

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les différents types de météorites

Classification simplifiée des météorites :

CHONDRITES 83 %

Olivine + pyroxène
+ 0 à 30 % de fer
dispersés dans la masse
+ 0 à 10 d'H₂O
+ 0 à 4 % de matière
carbonée

Basalte et gabbro 7%
pyroxénite et péridotite

Météorite de fer
= sidérite 8 %

Pallasite et autres 1 %
= fer + olivine

Autres : 1%

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les chondrites



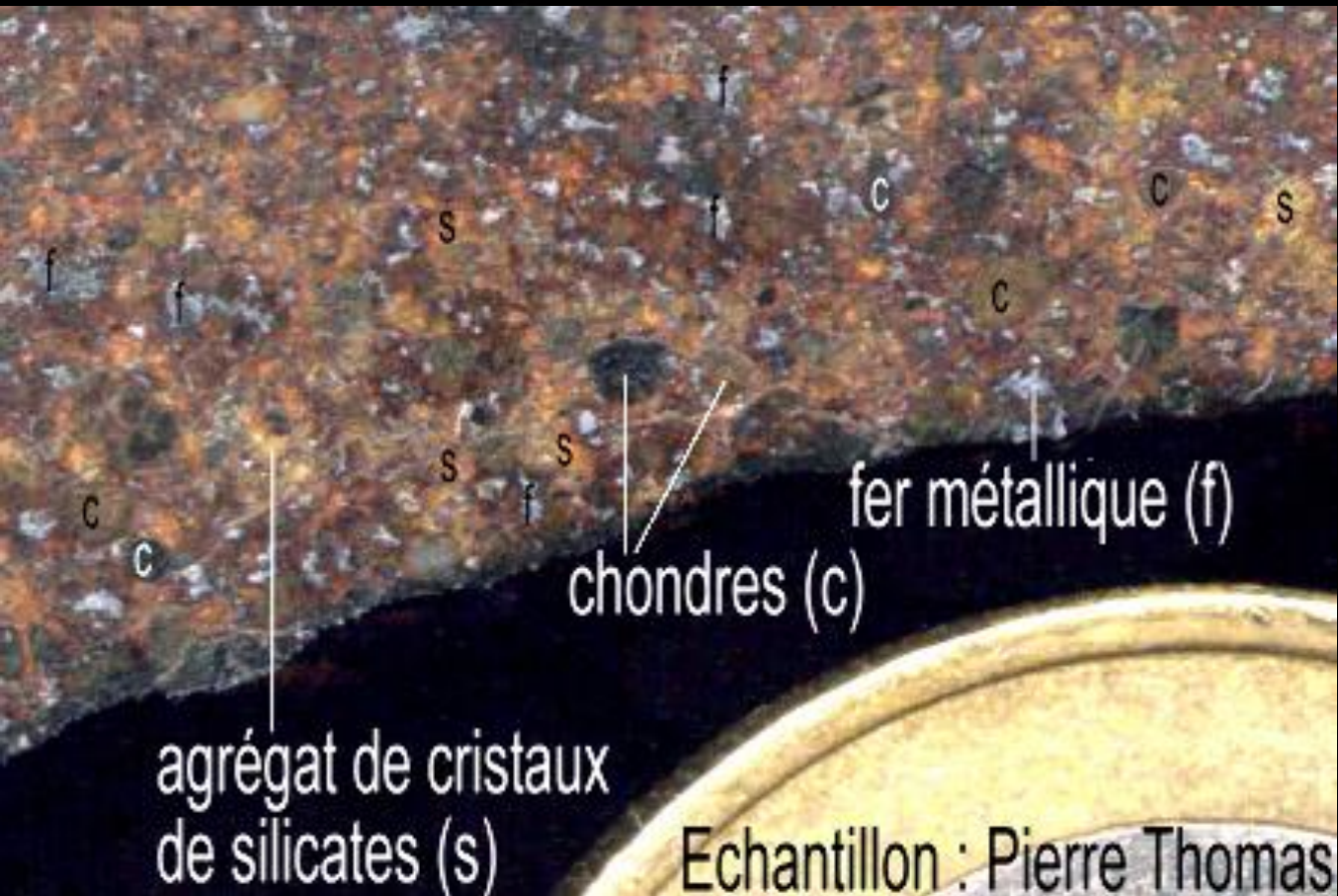
Chondrite brute avec sa croûte de fusion, la roche a été cassée lors de l'impact



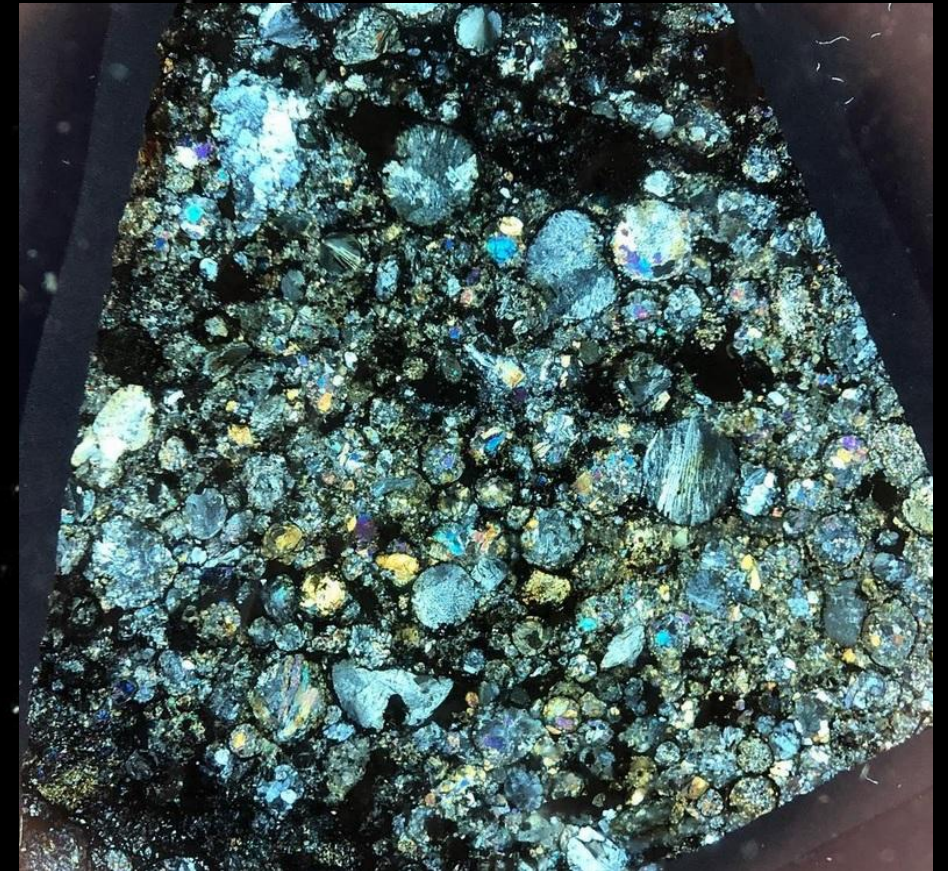
Chondrite tranchée, on voit très bien les petites sphères rondes nommées chondres composant l'essentiel de la météorite

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les chondrites



Les composants d'une chondrite visible à la loupe

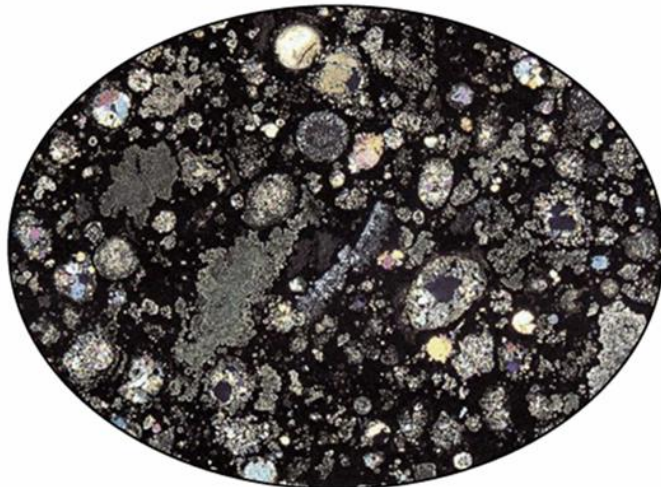
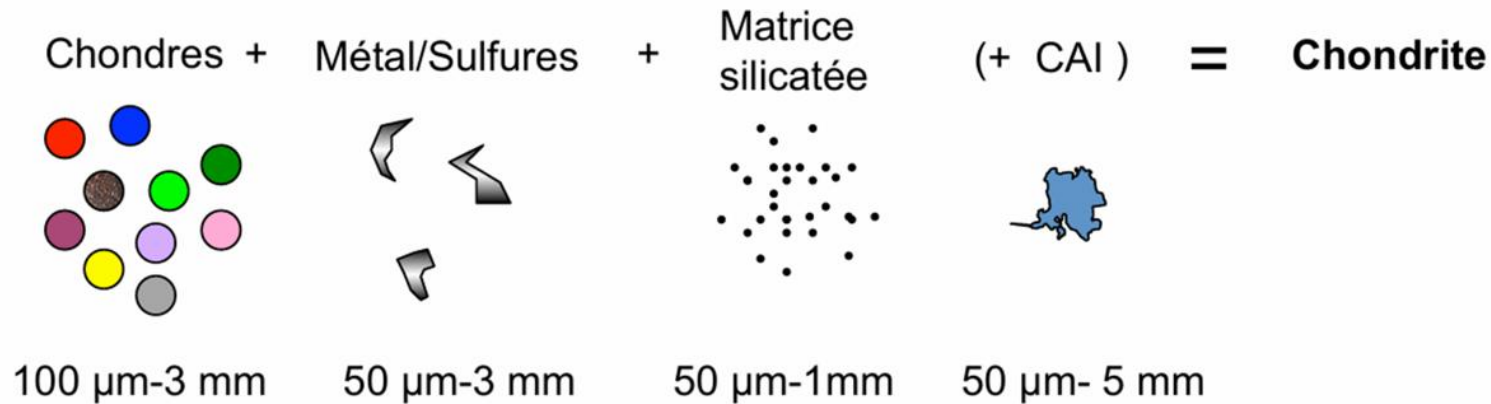


