



Spécimen non-identifié
Source : Photo personnelle



sidérite octaédrite IIAB - Sikhote-Alin 12/02/1947 Sibérie.
Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_Sikhote-Aline#/media/Fichier:SikhoteAlinMeteorite.jpg

LA MÉTÉORITE

« Un laitier ... »



Spécimen non-identifié

Contexte

Père a trouvé un spécimen lors de ses brocantes quotidiennes. Il a acheté à un brave exposant pour 5 roupies, avec en plus une belle aragonite de la taille d'une clémentine une drôle de « roche ». Le marchand ne semblait ne pas savoir ce que c'était et avait l'air de vouloir s'en débarrasser.

Après quelques recherches, j'en ai conclu qu'il s'agissait d'une « météorite ferreuse » son poids, sa texture, son magnétisme etc... Un certain « acteur du domaine de la géologie » dans un élan d'inconscience saupoudré d'une once d'ignorance m'annonça de brut en blanc qu'il s'agissait là d'un « LAITIER »...bouché bée, je sais quand même que le cailloux que je tiens dans la main n'est en tout cas pas ce dit « laitier ». Je sais à quoi ça ressemble, son poids, sa densité à la main nu...Outrais, je rentra songeur, car étant penseur compulsif, plus que ce que l'homme, qui soit disant passant fait des lamelles minces de minéraux au musée de Géologie de Sainte Amé m'avait annoncé, me renda davantage en accord avec ma théorie.

Par conséquent, depuis ce jour, je cherche à mon échelle et avec mes propres moyens et protocoles, à élucider le mystère autour de cet étrange échantillon.

Ainsi je suis on ne peut plus sûr que ce que père m'a trouvé, est un trésor venue de l'ESPACE.



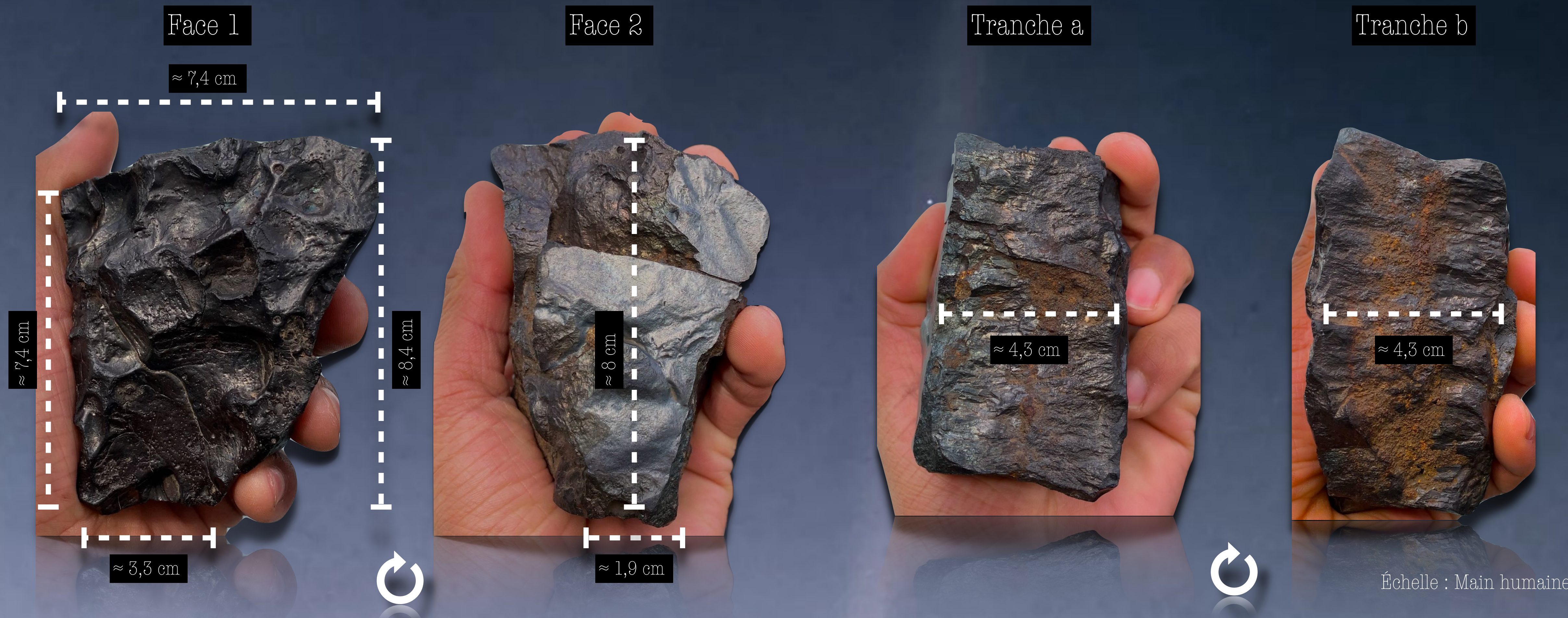
Photo personnelle.
Spécimen non-identifié

Détails spécimen 1 non-identifié

Premières observations


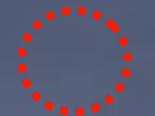
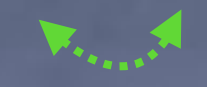

Mesures I

Photo personnelle. Spécimen non-identifié



Premières observations avant éléments de comparaisons

Face 1

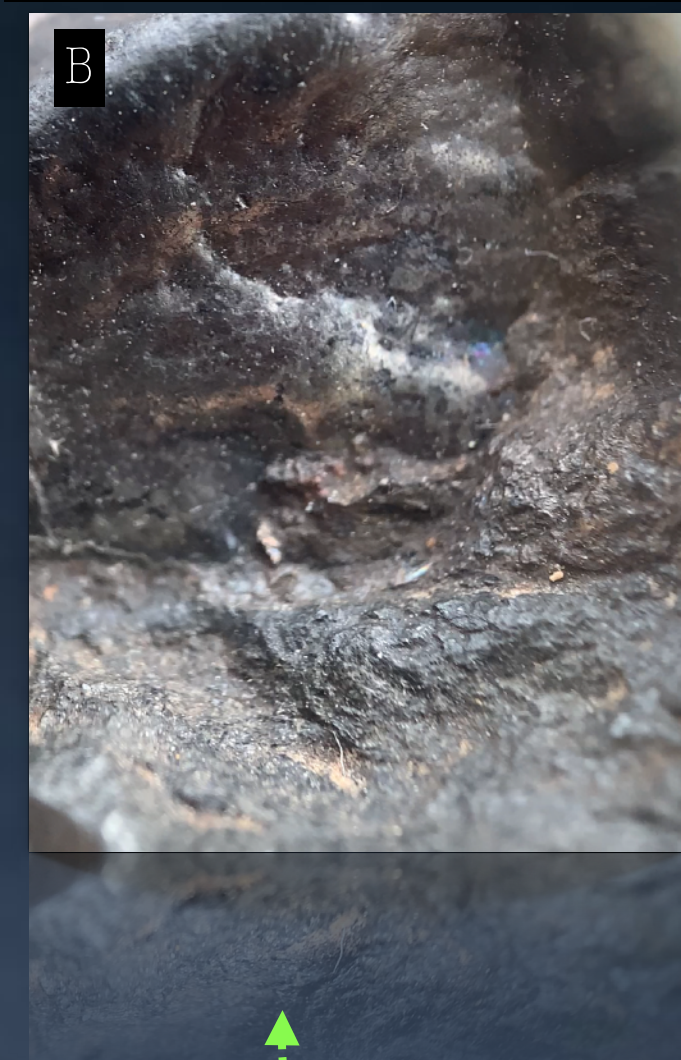
- A Semble être une « Croute de fusion noire, mate et fine »/ « Bouclier de fusion ». **(AC)**
- B Surface peut avoir été travaillée par la traversée de l'atmosphère. **(AC)**
- C Éléments métallique de forme sphérique « billes/grains métalliques » = hématite (oxydation)? **(AC)** 
- D Formations de regmaglyptes. **(AC)** 
- E Coins arrondis lissés. Sillons. **(AC)** 
- F Marques découlements. **(AC)** 



