

Composition sur un sujet de géologie

Durée : 4 heures

Remarques importantes

- B. Le sujet comporte seize documents, indexés de 1 à 16, et proposés dans un ordre quelconque. Certains de ces documents pourront être joints à la copie si le candidat considère que des annotations en surcharge constituent des éléments appréciables de réponse aux questions ; il devra alors les coller sur la copie.
- C. Il est rappelé que la notation valorise l'exploitation judicieuse des documents d'une part, les apports de connaissances et d'illustrations personnelles précises d'autre part. La rigueur de l'argumentation, les démarches employées, ainsi que les qualités de rédaction et de présentation sont également prises en compte dans la notation.
- D. Une attention toute particulière doit être portée par les candidats à la précision de l'analyse scientifique des documents. Le nombre de points attribués à l'exploitation d'un document sera fonction de la complexité de ce document.

Les Météorites

Vous rédigerez à la fin de chaque partie une conclusion partielle en rapport avec le titre général du sujet, en incluant une transition permettant l'enchaînement logique des différentes parties.

A. Introduction.

Vous rédigerez une introduction au sujet que vous allez traiter.

B. Les origines des météorites.

1. En vous appuyant sur la description des documents 1 et 2, vous utiliserez vos connaissances afin de présenter la diversité des météorites et insisterez sur les façons de les classer.
2. En utilisant les documents 4 et 5, vous présenterez l'origine et l'histoire des chondrites. Vous n'oublierez pas de détailler le principe de la technique utilisée dans le document 5.
3. Après avoir commenté la relation entre la durée d'activité magmatique d'un corps et sa taille, vous utiliserez les documents 6 et 7 pour expliquer pourquoi on peut dire que les météorites appelées SNC proviennent de Mars.

C. Les météorites, outils d'étude et « drosophiles du géochimiste » !

1. En décrivant et en expliquant le document 8, vous montrerez comment les météorites permettent de donner un âge absolu à la Terre et au système solaire.

2. Après avoir analysé le document 14, vous expliquerez comment la mesure des radionucléides éteints dans les météorites permet d'avoir une idée sur la date de la différenciation des corps du système solaire (ici la formation du noyau).

3. À l'aide du document 7a et de vos connaissances, vous expliquerez l'hétérogénéité spatiale de cratérisation visible sur le document 7b. Vous en déduirez l'apport des cratères de météorites à la datation.

4. Après avoir compléter le document 16 en effectuant un bilan de masse, et en utilisant vos connaissances vous expliquerez comment la composition chimique de la Terre peut être déterminée. Vous n'oublierez pas d'expliquer l'origine du jeu de données dont on dispose.

D. Les météorites, des agents géologiques majeurs.

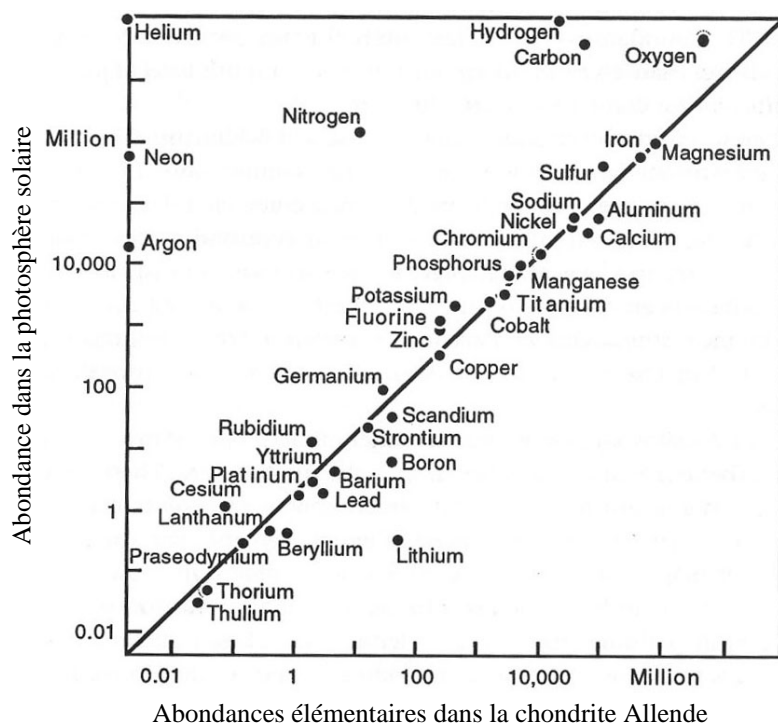
1. À l'aide de vos connaissances, et éventuellement des documents précédents, vous détaillerez le rôle des météorites dans la formation de la Lune et l'apport de volatils sur Terre (cf. documents 13 et 15).