Observée au microscope polarisant d'une chondrite.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les chondrites

Recette pour faire une chondrite :



82% des
météorites

Les composants d'une chondrite :

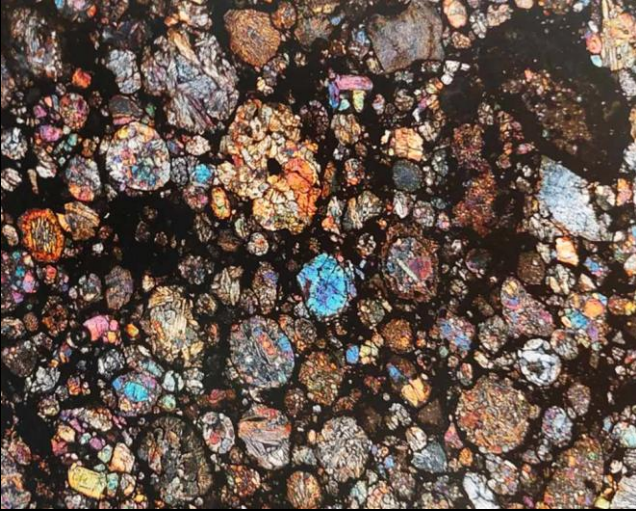
Chondres + matrices

Les chondres proviennent d'un liquide silicaté.

La matrice est un mélange contenant des métaux (fer, aluminium) , des silicates ainsi que du soufre et du calcium

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les chondrites



Pourquoi une forme ronde
des chondres ?



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

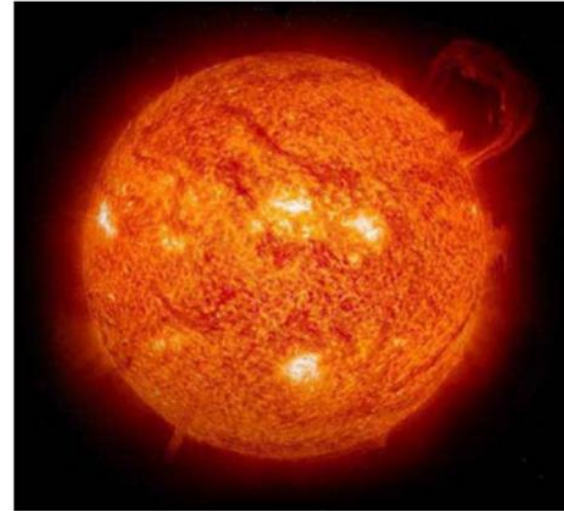
Les chondrites



=



=



Chondrite
(chondres +
matrice)

=

Terre
(noyau +
manteau)

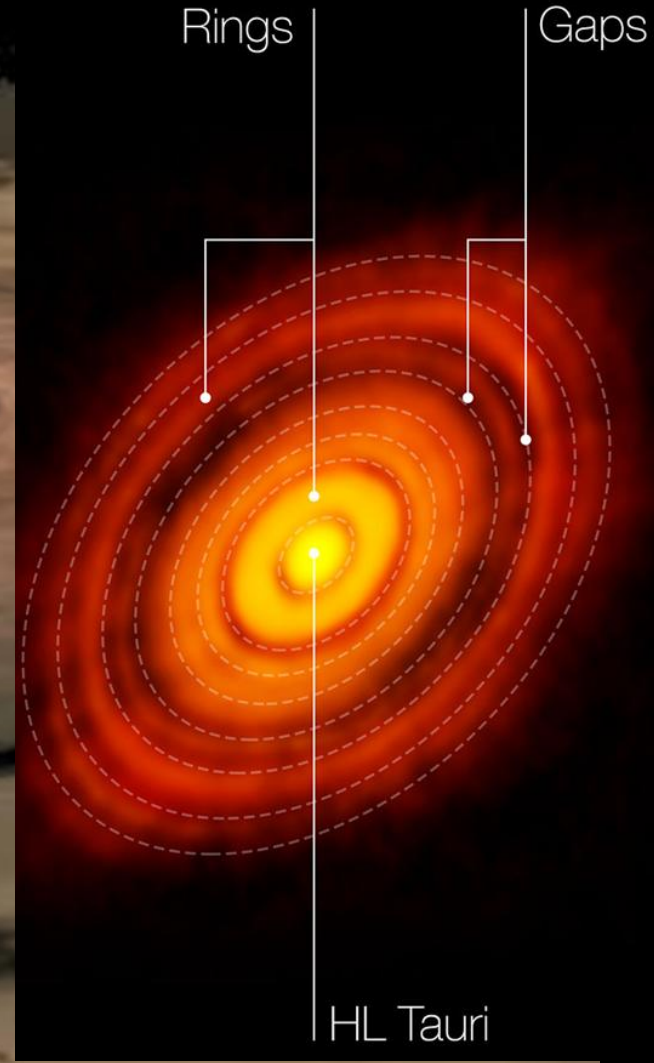
=

**Les éléments
non volatils
du Soleil**

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les chondrites

Vue d'artiste du disque protoplanétaire du système solaire il y a 4,56 milliards d'années
et vue d'un système stellaire actuelle en formation (HL Tauri)



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

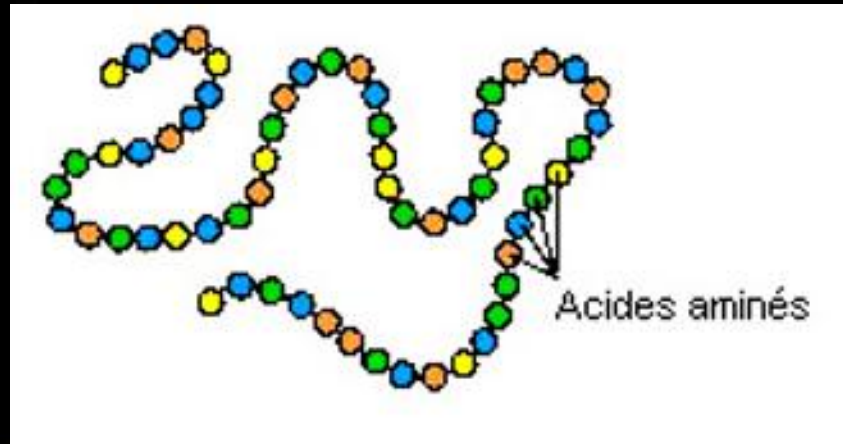
Les chondrites carbonées

Les chondrites carbonées, ou chondrites de type C, sont des chondrites riches en carbone dans lesquelles le fer est majoritairement oxydé.

La météorite Murchison contient plusieurs acides aminés comme la glycine, l'alanine, l'acide glutamique, l'isovaline et la pseudoleucine.

Certaines molécules à l'origine des briques élémentaires du vivant ?

Schéma d'une protéine :
chaîne d'acides aminés



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les météorites différenciées

Vue d'artiste de la formation
d'une planète par
accumulation d'astéroïdes
de composition chondritique