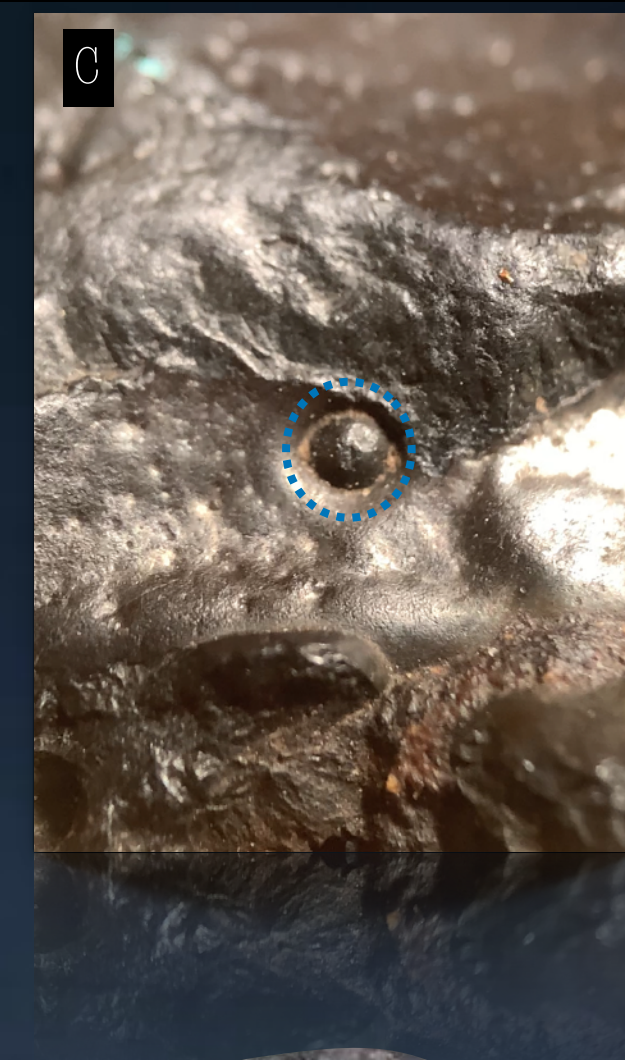
Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom sur la photo



Zoom sur la photo



Zoom sur la photo

Premières observations avant éléments de comparaisons

Face 2



A Face plane ? Lignes de fuites ? Marques de frottements ? **(AC)**



B Croute de fusion partiellement enlevée ? **(AC)**



C Surface non fissurée / Aucun pores. **(AC)**

D Minéraux noirs / roses / oranges



- Oxyde de fer ?



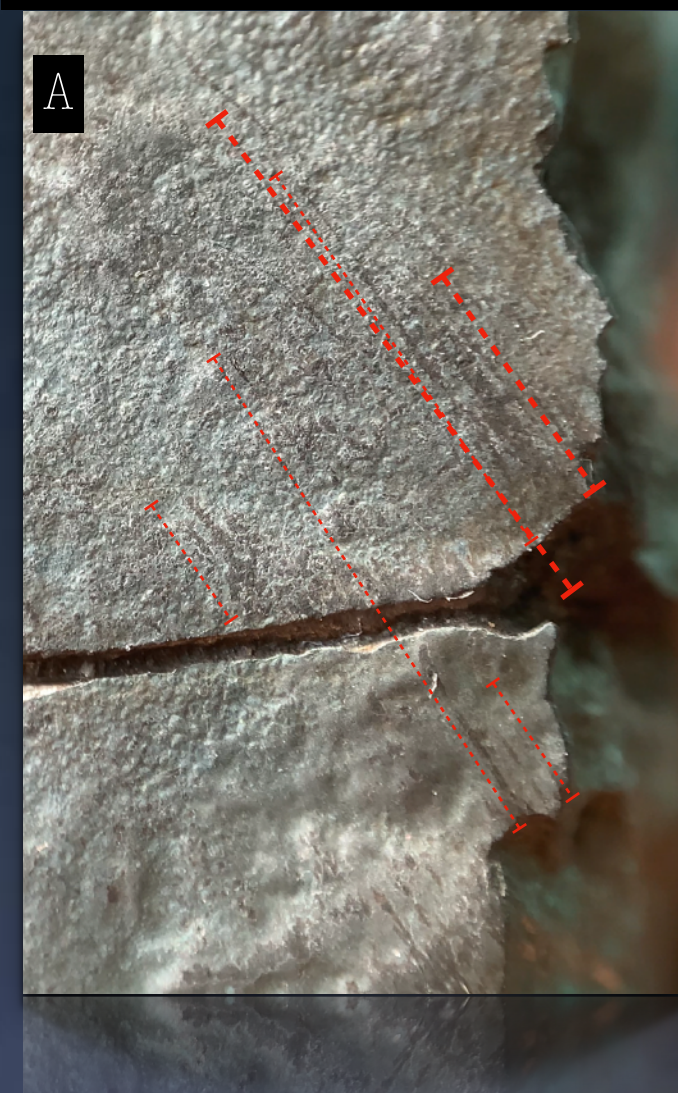
- Terre ? **(AC)**



E Texture métallique / Cavité de « billes métalliques » ? **(AC)**



Zoom 10x21mm - optique aplanétique



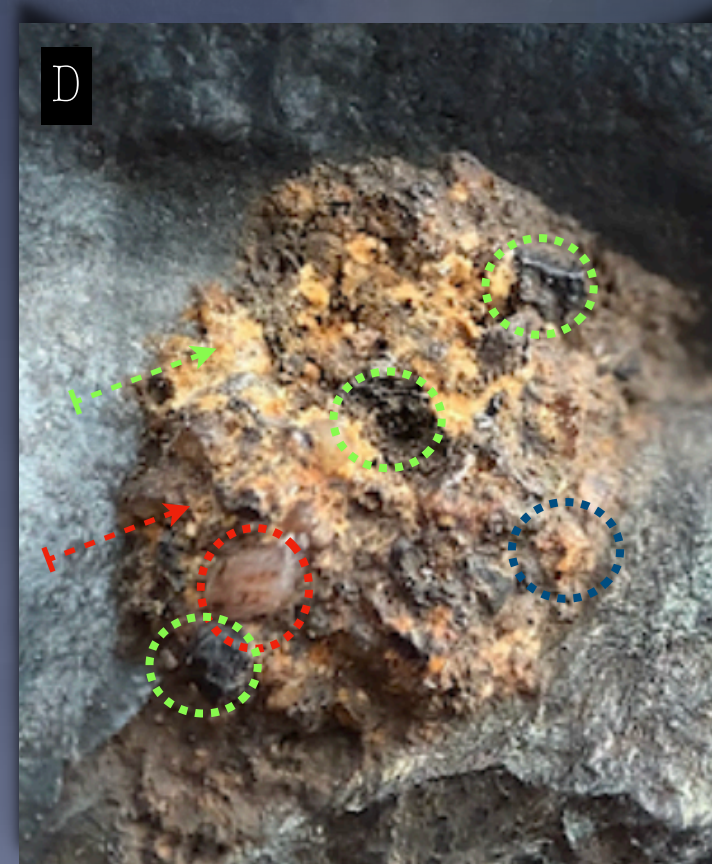
Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom 10x21mm - optique aplanétique



Zoom 10x21mm - optique aplanétique

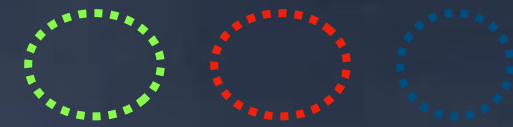


Premières observations avant éléments de comparaisons

Tranche a



A Minéraux noirs / roses / oranges



- Oxyde de fer ? 