2. Après avoir décrit les documents 3, et 11, vous utiliserez le document 12 et vos connaissances afin de présenter le rôle des météorites dans l'Histoire géologique et biologique de la Terre.

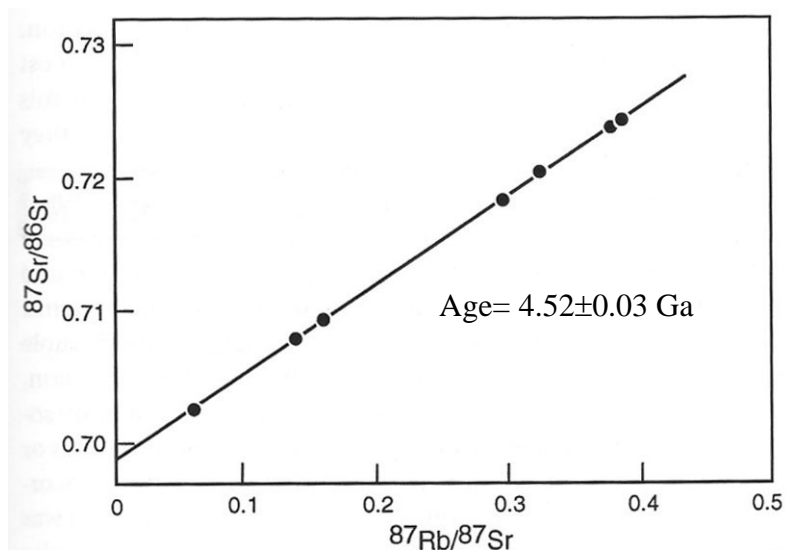
E. Conclusion générale.

Vous rédigerez une conclusion générale, en utilisant par exemple le document 10.

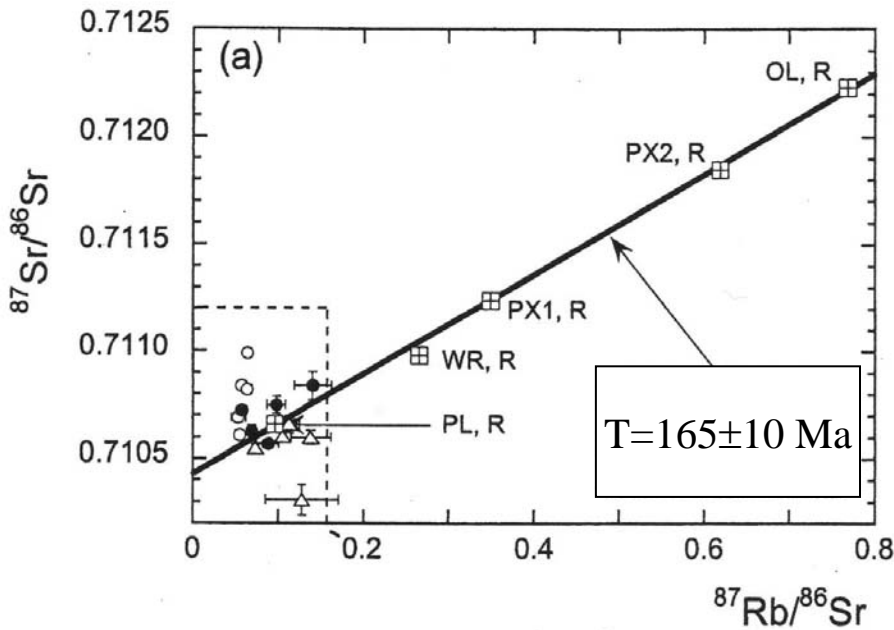
Document 4.-Composition chimique d'une chondrite carbonée comparées à celle du soleil.