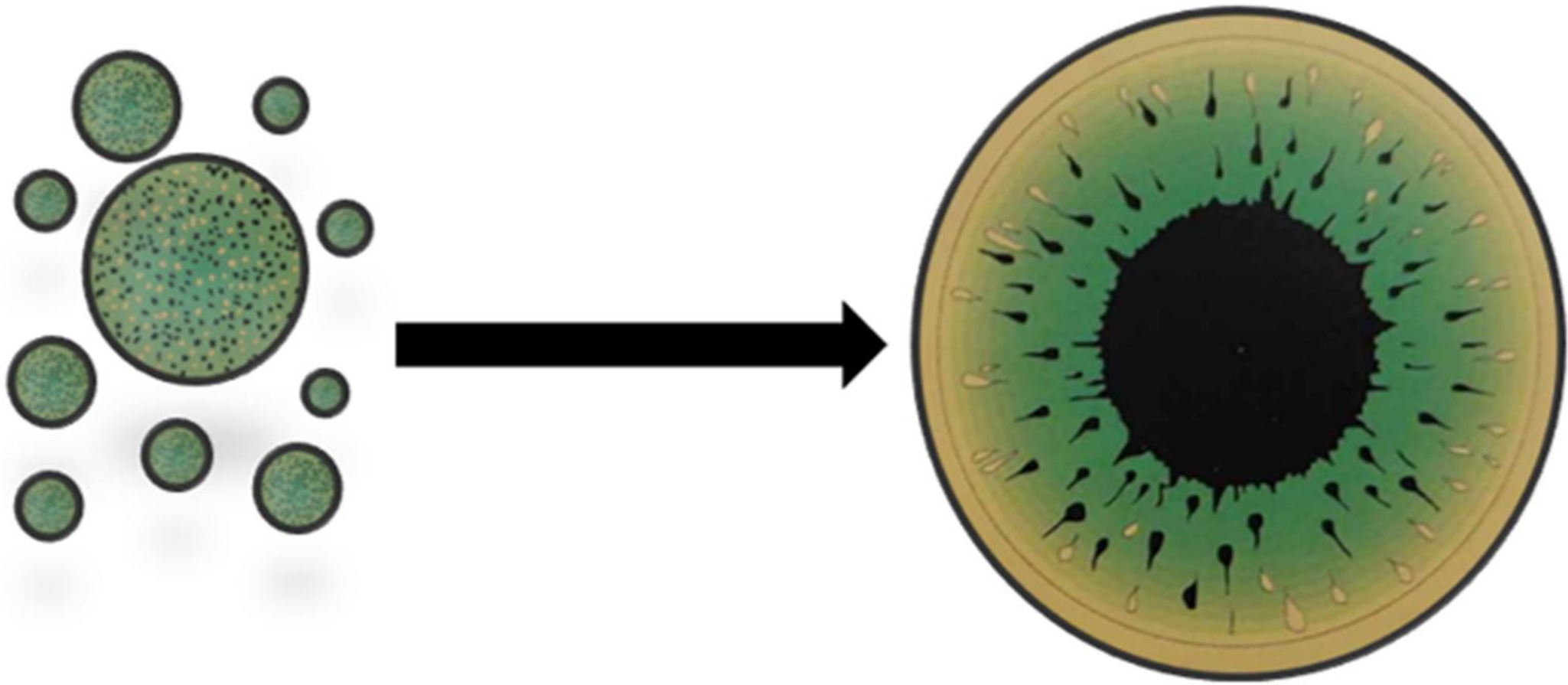


III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les météorites différenciées

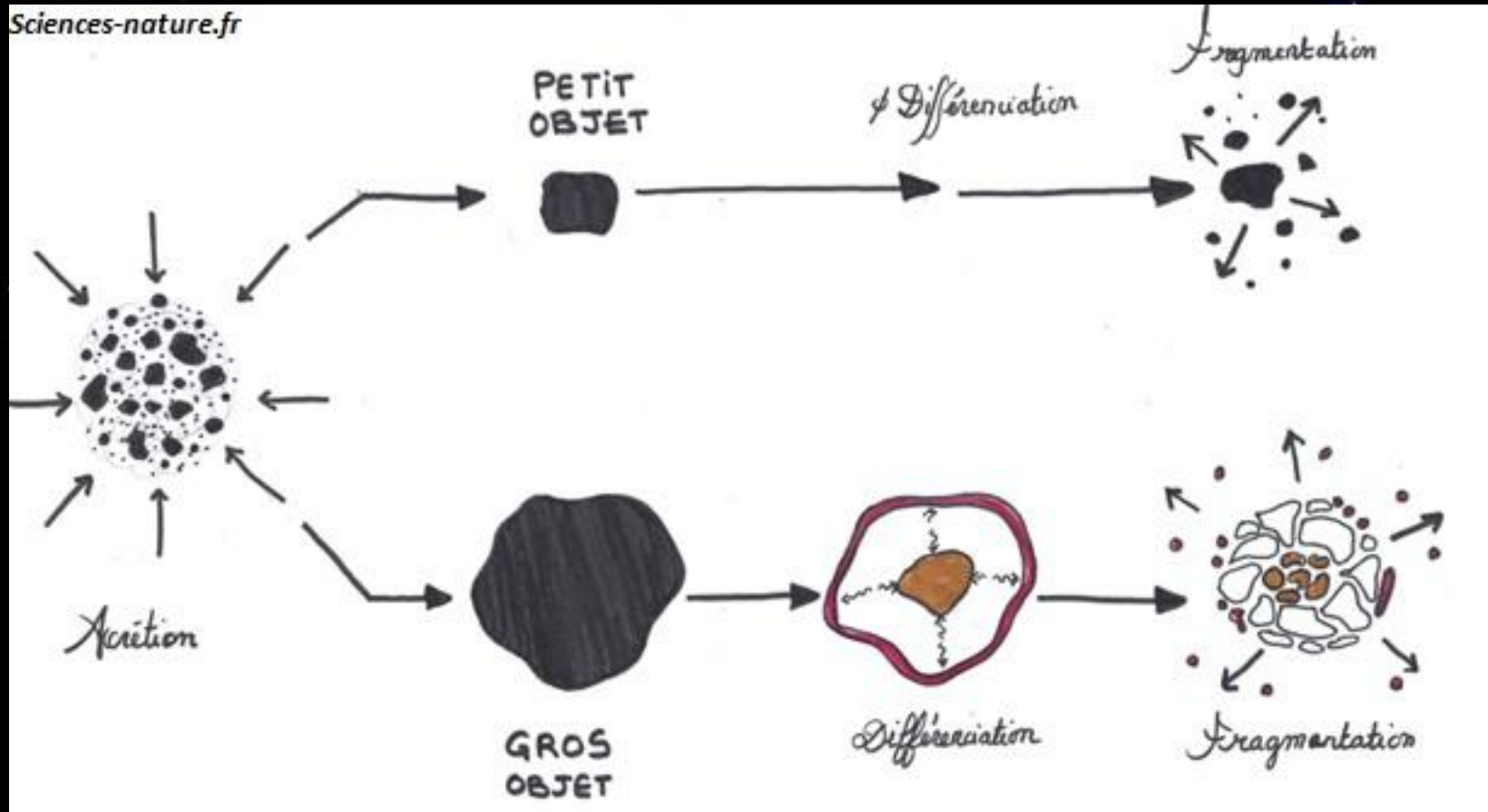
Schéma : le processus de différenciation.

Les éléments plus lourds vont vers le centre de la planète alors que les éléments plus légers vont vers la surface.



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les météorites différenciées



Les météorites différenciées proviennent d'anciennes planètes qui ont été détruites par un ou des impacts majeurs.

Il existe donc plusieurs types de météorites différenciées selon si l'on retrouve des morceaux de croûte ou de noyau.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les météorites différenciées

Météorites magmatiques (basiques ou ultrabasiques)

Météorites basiques avec feldspath + pyroxène
(non magmatiques)

Météorites ultrabasiques (non magmatiques) ?

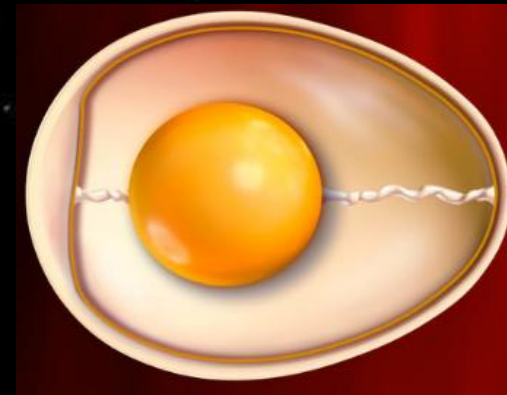
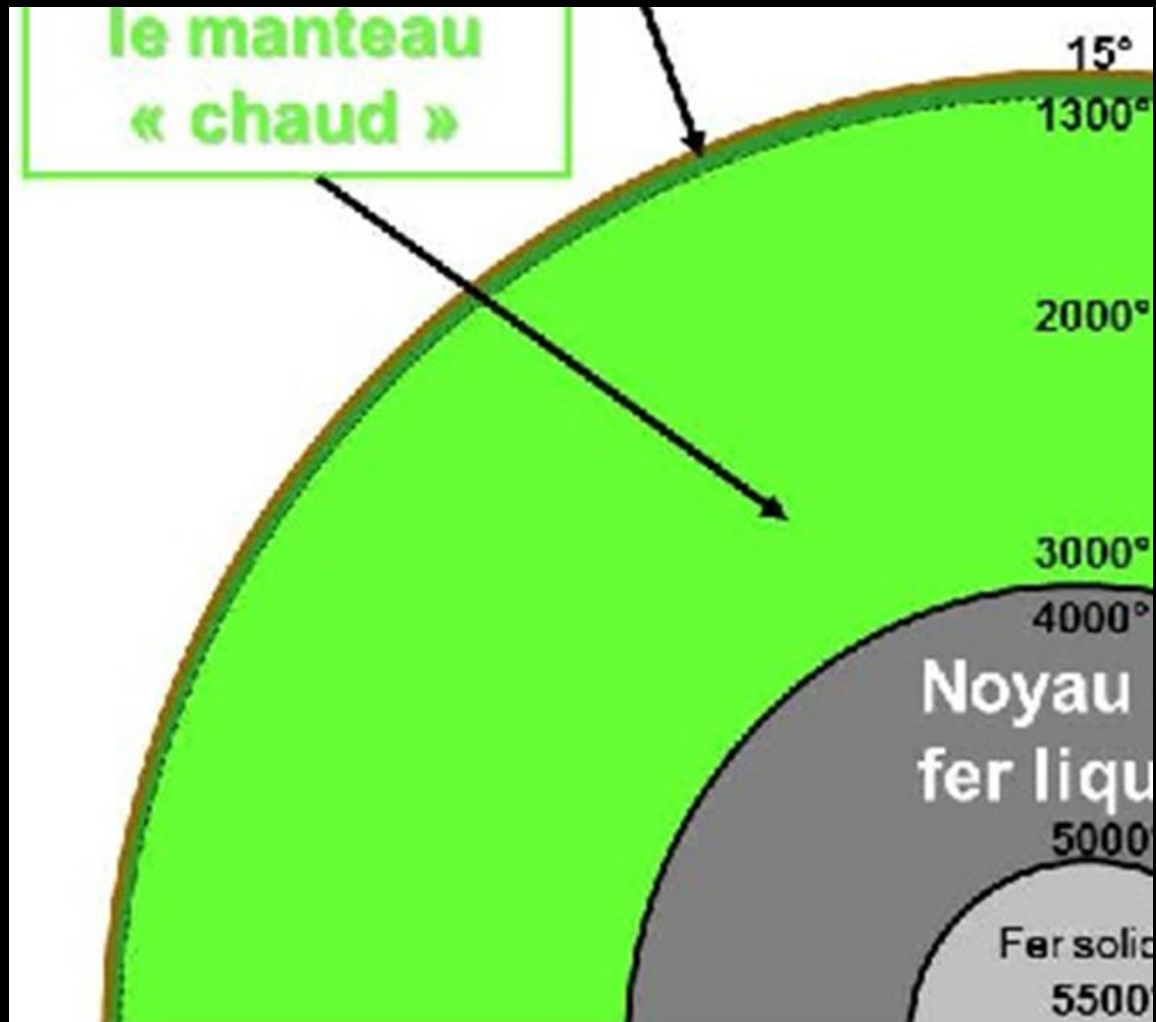
Pallasite ?