- Terre ? **(AC)** 

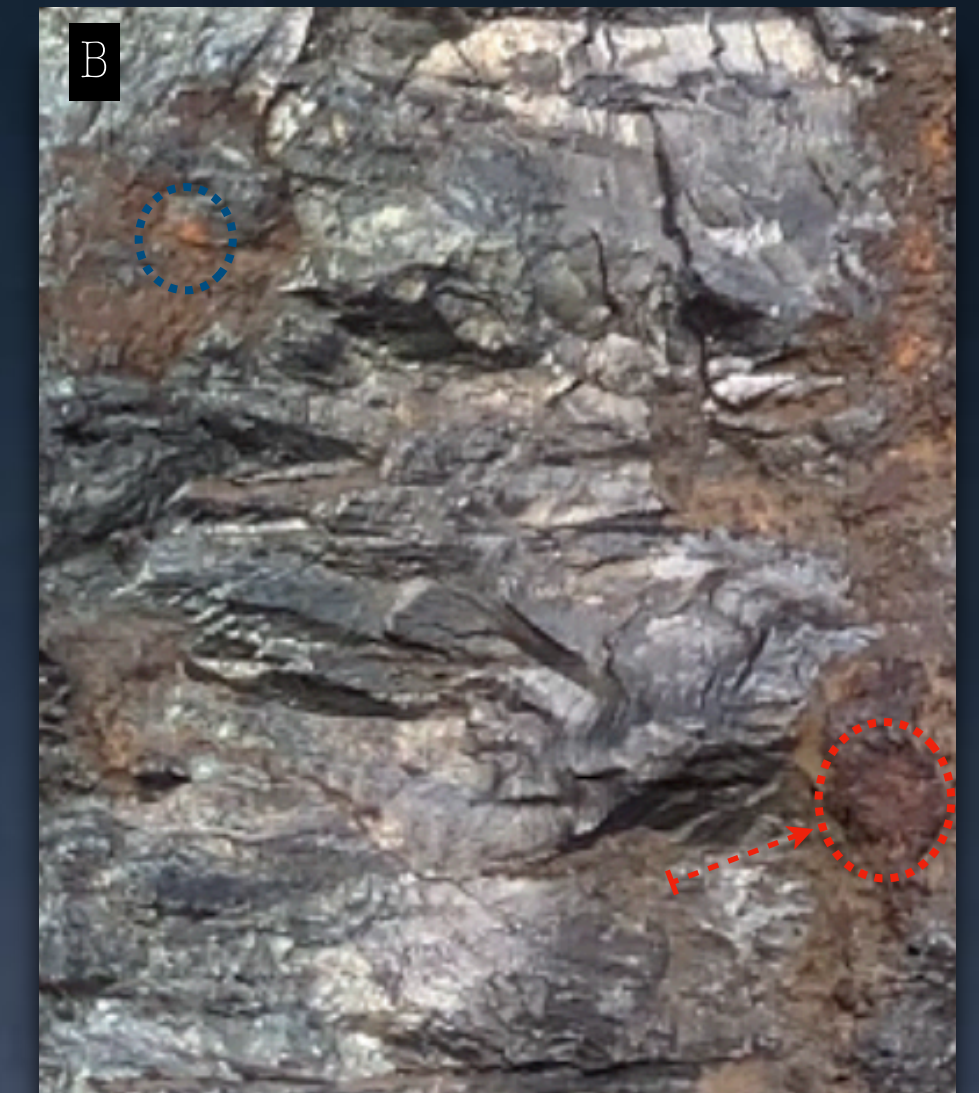
B Fer/Texture métallique **(AC)**

C Transition croute de fusion / élément métallique. **(AC)**
D

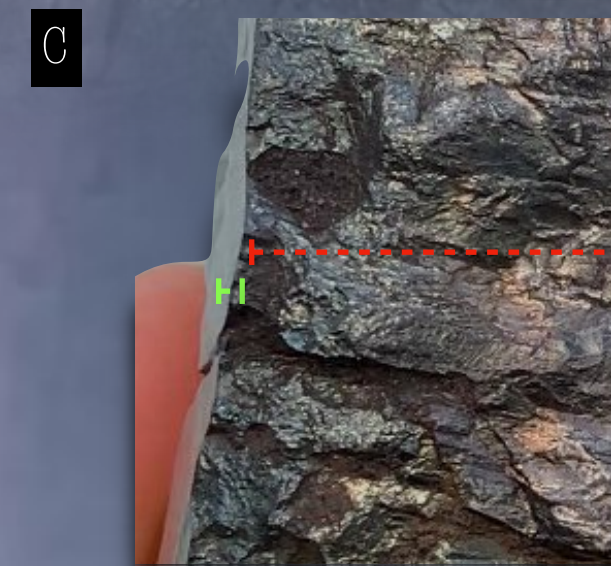
Zoom sur la photo



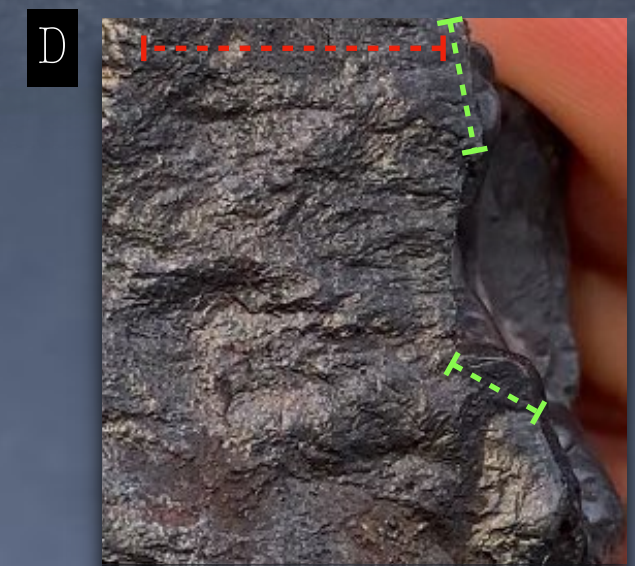
Zoom sur la photo



Zoom sur la photo



Zoom sur la photo








Premières observations avant éléments de comparaisons