Document 5.- Datation de la chondrite ordinaire de Tieschitz par la méthode Rubidium/Strontium



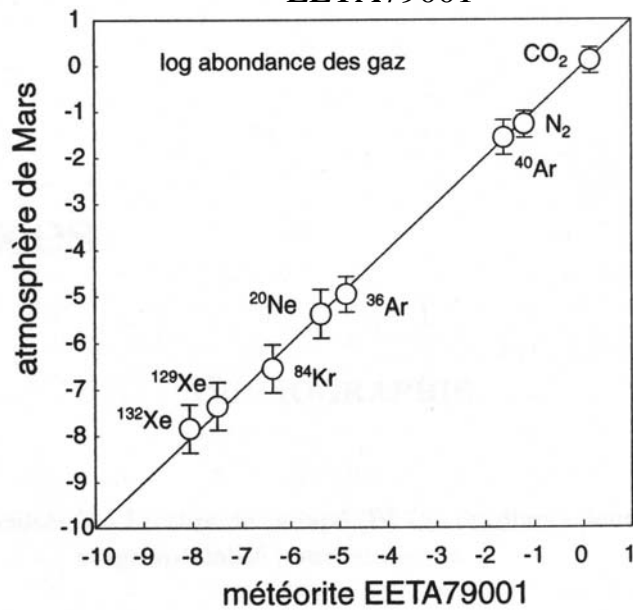
Document 6.- Méthode Rubidium/Strontium sur la météorite SNC Yamato-793605 (SNC: Shergottite-Nakhlite-Chassignite)



Légende:

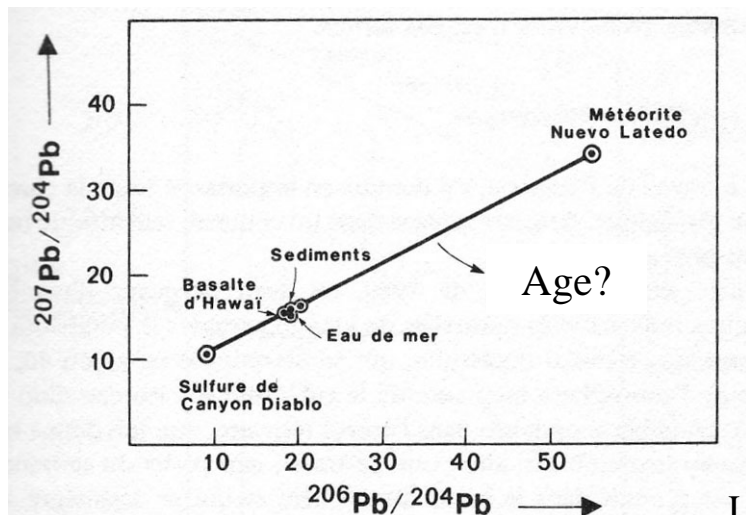
- Ol: fraction olivine
- Px: fraction pyroxène
- WR: roche totale
- Pl: fraction plagioclase

Document 7.- Composition en gaz rares de l'atmosphère de Mars (mesurée par Viking, 1976) comparées à celle des inclusions gazeuses piégées lors du choc extracteur de la SNC EETA79001

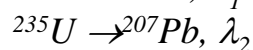
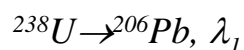


Document 8. Age de la Terre et du système solaire

N.B: Les sulfures de la météorite Canyon Diablo ne contiennent pas d'uranium, l'eucrite Nuevo Laredo est très riche en uranium.



On rappelle:

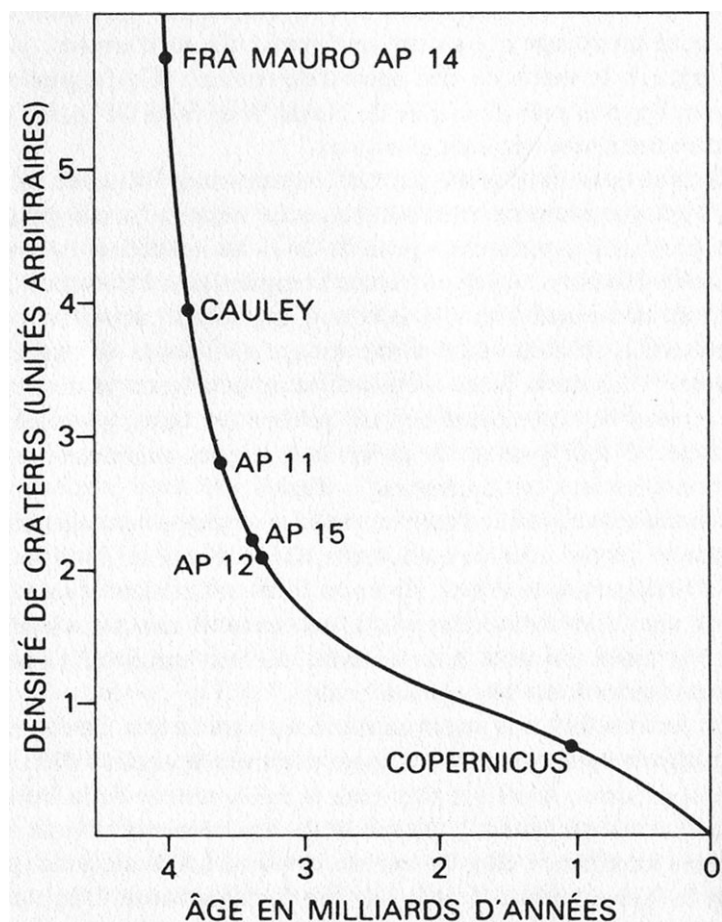


et t étant la date de fermeture du système:

$$\frac{\left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right) - \left(\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0}{\left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right) - \left(\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}\right)_0} = \frac{1}{137.88} \frac{(e^{\lambda_2 t} - 1)}{(e^{\lambda_1 t} - 1)}$$

L'indice 0 désigne les rapports isotopiques initiaux en plomb

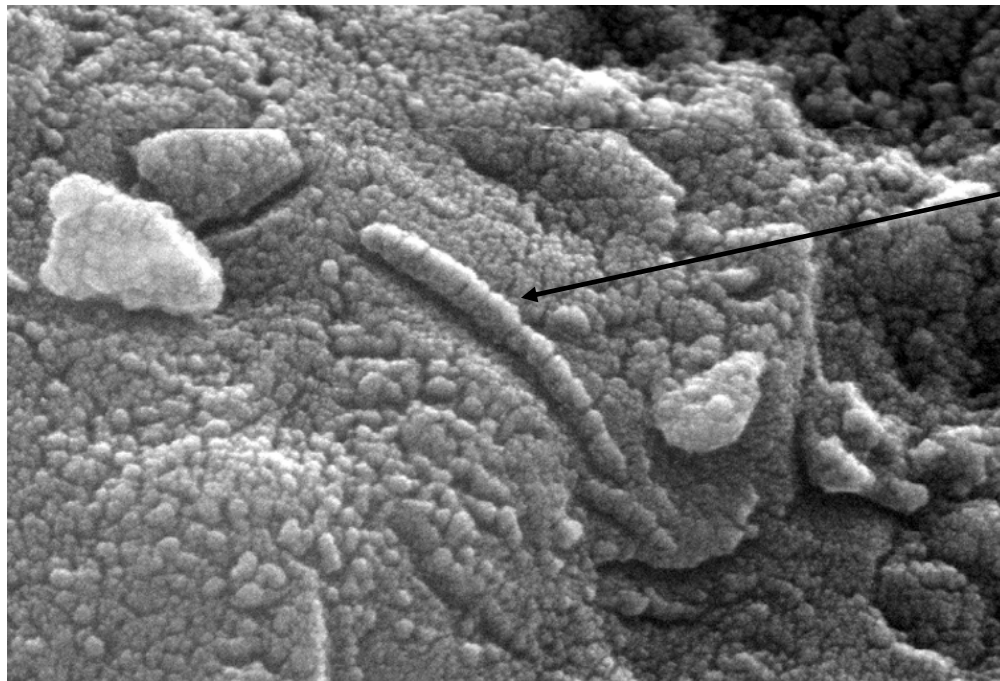
Document 9. Cratères d'impacts sur la lune



Document 7a. N.B: La calibration en temps a été obtenue par la datation des roches prélevées lors des missions lunaires

Document 7b. N.B.: On distingue sur la Lune des mers basaltiques et des plateaux anorthositiques.