Météorite de fer



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

La structure interne de la Terre et les météorites différenciées



III- La diversité des météorites et leurs enseignements

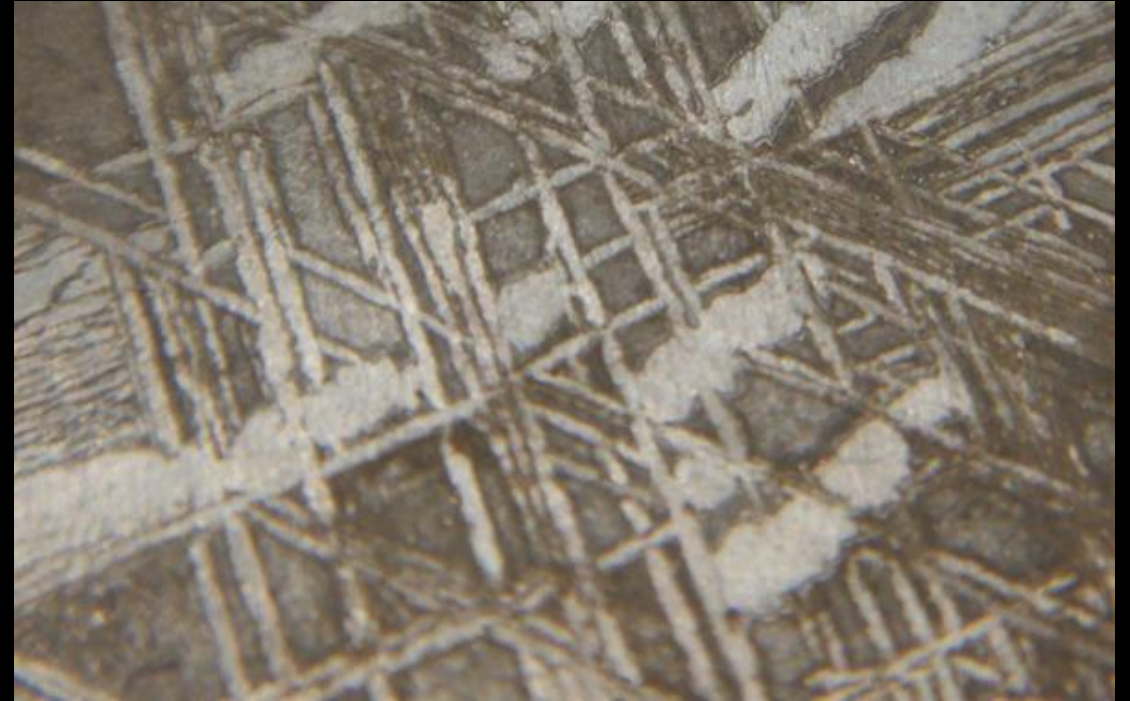
Les sidérites – des cœurs d'anciennes planètes détruites



Les sidérites sont les météorites avec la densité la plus forte.
Elles sont composées en majorité de fer avec un peu de nickel

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les sidérites – des cœurs d'anciennes planètes détruites



Les figures de Widmanstätten : caractéristiques de certaines sidérites.
Ces figures se forment lors de la cristallisation du mélange fer nickel vers 1000 °C .
Cette forme de lamelles ou aiguilles est révélée par une attaque à l'acide nitrique dilué.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

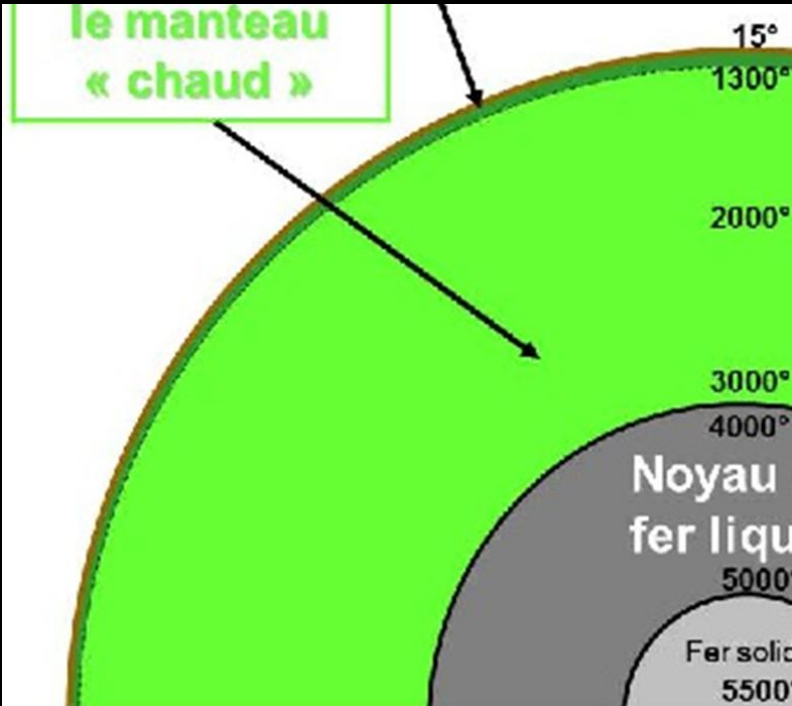
Les pallasites



Les pallasites, une fois tranchées, sont facilement identifiables : la lumière parvient à traverser les minéraux d'olivine pris dans une matrice de fer grise

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les péridotites sur Terre : morceau de manteau terrestre



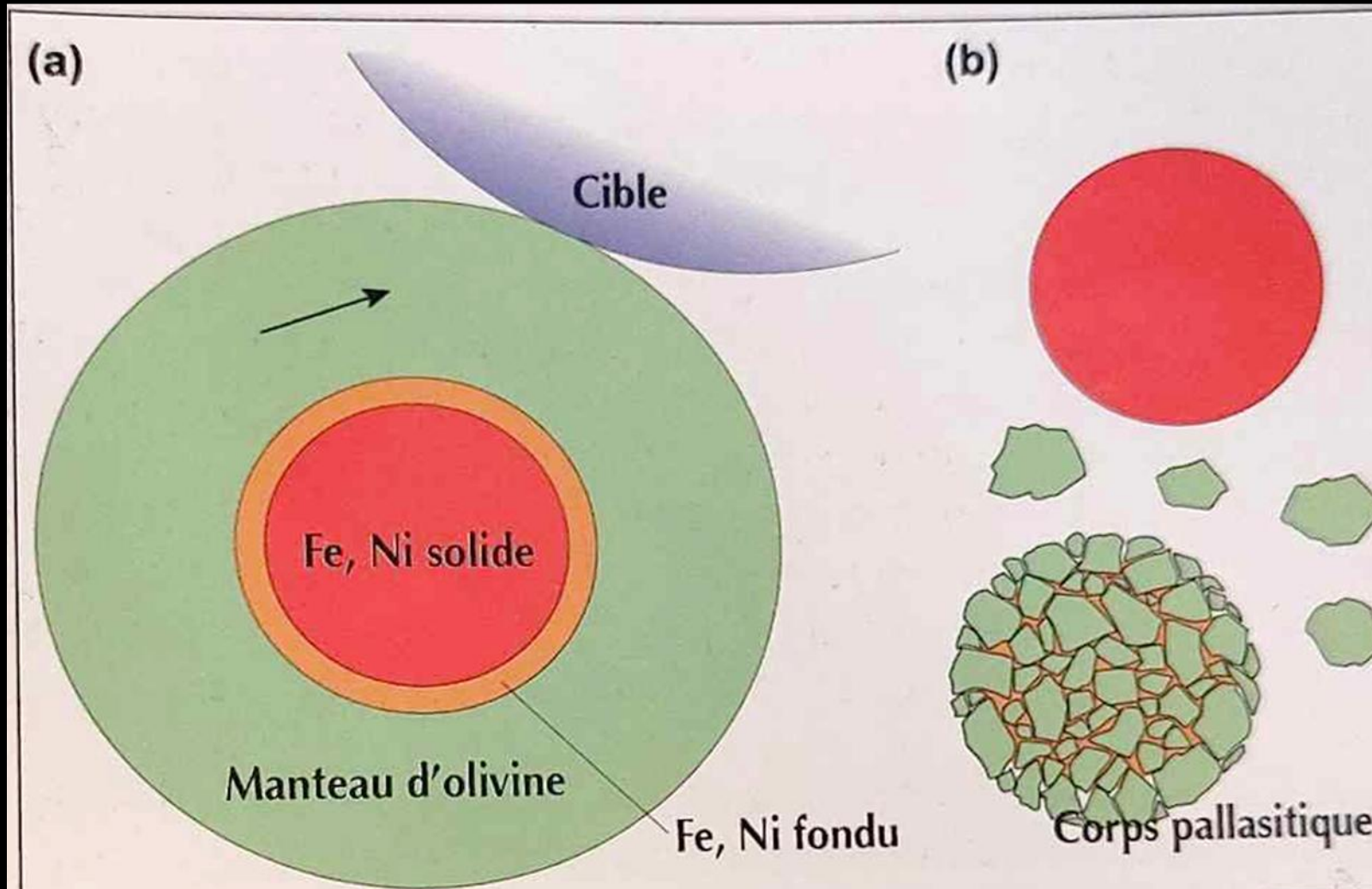
Echantillon de péridotite : composant du manteau terrestre