Tranche b

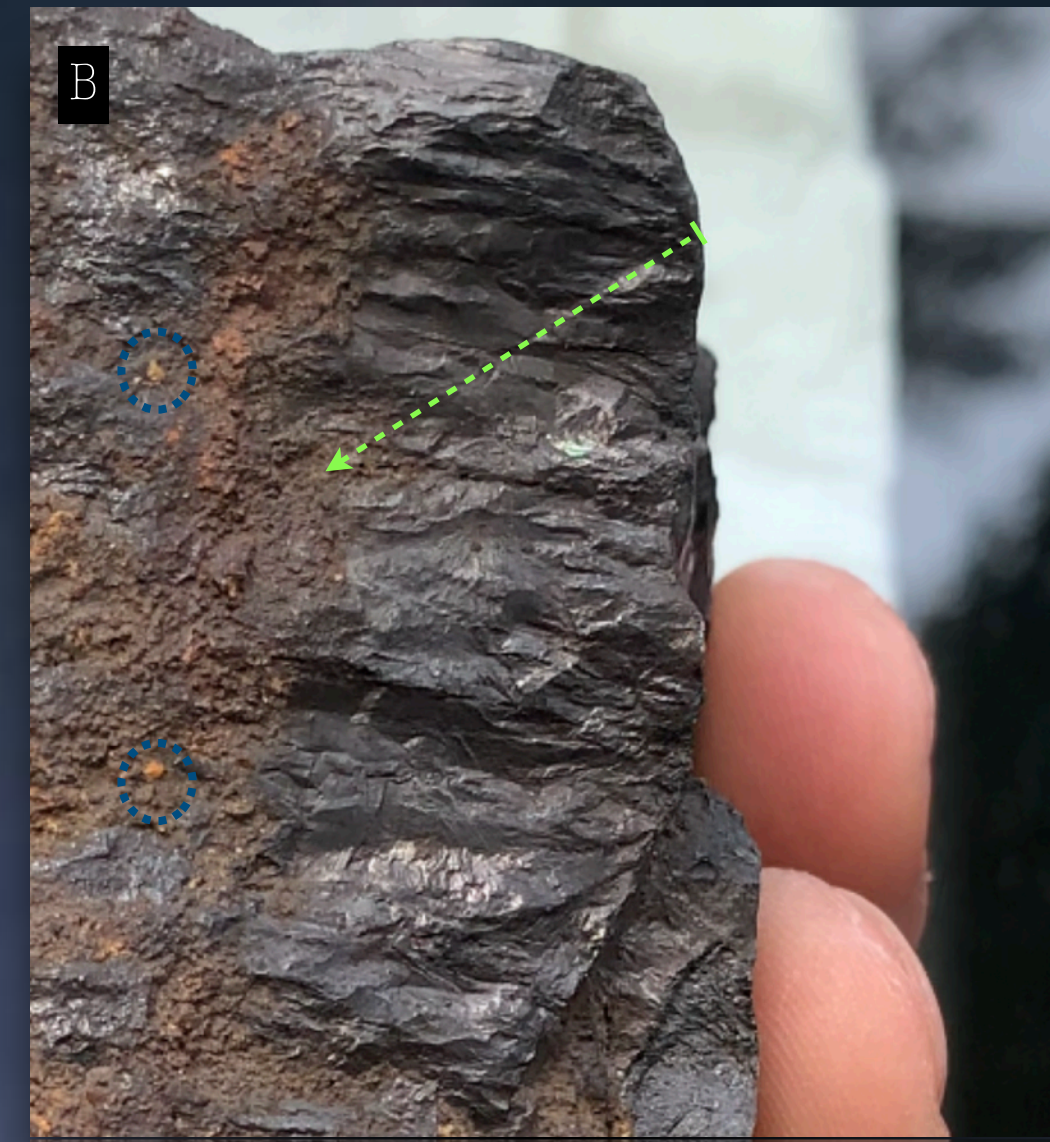


Zoom 10x21mm - optique aplanétique



- A Minéraux noirs / roses / oranges. (AC)   
- Minéraux oranges clairs. (AC) 
- Goûtes texture « miel » ? (AC) 

Zoom sur la photo



- B Terre ? (AC) 

Zoom sur la photo

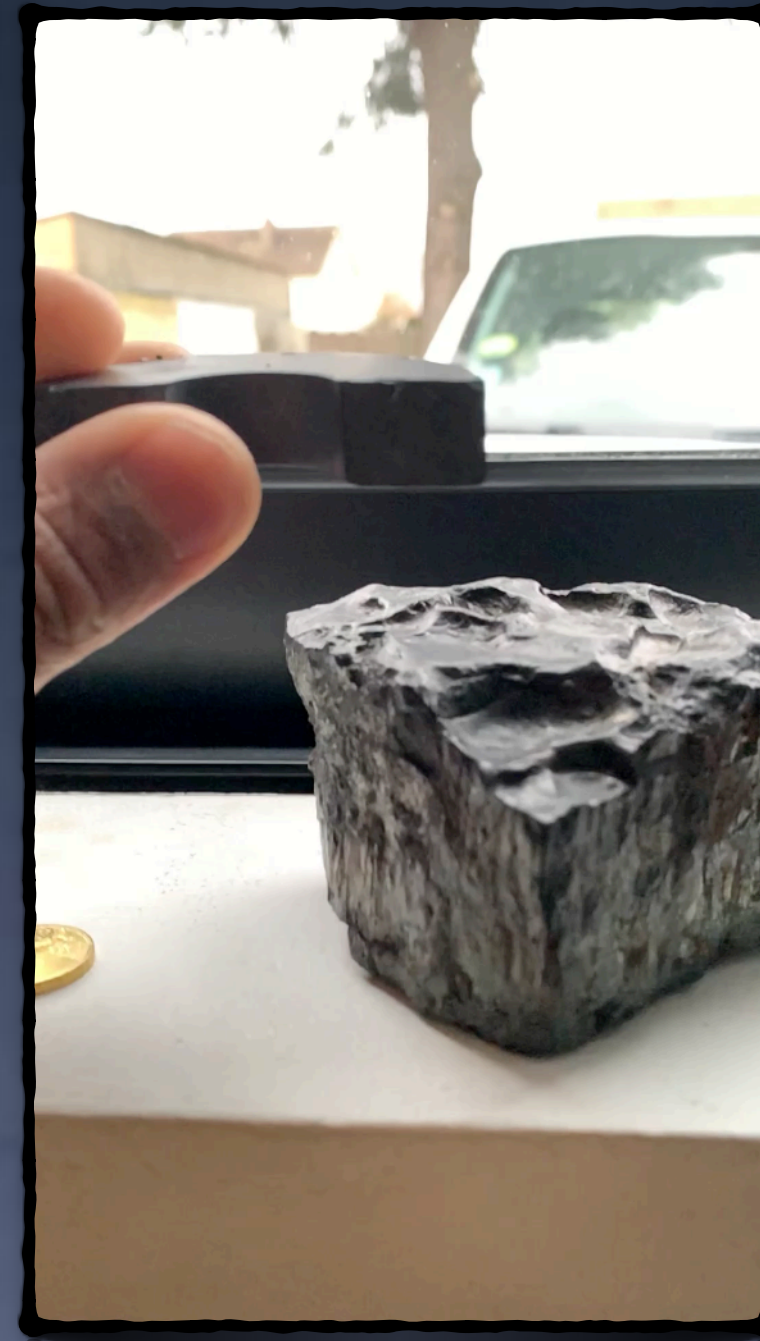


- C Fer/Texture métallique/Pas de fissures / pas de pores. (AC)