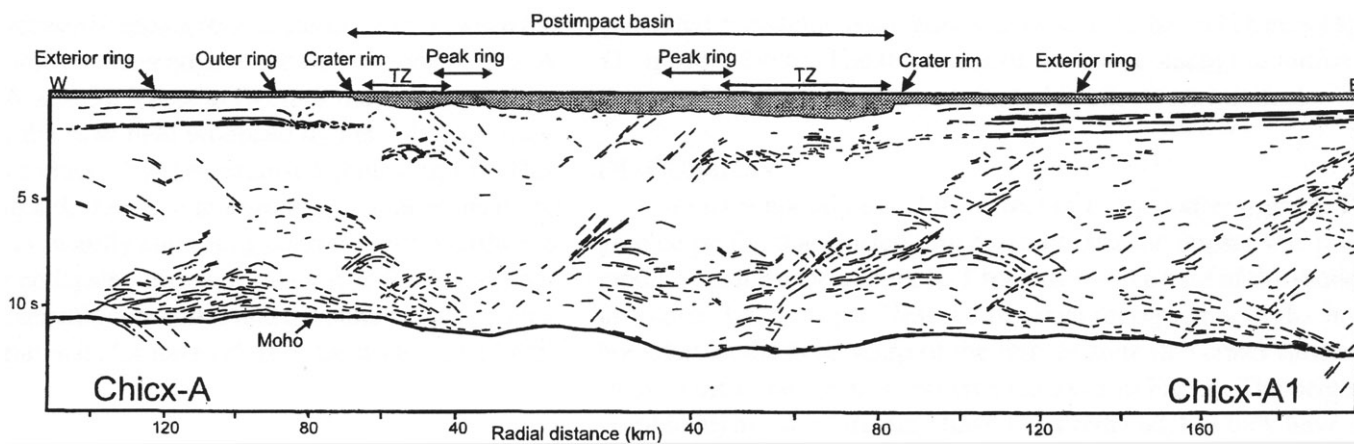
Document 10. Observation en Microscopie électronique à balayage dans la météorite martienne (SNC) ALH84001, trouvée en Antarctique.



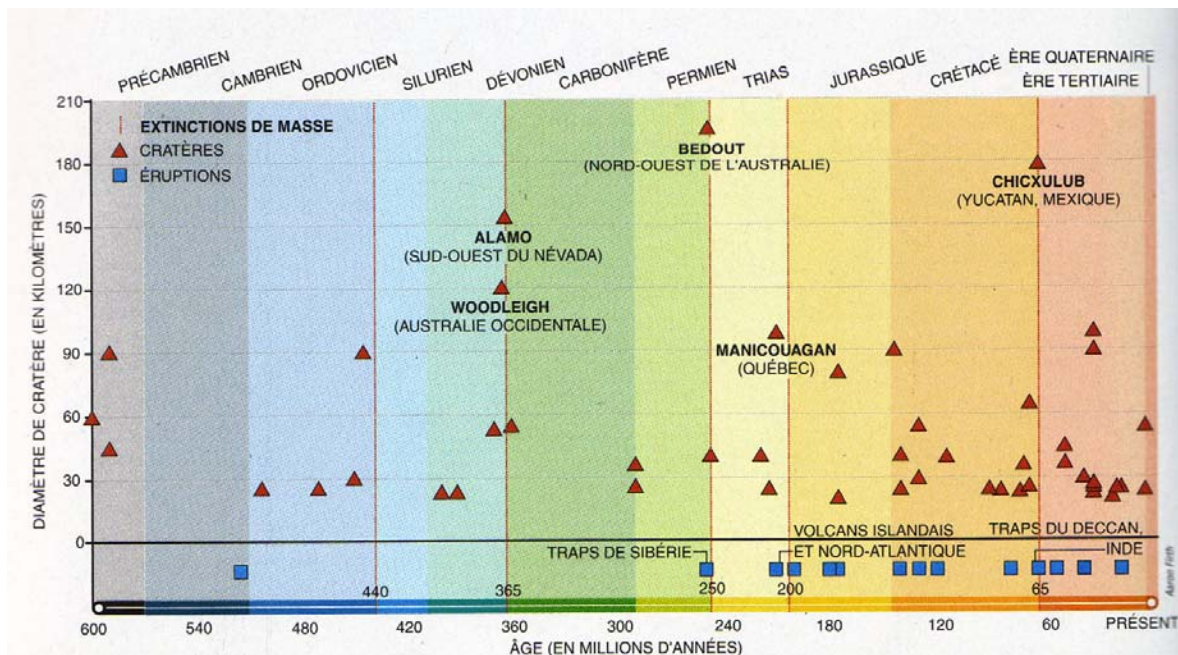
Bactérie?