Les morceaux les plus profonds de la Terre accessible
Cette couleur verte dominante est due à un minéral : l'olivine.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les pallasites

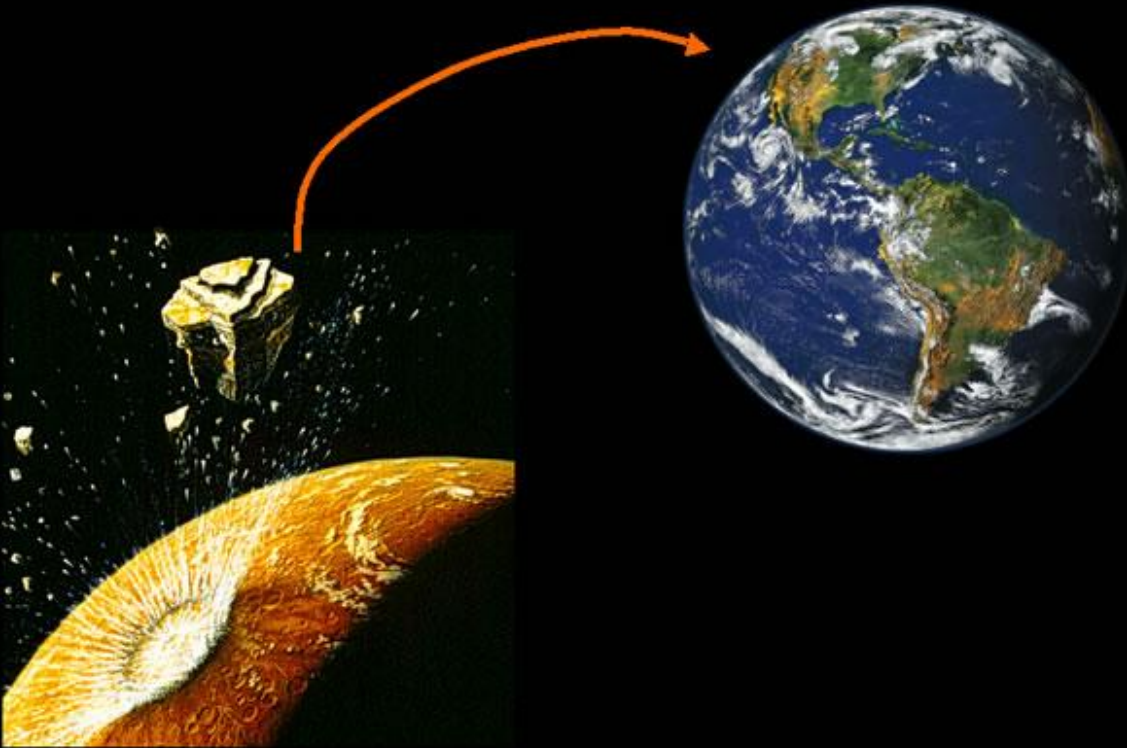


Les pallasites seraient issues d'un mélange de fer liquide provenant du noyau et d'un manteau d'olivine.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites lunaires

Du corps parent à la Terre



Achondrite signifie sans chondre.

Les achondrites correspondent à des météorites provenant de la croûte de corps différenciés. Les plus courantes proviennent du corps différencié le plus proche de nous : la Lune

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites lunaires



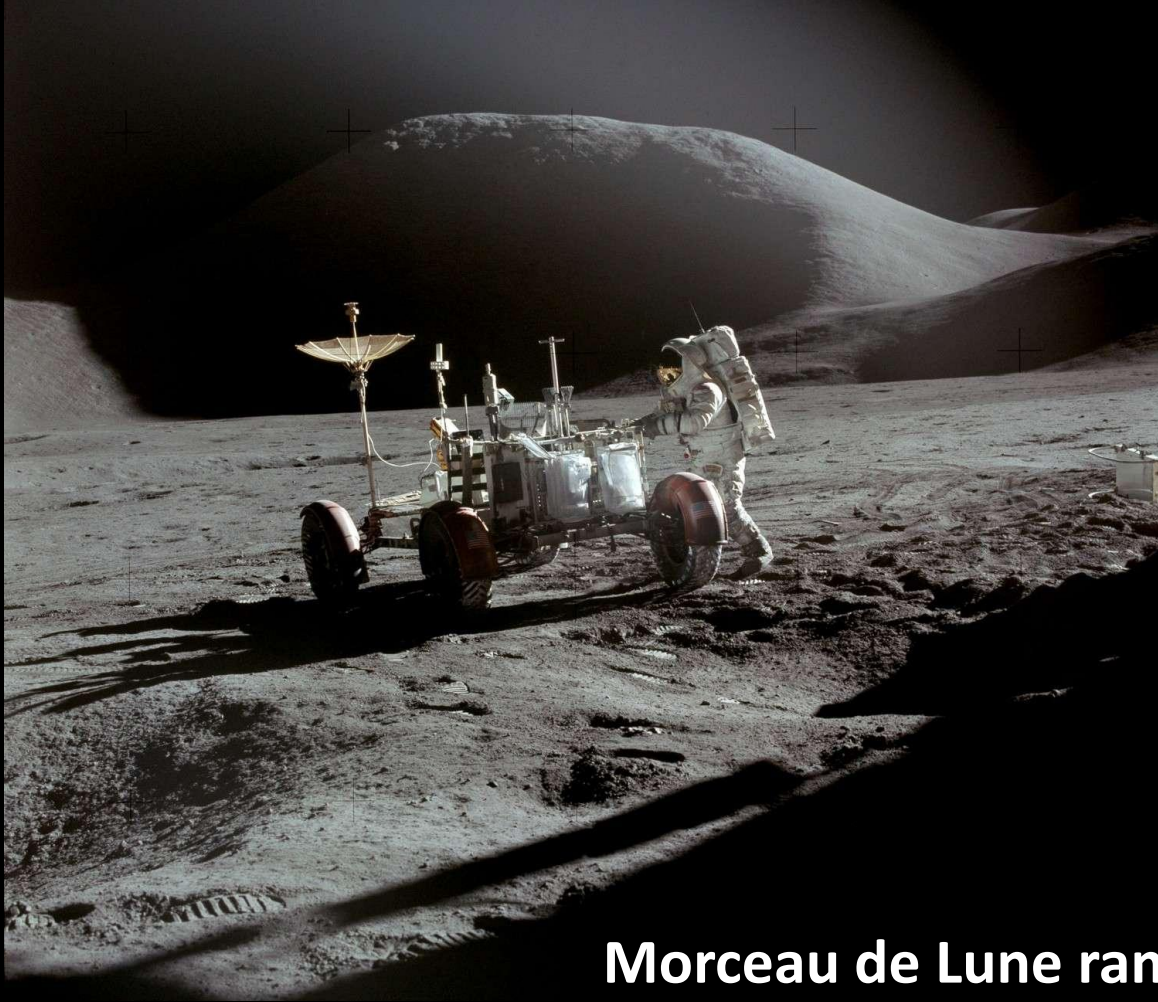
Météorite lunaire Allan Hills



Achondrite lunaire NWA 11444 (poids : 2,6 g)