Deuxièmes observations avant éléments de comparaisons

Testes : Caractéristiques physiques

Ferromagnétique



Teste à l'aimant

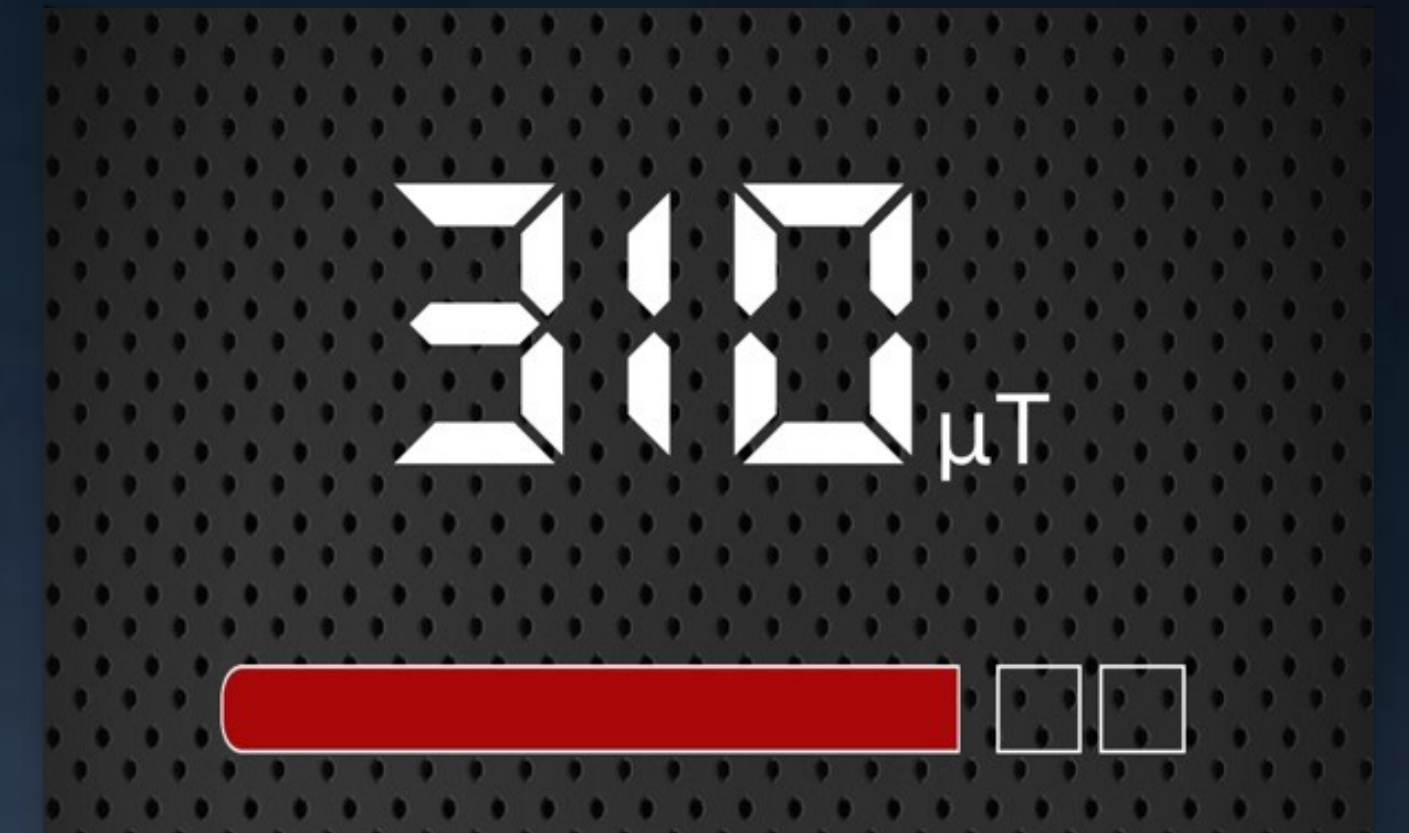
L'objet réagit avec l'aimant de manière instantané.



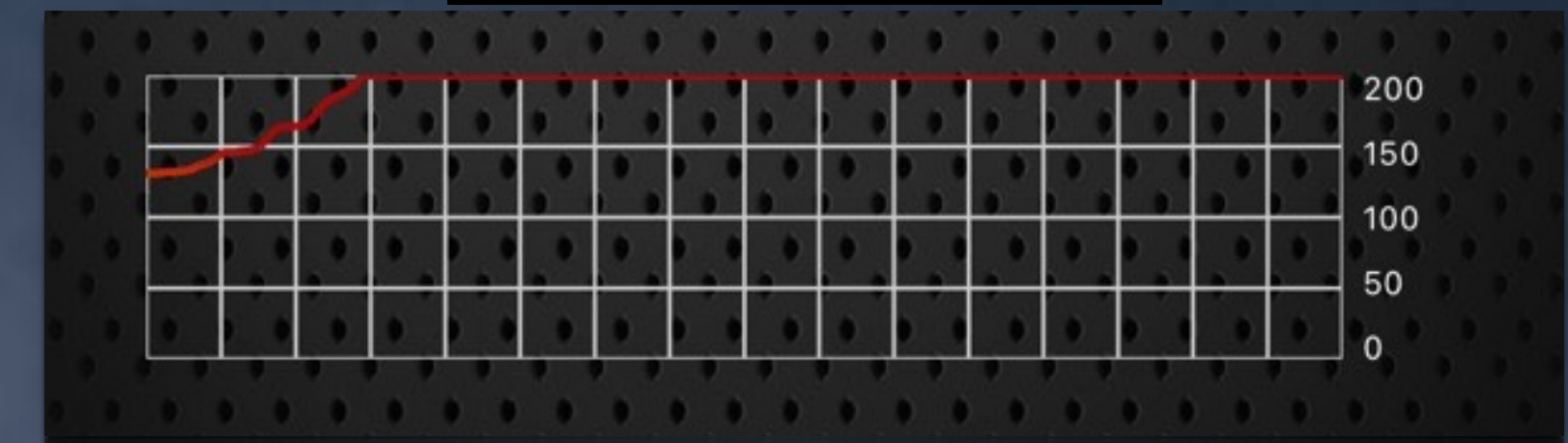
Teste à la boussole

L'objet dévie l'aiguille de la boussole.

Capture d'écran interface Détecteur de métaux EMF (Application iPhone)



Capture d'écran interface Détecteur de métaux EMF (Application iPhone)



Teste au détecteur de métaux (Détecteur de métaux EMF - application Iphone)

Valeur du champ magnétique de plus de 300 (μT) soit 300 micro tesla.