Document 11. Profil de sismique réflexion, Chixculub.

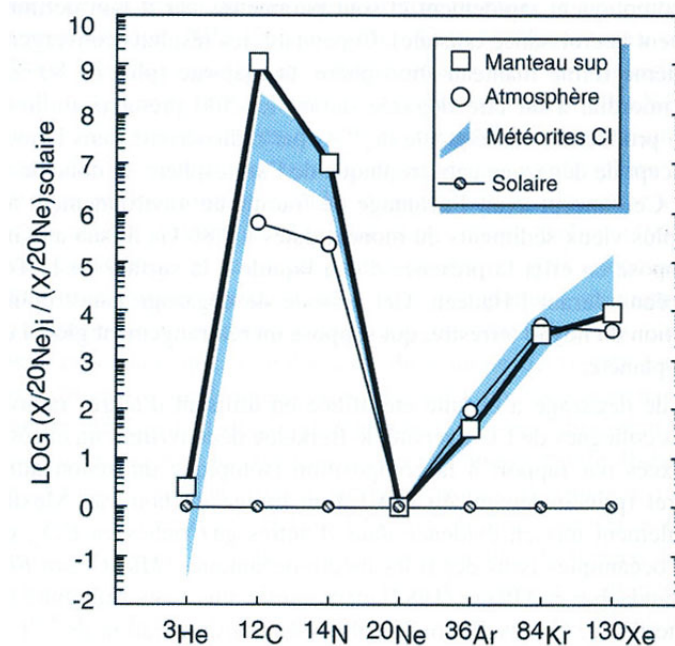
N.B.: La couche en grisé correspond à des brèches tertiaires. Les terrains sédimentaires Crétacé montrent des réflecteurs marqués.



Document 12. Chronologie des extinctions biologiques, du volcanisme de trapps, et des impacts majeurs.

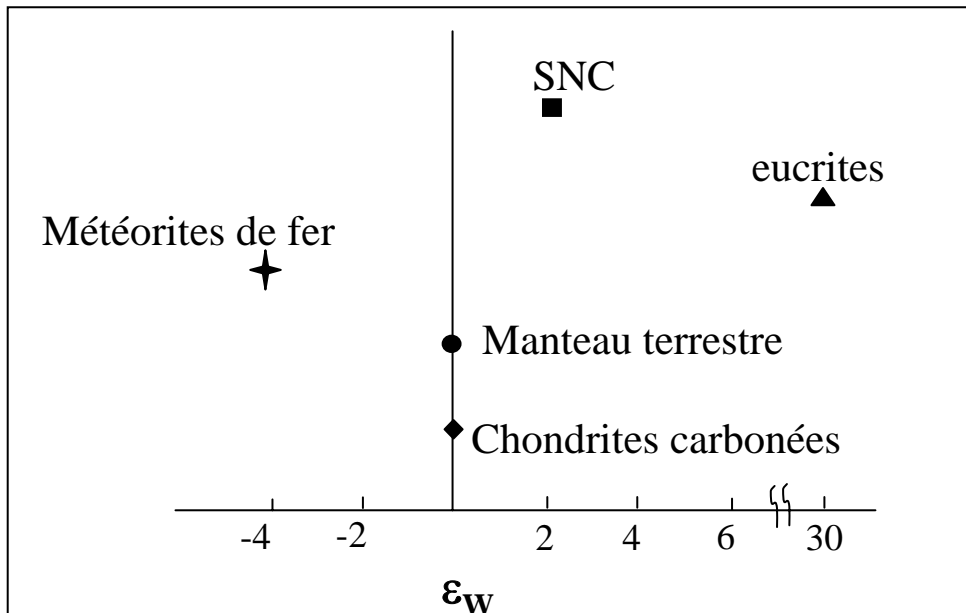


Document 13. Comparaison des abondance en éléments volatils de différents réservoirs de la Terre et du système solaire. Les abondances sont normalisées au néon et à la composante solaire.