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

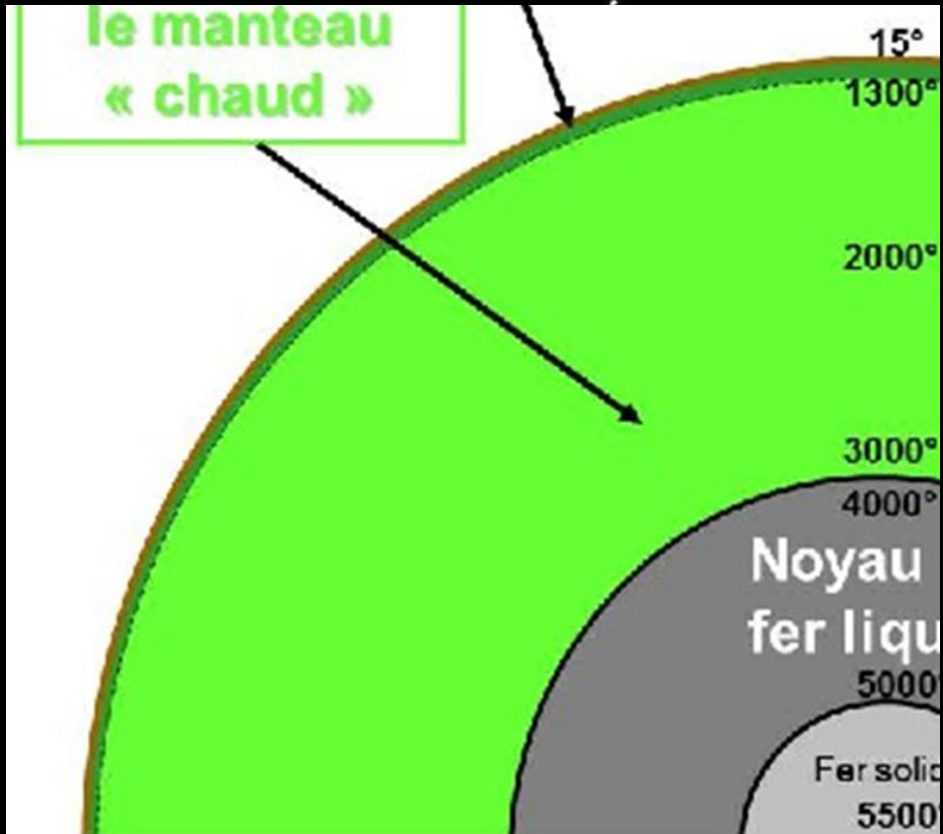
Morceaux de Lune



Morceau de Lune ramené par les
missions Apollo entre 1969 et 1972

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

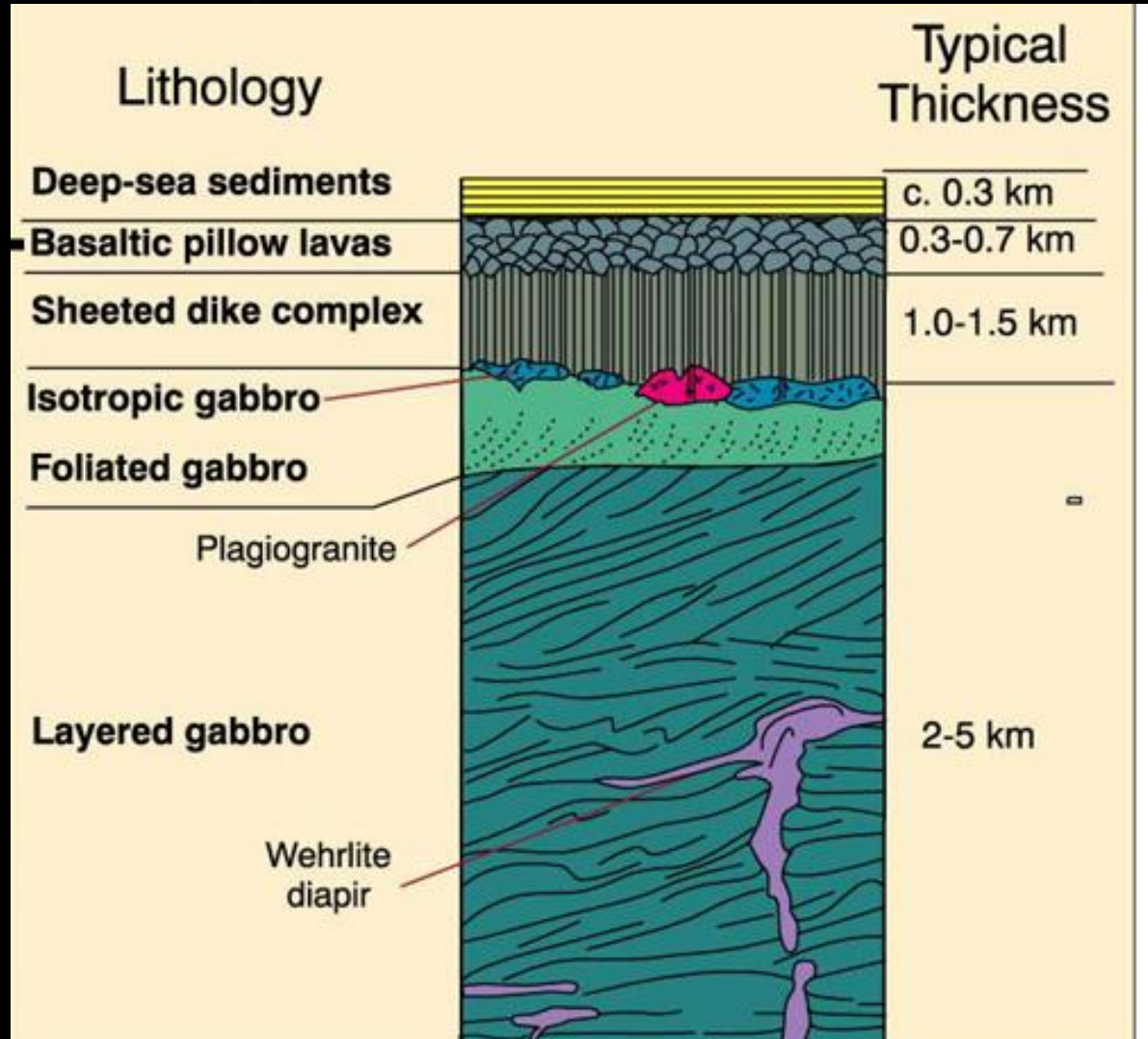
La structure interne de la Terre et les météorites différenciées



Basalte et gabbro, des morceaux de croûte océanique (70 % de la surface de la Terre).

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites de Vesta



Les eucrites et diogénites montrent que la croûte de Vesta est similaire à la croûte océanique terrestre avec en surface des basaltes et en profondeur des gabbros. Même composition chimique des roches mais temps de refroidissement plus ou moins long.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Vesta, deuxième plus grand astéroïde



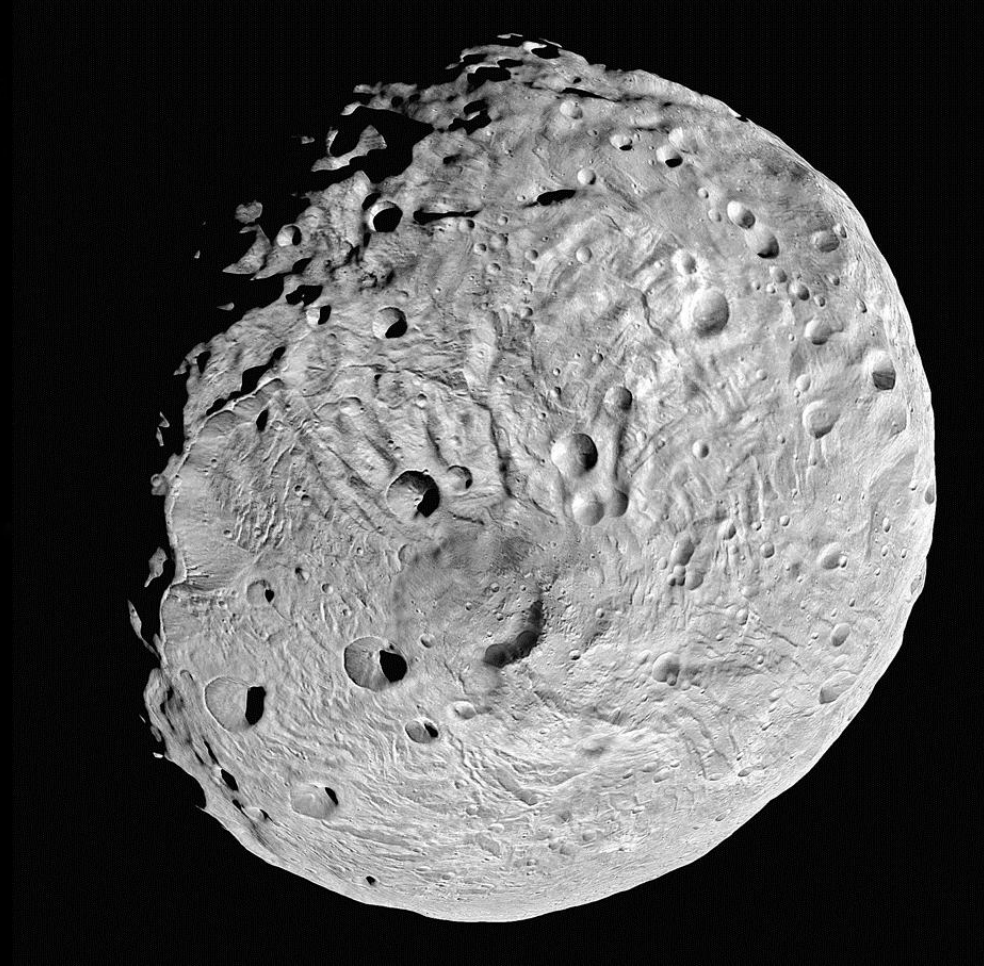
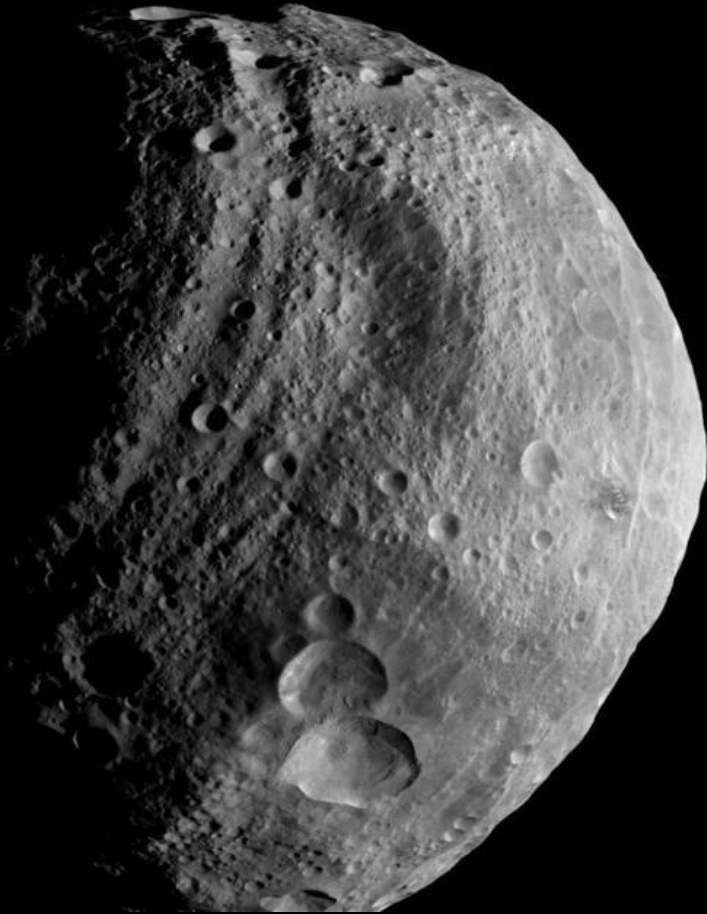
La sonde américaine Dawn a exploré l'astéroïde géant Vesta en 2011 puis la planète naine Cérès en 2015



Vesta vu par la sonde Dawn, Vesta mesure 500 km de diamètre

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Vesta, deuxième plus grand astéroïde



Vesta vu par la sonde Dawn, Vesta mesure 500 km de diamètre

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites de Vesta

La spectroscopie est l'analyse de la lumière émise par un objet pour déterminer sa composition.