Mesures approximatives : Caractéristiques physiques

Masse

Mesure effectuée
sur balance
Sartorius

765,8 g

Poids

Intensité de pesanteur (en N/kg) = 9,81 N/kg

Masse de l'objet = 765,8 g
soit 0,7658 kg

$0,7658 \times 9,81 = 7,51$

≈ 7,6 N/Kg

Densité

Masse volumique de l'eau = 1 g/l
Masse de l'objet : 765,8 g

Calcul : $765,8 / 185 =$

4,5

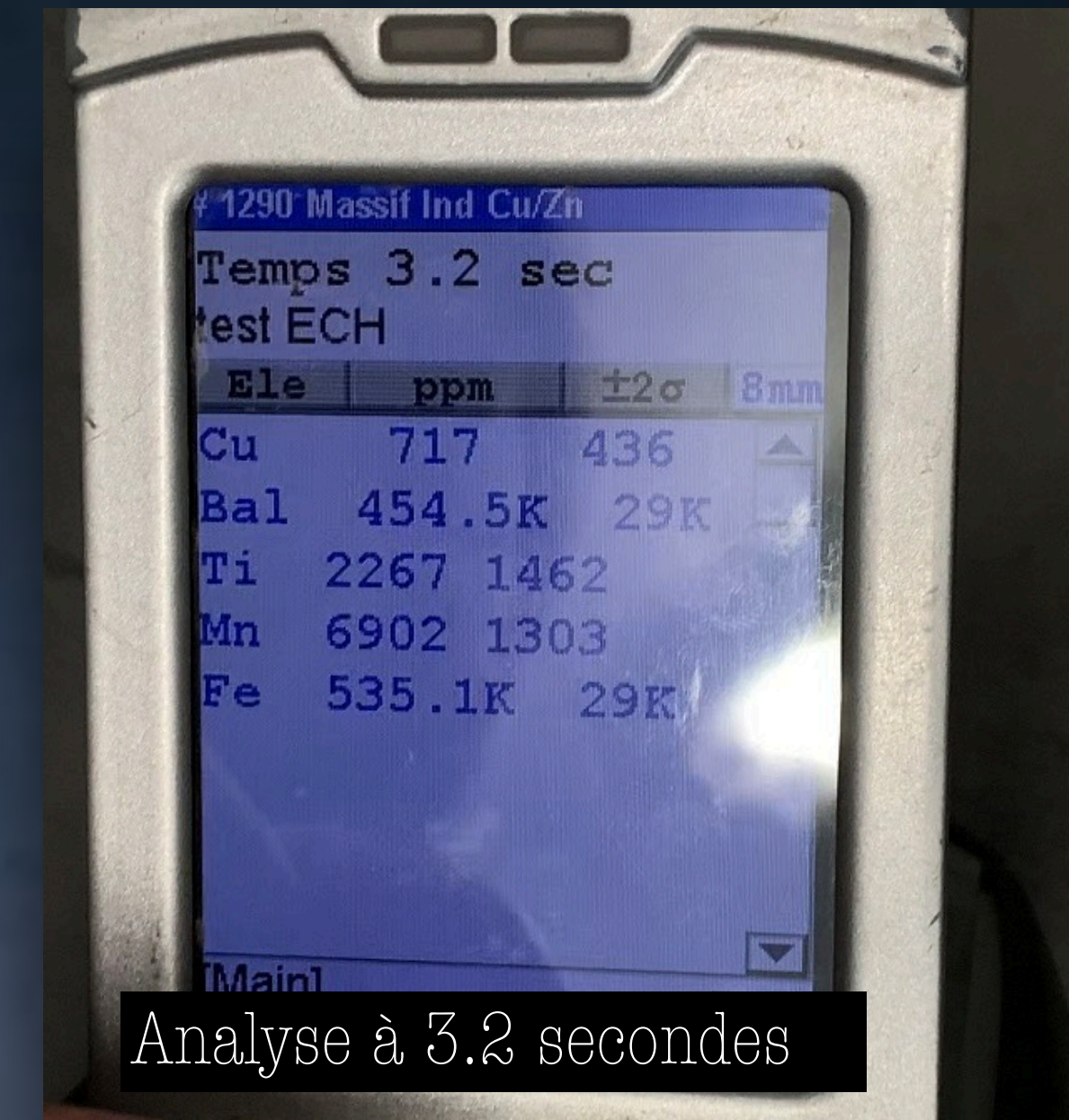
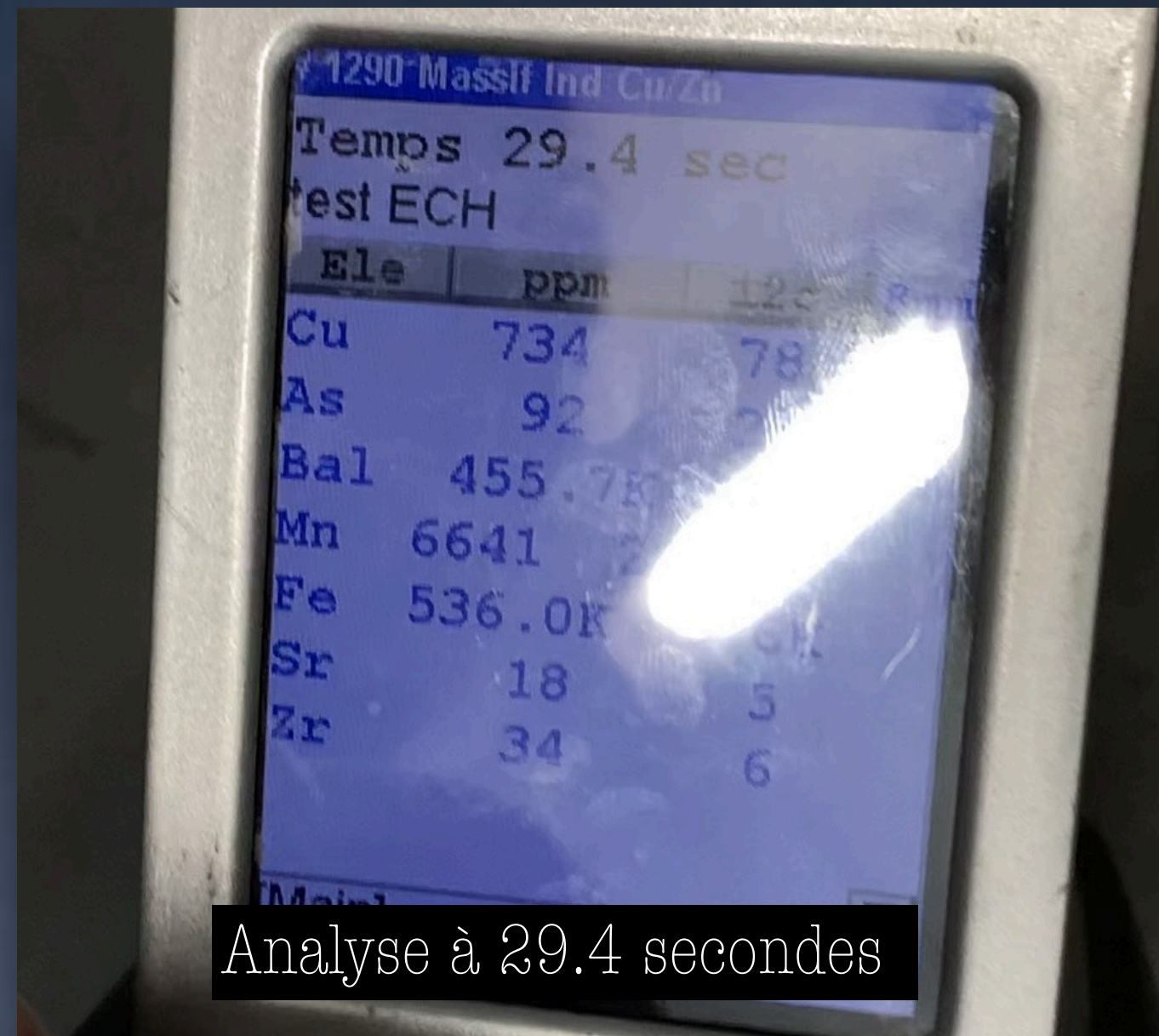
Densité selon composition chimique

- Roches terrestres : 2,7 à 2,8 g/cm³
- Météorites de type chondrites carbonées (CI et CM) : 2,1 à 2,7 g/cm³
- Météorites lunaires : 2,7 à 3,1 g/cm³ (brèches feldspathiques) et basaltes : 3,2 à 3,4 g/cm³
- Météorites martiennes : 3,1 à 3,15 g/cm³
- Météorites de type achondrites : 3 à 3,3 g/cm³
- Météorites de type chondrites carbonées (CV, CK, CR) : 3 à 3,5 g/cm³
- Météorites de type chondrites ordinaires (dites pierreuses) : 3 à 3,6 g/cm³
- Météorites mixtes (pallasites et mésosidérites avec ≈ 50 % de silicate) : 4,5 à 7 g/cm³
- Météorites de type sidérites (dites ferreuses) : 7 à 8 g/cm³

Composition par Analyseur FX portable Niton™ XL3t

Ppm : fraction valant 10^{-6} = un millionième. On utilise surtout le ppm pour exprimer une fraction massique (1 ppm = 1 mg/kg).

Pour 30 secondes d'analyse



Cu : 734 ppm
As : 92 ppm
Bal : 455.7K ppm
Ti : 2267 1462 (à 3.2 seconde)
Mn : 6641 ...ppm
Fe : 536 .OK
Sr : 18 ppm
Zr : 34 ppm

Autre colonne
À compléter

Tranche a

Zoom Minéral Non Identifié



Interprétation :
whitlockite - minéral
essentiellement composé
de phosphate de calcium,
de formule chimique
 $\text{Ca}_9(\text{Mg,Fe})(\text{PO}_4)_6\text{PO}_3\text{OH}$.

