela correspondrait à la moitié de celle de l'éjection de météorites martiennes. Mais la proximité du Soleil annihile ces déductions.

CEPENDANT

Datée de 4,56 milliards d'années, NWA 7325 est une très ancienne achondrite réfractaire qui ne peut pas être originaire de Mercure. C'est même une possibilité très réelle qu'elle soit antérieure à la planète Mercure.

Cette achondrite devrait alors provenir d'une protoplanète différenciée qui ne s'est pas accrétée dans la ceinture des astéroïdes mais bien plus près du Soleil, dans un milieu réducteur et très chaud. On peut penser à l'un de ces planétésimaux abondants au début du Système solaire.

Si une conclusion ne peut pas encore être tirée, il faut bien sûr attendre qu'une sonde prélève un échantillon sur Mercure pour que la comparaison puisse être faite.

BIBLIOGRAPHIE

- J. Irving et al., www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2013/pdf/2164.pdf
- De nombreux sites de David Weir – [meteoritestudies](http://meteoritestudies.com).
- R. Warin, AGAB-Minibul, 2013 - Vol. 46 (7) p. 168-175.



Fig. 10 – Symbole de la planète Mercure.