Présentation d'une analyse de la réflectance infrarouge des échantillons d'achondrites sur Terre et de l'astéroïde Vesta.

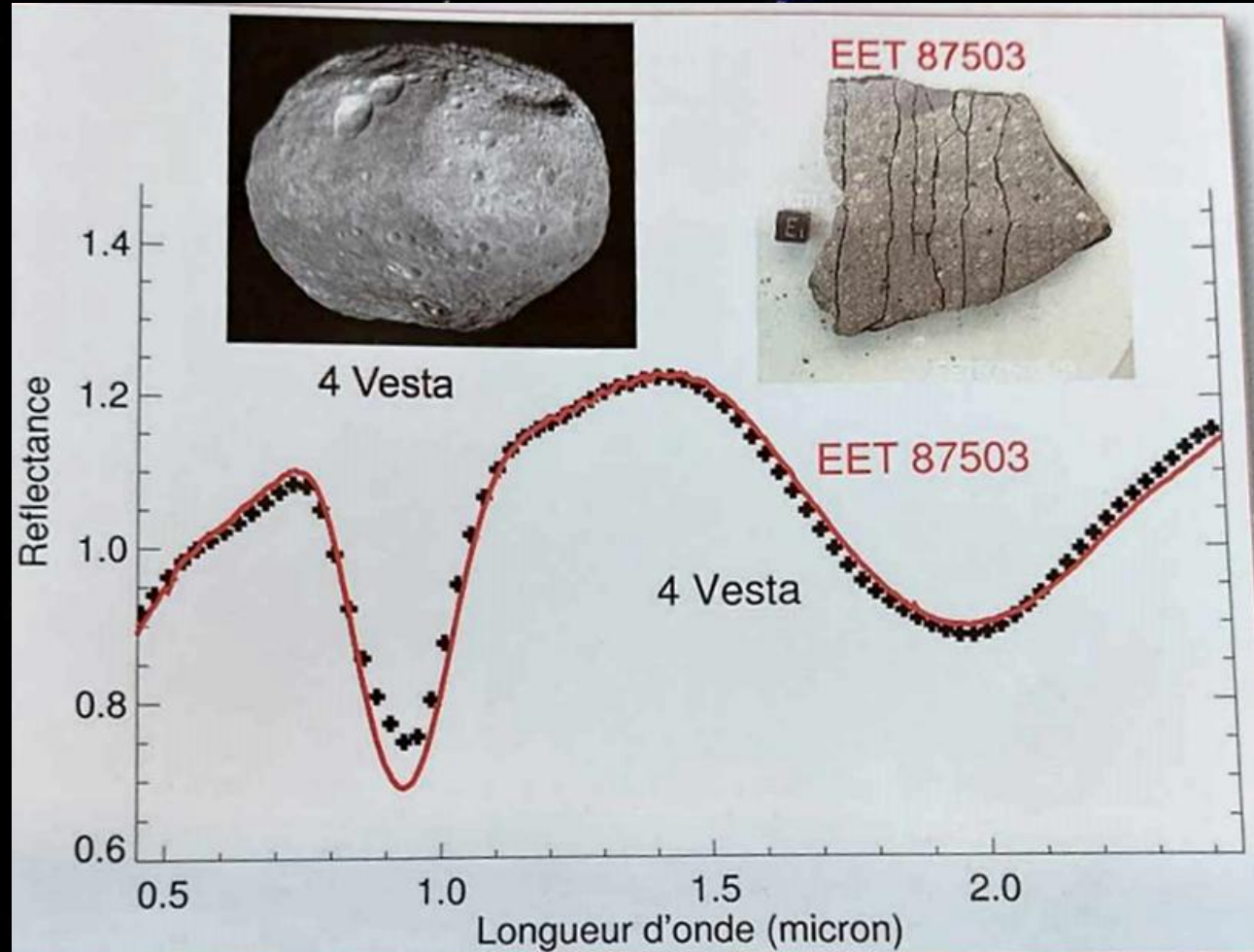


Fig. 1 : La spectroscopie a permis d'établir le lien entre l'astéroïde Vesta et les howardites (ici la howardite EET 87503). Les bandes d'absorption autour de 1 et 2 microns indiquent la présence de pyroxène.

Figure réalisée par Richard Binzel.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites de Vesta



La météorite de Juvinas est donc un bout de Vesta !
Tout comme les météorites de Koblenz.

Un morceau de la météorite de Juvinas est ici exposée à Paris au Museum d'histoire naturelle

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites de Vesta



Fig. 7 : Deux météorites différenciées. Ci dessus : météorite de Bouvante, un basalte épanché à la surface de l'astéroïde Vesta (une eucrite), notez