Source : Whitlockite -
Big Fish River, Dawson mining district, Yukon, Canada -

<https://www.mindat.org/min-4280.html> -

Composition laitier de haut fourneau

Type de laitier	FeO / Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	TiO ₂	S
Haut fourneau ¹¹ (fonte hématite)	0,16 - 0,2	< 1	34 - 36	10 - 12	38 - 41	7 - 10		1	1 - 1,5
Cubilot (four à fusion) ¹²	0,5 - 2,5	1 - 2	25 - 30	5 - 15	45 - 55	1 - 2			

Type de laitier	FeO / Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	S
Bessemer original	15	7	75	3			0	
Procédé Thomas original	17	9	15		37	10	12	0,5
Thomas amélioré	10	3	7	2	52	5	20	0,3
Convertisseur type OLP	12	4	7		57		20	
Convertisseur type LD	20	7	13		48		2	
Four à arc électrique ¹⁶	32	5	15	5	34	9		
Four à arc électrique avec traitement OLP	20 - 30		7		50		1 - 2,5	

Laitier d'aciérie [\[modifier | modifier le code \]](#)

Laitier de métallurgie primaire (ou laitier noir) [\[modifier | modifier le code \]](#)

Dans une aciérie, le laitier vient à la fois des **convertisseurs**, où celui-ci est très oxydé, de la métallurgie en poche ou des **fours électriques**. Pour une tonne d'acier produite, on compte de 150 à 200 kg de laitier d'aciérie produits, quelle que soit la filière (haut fourneau – convertisseur ou fusion de ferrailles)¹³.

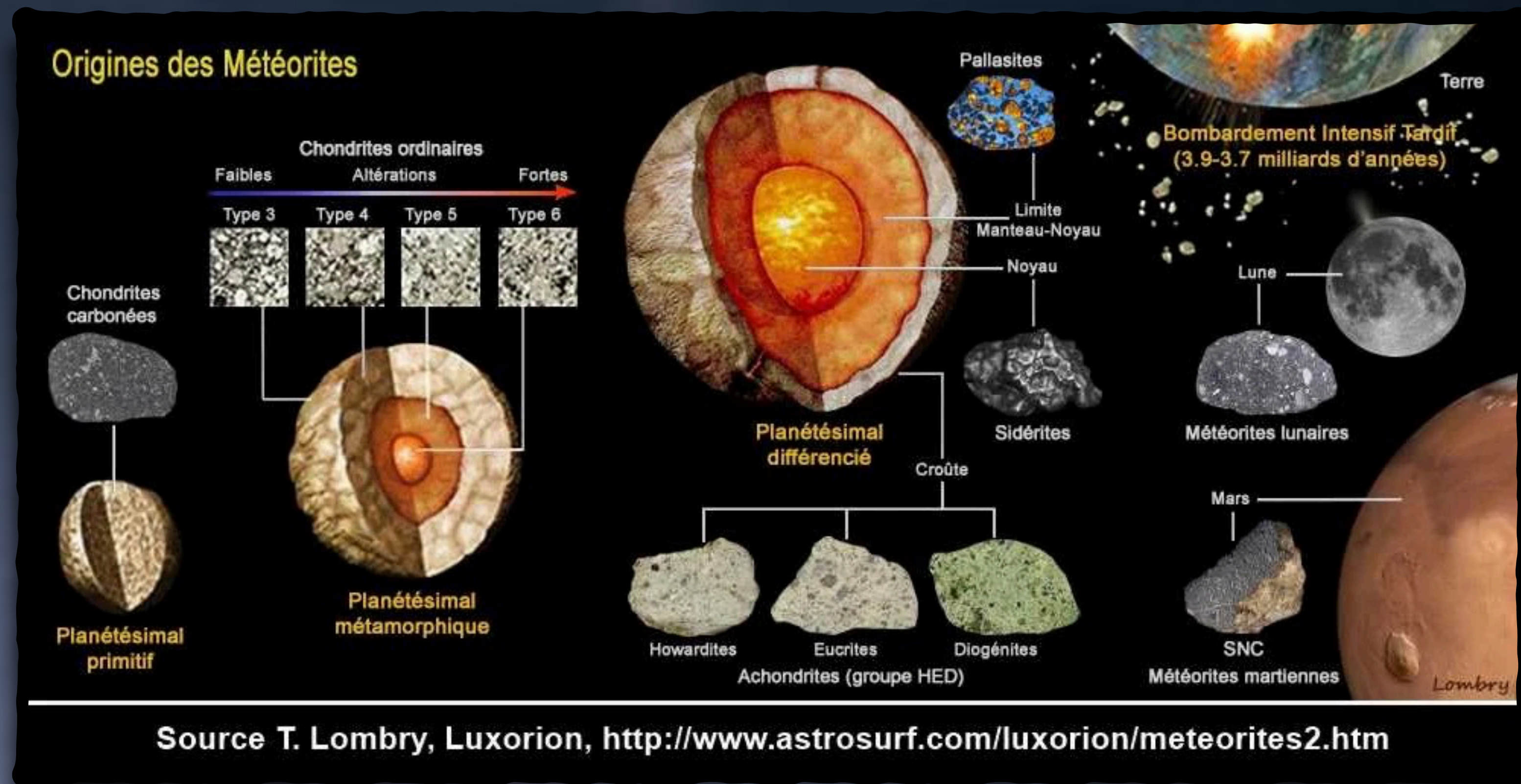
Le laitier de convertisseur (ou **laitier noir**¹⁴) est produit par l'**oxydation** des éléments indésirables (comme le **silicium**, le **soufre** et le **phosphore**). Cependant, l'oxydation de certains métaux (comme le **fer** et le **manganèse**) est inévitable à cause de la nature même du procédé (injection de O₂ pour oxyder les **carbures** contenus dans la fonte). Ces oxydes métalliques (FeO, Fe₂O₃, MnO₂) de couleur noire sont dilués dans des matières destinées à donner au laitier un caractère plus ou moins basique (laitier fluide), ou acide (laitier visqueux), etc. Ces matières sont généralement **basiques**, comme la **chaux magnésienne** (MgO) ou le **spath fluor** (CaF₂)^[pas clair].

Brève histoire

2 GRANDS GROUPES DE MÉTÉORITES

- Les météorites non différenciées ou chondrites.

- Les météorites différenciées.



Récapitulatif

XIV

Les sidérites métalliques [IR]

Les sidérites sont des météorites différenciées, essentiellement composées de Fe avec un peu de Ni, elles contiennent des traces de Cr, Ir, P, C et Ga. On y trouve parfois des inclusions comme du diamant. On observe trois classes basées sur la structure cristalline et le pourcentage de Ni, ces classes sont divisées en quatre groupes selon le pourcentage des éléments Ge, Ga et Ir, par rapport au Ni.

HEXAEDRITES	Composées de 5 à 6% de Ni. Ne présentent que très très rarement des figures de WIDMANSTATTEN après l'attaque à l'acide, certaines présentent des lignes parallèles, appelées lignes de NEUMANN.
OCTAEDRITES	Composées de 7 à 15% de Ni. Présentent des figures de WIDMANSTATTEN bien visibles, après attaque à l'acide.
ATAXITES	Composées de plus de 15% de Ni Les figures de WIDMANSTATTEN ne sont pas visibles à l'oeil nu, ni après attaque à l'acide.

Groupe I : IA à IC	Groupe II : IIA à IIF	Groupe III : IIIA à IIIF	Groupe IV : IVA à IVB
---------------------------	------------------------------	---------------------------------	------------------------------

Chimiquement, 91% des météorites sont composés de fer. Les sidérites contiennent entre 34 et 87% de fer, entre 5 et 66% de nickel, \approx 1% de cobalt ainsi des traces de phosphore et de soufre et des quantités infimes (exprimées en ppm) de gallium, germanium et d'iridium.

Elles sont réparties en 13 grandes catégories en fonction de leur teneur en métaux.