Document 14. Rapport isotopique du tungstène normalisé à celui des chondrites carbonées pour différents corps du système solaire.

*N.B: Les SNC sont des météorites supposées représenter la croûte et le manteau martien.
Les eucrites sont des météorites supposées représenter la croûte de l'astéroïde Vesta (astéroïde de 500 km de diamètre dans la ceinture entre Mars et Jupiter).*



On note: $\epsilon_w = \left(\frac{182\text{W}}{180\text{W}} \right)_X - \left(\frac{182\text{W}}{180\text{W}} \right)_C$ L'indice C désigne le rapport isotopique du tungstène dans les chondrites carbonées

- N.B:* $^{182}\text{Hf} \rightarrow ^{182}\text{W}$, $T=9\text{ Ma}$ (millions d'années).
- On considère qu'il ne reste plus d'élément père au bout d'une période de $10 \cdot T$. L'Hafnium 182 est qualifié de radionucléide éteint.
 - L'Hafnium 182 n'a été apporté qu'à l'instant initial de la formation du système solaire.
 - Le tungstène (W) est sidérophile, c'est à dire qu'il se concentre dans le noyau.
 - L'hafnium (Hf) en revanche est lithophile.
 - Le ^{180}W est non radiogénique.

Document 15. Bilan de masse de l'eau et du carbone apportés par le vernis tardif et masse actuelle de ces éléments sur Terre

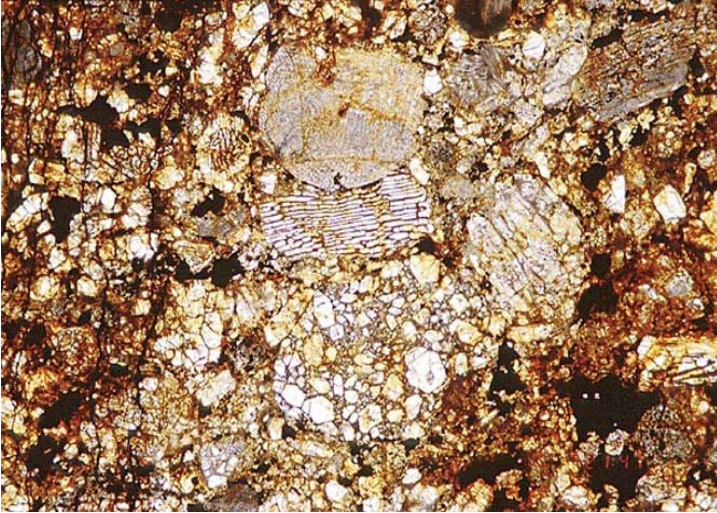
Masse des météorites tombées sur Terre depuis la fin de l'accrétion (vernis tardif), $M_v = 2.7 \cdot 10^{22}$ kg
 Concentration massique en eau des chondrites carbonées: $[\text{H}_2\text{O}] = 10\%$
 Concentration massique en carbone des chondrites carbonées: $[\text{CO}_2] = 5\%$
 Masse des océans: $M_o = 1,4 \cdot 10^{21}$ kg
 Masse de carbone: $M_c = 7 \cdot 10^{20}$ kg

Document 16. Concentrations massiques des éléments majeurs dans la Terre silicatée (manteau +croûte=pyrolite), dans les chondrites, et dans le noyau.