Achondrite de type Eucrite =
Basalte provenant de Vesta



Achondrite de type Diogénite =
Gabbro provenant de Vesta

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

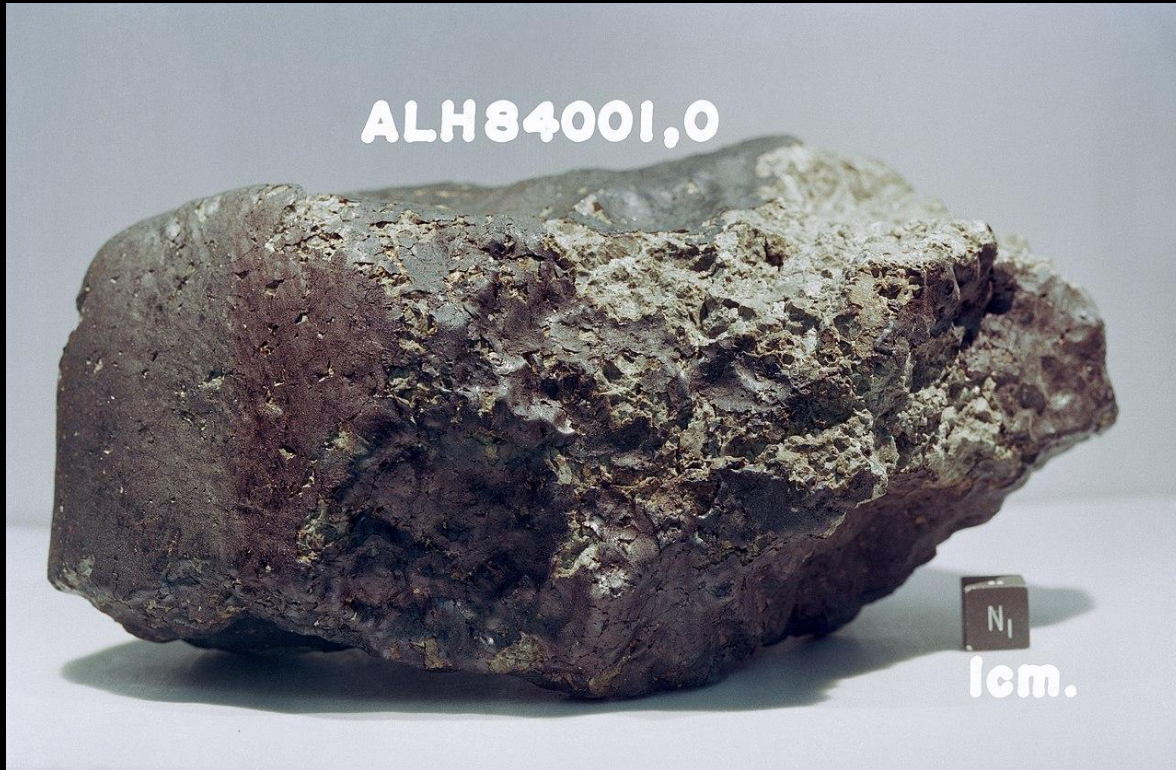
Les achondrites de Vesta



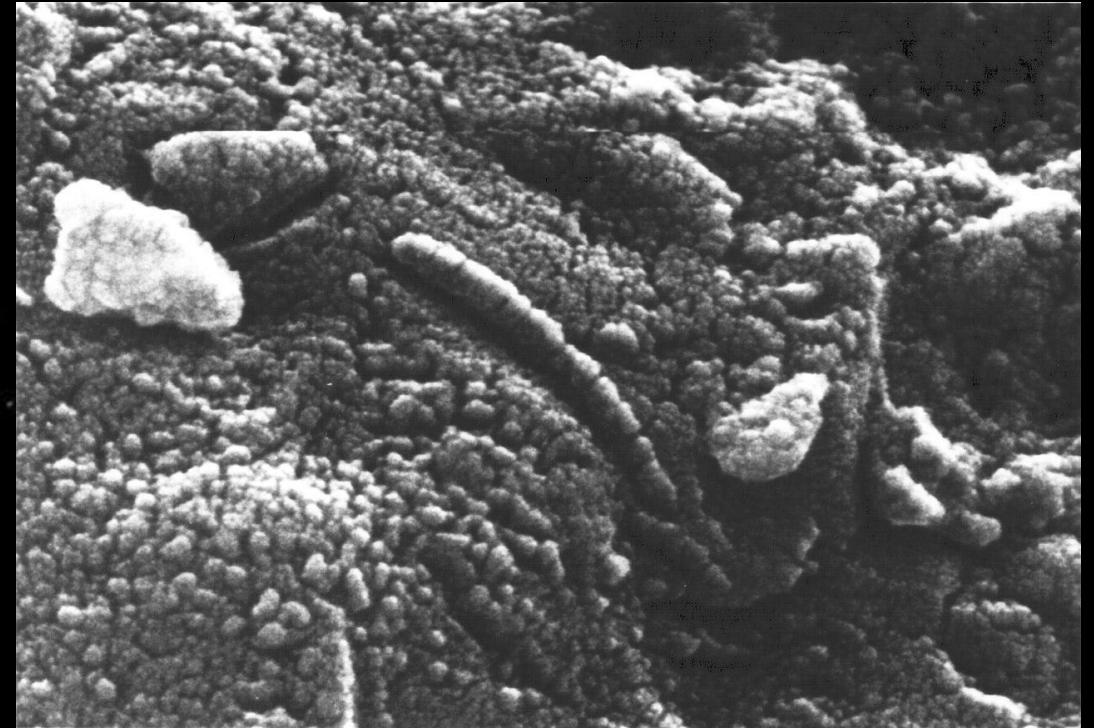
Un morceau de Diogénite
découvert en Algérie (2009)

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites martiennes



ALH 84001, une météorite martienne célèbre pour la découverte de formes microbiennes.



Observation au microscope électronique de la météorite martienne ALH84001

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Les achondrites martiennes

EETA79001



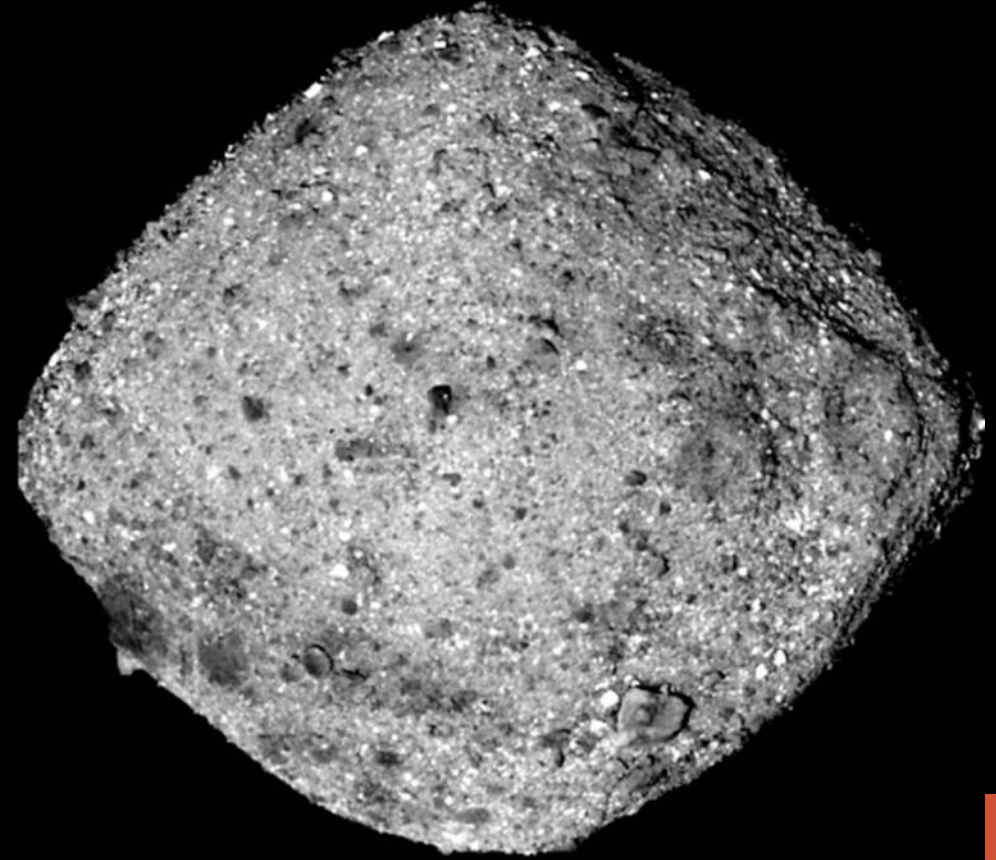
Les shergottites, du nom de la météorite de Shergotty (tombée en Inde en 1865).

Ce sont des basaltes assez récents (moins de 200 millions d'années). Ce groupe rassemble environ les trois-quarts des météorites martiennes

Ici EETA 79001 (en), une shergottite.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

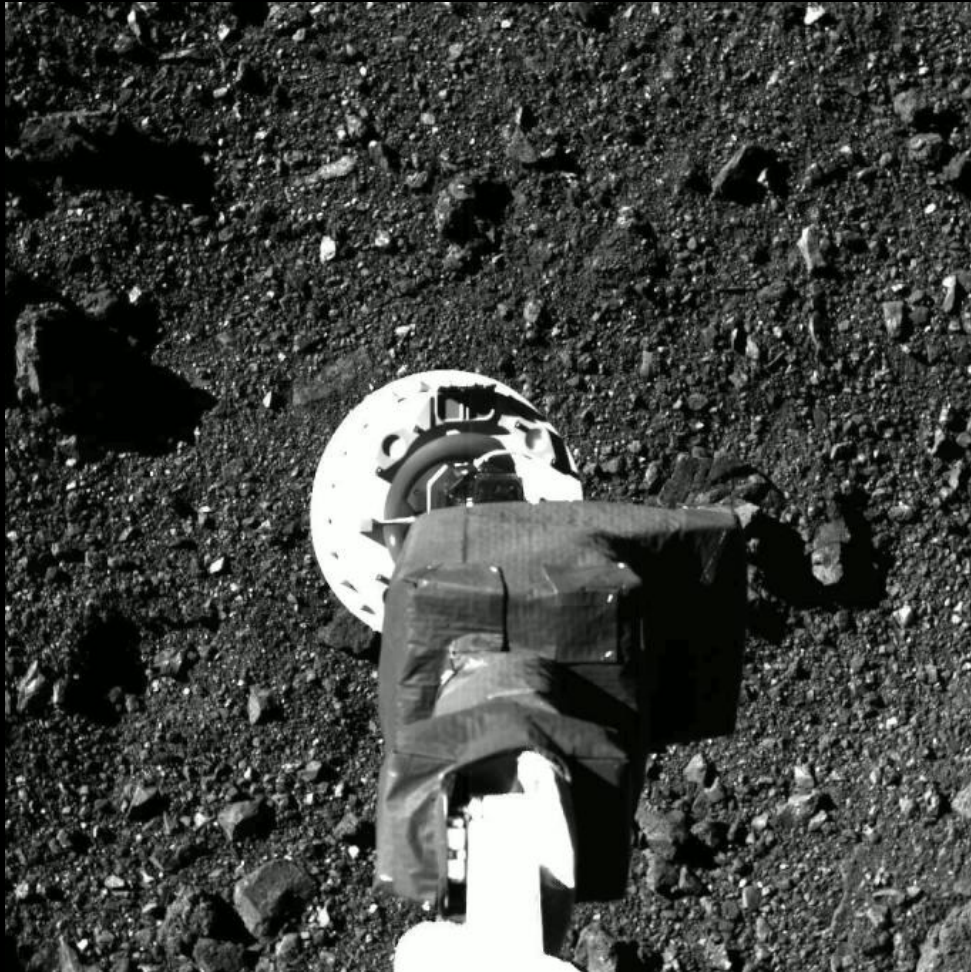
Dans le futur : explorations des astéroïdes in situ et retour d'échantillons



Une exploration de grande précision : la sonde Osiris-Rex

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Dans le futur : explorations des astéroïdes in situ et retour d'échantillons



Prélèvements d'échantillons sur l'astéroïde
Bénou par la sonde Osiris-Rex

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Dans le futur : explorations des astéroïdes in situ et retour d'échantillons



L'analyse préliminaire de ces fragments de Bénou a révélé qu'ils sont riches en carbone et en eau, ce qui serait donc proche des chondrites carbonées.

Le carbone et l'eau sont des éléments essentiels à partir desquels la chimie organique s'est opérée sur notre planète pour aboutir à l'émergence de la vie.

III- La diversité des météorites et leurs enseignements

Dans le futur : explorations des astéroïdes in situ et retour d'échantillons

La sonde Psyché a décollé en 2023 et devrait rentrer en orbite autour de l'astéroïde du même nom en 2029.

Psyché est un astéroïde métallique qui serait proche de la composition des sidérites.



Conclusions

Les météorites, une diversité d'objets qui nous racontent l'histoire du système solaire et donc notre histoire