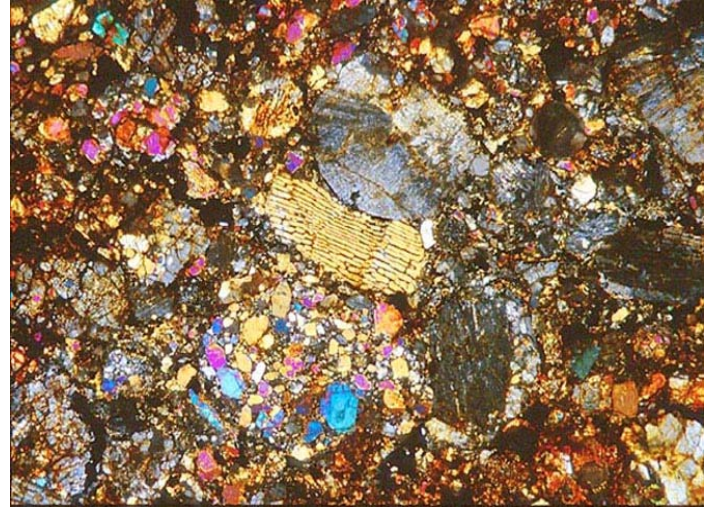
	Chondrite	pyrolite	Noyau
Fe	29%	5.89%	?
Mg	14.8%	22.2%	?
Ni	1.8%	0.2%	?
Si	16%	21.5%	?

N.B: La Terre silicatée constitue 2/3 de la masse de la Terre totale, le noyau, le 1/3 restant

Document 1.- Microphotographies de la météorite *Sahara 97095* en lame mince



Lumière naturelle



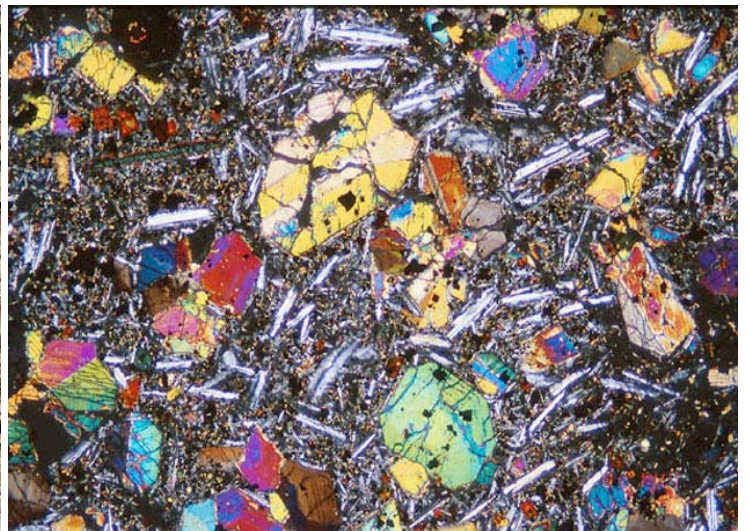
Lumière polarisée/analysée

N.B: L'analyse chimique des plages opaques montre qu'il s'agit d'assemblages Fer-Nickel

Document 2.- Microphotographies d'une eucrite en lame mince



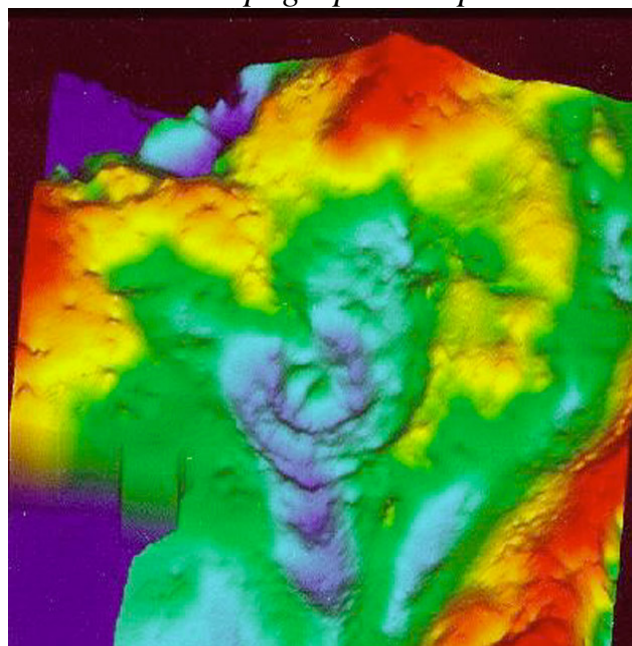
Lumière naturelle



Lumière polarisée/analysée

Document 3.- Anomalies gravimétriques, Chixculub.

N.B: la topographie est plate.



+70 mgal

- 40 mgal