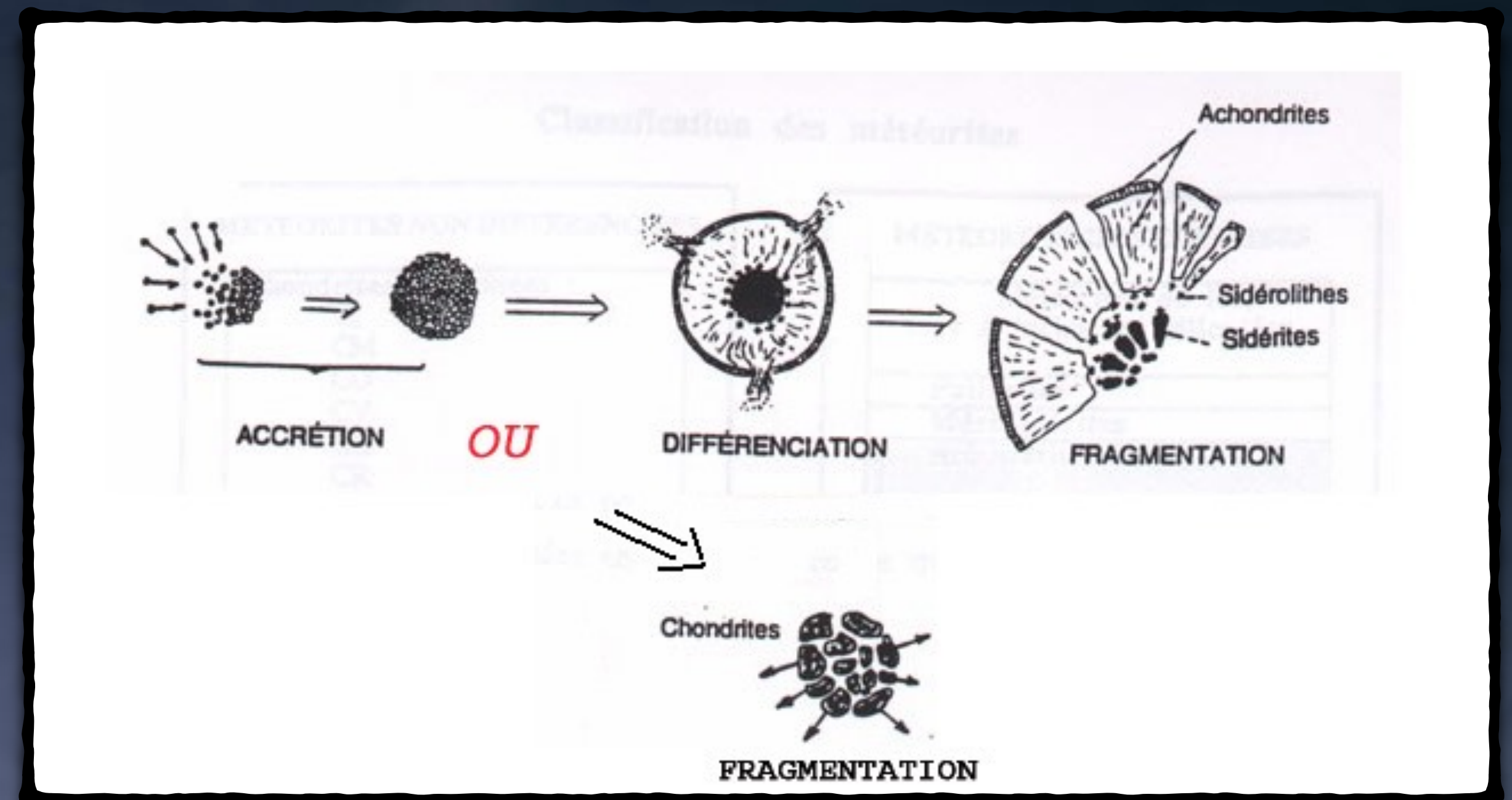
Classification chimique des sidérites (clan)	
IA	Octaédrites moyennes et grossières, 6.4-8.7% Ni, 55-100 ppm Ga, 190-520 ppm Ge, 0.6-5.5 ppm Ir, corrélation Ge-Ni négative.
IB	Ataxites et octaédrites moyens, 8.7-25% Ni, 11-55 ppm Ga, 25-190 ppm Ge, 0.3-2 ppm Ir, corrélation Ge-Ni négative.
IC	6.1-6,8% Ni. Corrélations avec As (4-9 µg/g), Au (0.6-1.0 µg/g) et P (0.17-0.40%). Corrélations négatives avec Ga (54-42 µg/g), Ir (9-0.07 µg/g) et W (2.4-0,8 µg/g).
IIA	Hexaédrites, 5.3-5.7% Ni, 57-62 ppm Ga, 170-185 ppm Ge, 2-60 ppm Ir.
IIB	Octaédrites les plus grossiers, 5.7-6.4% Ni, 446-59 pm Ga, 107-183 ppm Ge, 0.01-0.5 ppm Ir, corrélation Ge-Ni négative.
IIC	Octaédrites plessitiques, 9.3-11.5% Ni, 37-39 ppm Ga, 88-114 ppm Ge, 4-11 ppm Ir, corrélation Ge-Ni positive
IID	Octaédrites fins à moyens, 9.8-11,3% Ni, 70-83 ppm Ga, 82-98 ppm Ge, 3.5-18 ppm Ir, corrélation Ge-Ni positive
IIE	Octaédrites de grossièreté variable, 7.5-9.7% Ni, 21-28 ppm Ga, 60-75 ppm Ge, 1-8 ppm Ir, corrélation Ge-Ni absente
IIIAB	Octaédrites moyens, 7.1-10.5% Ni, 16-23 ppm Ga, 27-47 ppm Ge, 0.01-19 ppm Ir
IIICD	Ataxites aux octaédrites fins, 10-23% Ni, 1.5-27 ppm Ga, 1.4-70 ppm Ge, 0.02-0.55 ppm Ir
IIIE	Octaédrites grossières, 8.2-9.0% Ni, 17-19 ppm Ga, 3-37 ppm Ge, 0.05-6 ppm Ir, corrélation Ge-Ni absente
IIIF	Octaédrites moyens à grossiers, 6.8-7.8% Ni, 6.3-7.2 ppm Ga, 0.7-1.1 ppm Ge, 1.3-7.9 ppm Ir, corrélation Ge-Ni absente
IVA	Octaédrites fins, 7.4-9.4% Ni, 1.6-2.4 ppm Ga, 0.09-0,14 ppm Ge, 0.4-4 ppm Ir, corrélation Ge-Ni positive
IVB	Ataxites, 16-26% Ni, 0.17-0.27 ppm Ga, 0.03-0.07 ppm Ge, 13-38 ppm Ir, corrélation Ge-Ni positive
ung	Météorites non groupées. Cette catégorie rassemble environ 15% des sidérites qui ne rentrent dans aucune autre catégorie. Ces spécimens proviennent d'environ 50 corps parents distincts.

Source: S.Lauretta et H.Y. McSween, "[Meteorites and the early Solar System II](#)", U.Az Press, 2006.

Météorite différenciés

Au commencement du système solaire des petites billes de silicates (appelées chondres) se sont agglomérées avec des petits grains de métal pour former des astéroïdes. Dépassant une certaine taille, ces derniers subissent une différenciation:

Les éléments lourds migrent au centre de l'astéroïde et forment un noyau métallique de fer/nickel (ce sont les sidérites), la surface dépourvue de métal forme un manteau de roches silicatés (ce sont les achondrites). Il n'y a pas une coupure nette entre le noyau métallique et la surface pierreuse: entre les deux se forme une interface fer/nickel et silicates (ce sont les sidérolithes ou pallasites).



Météorite De Fer

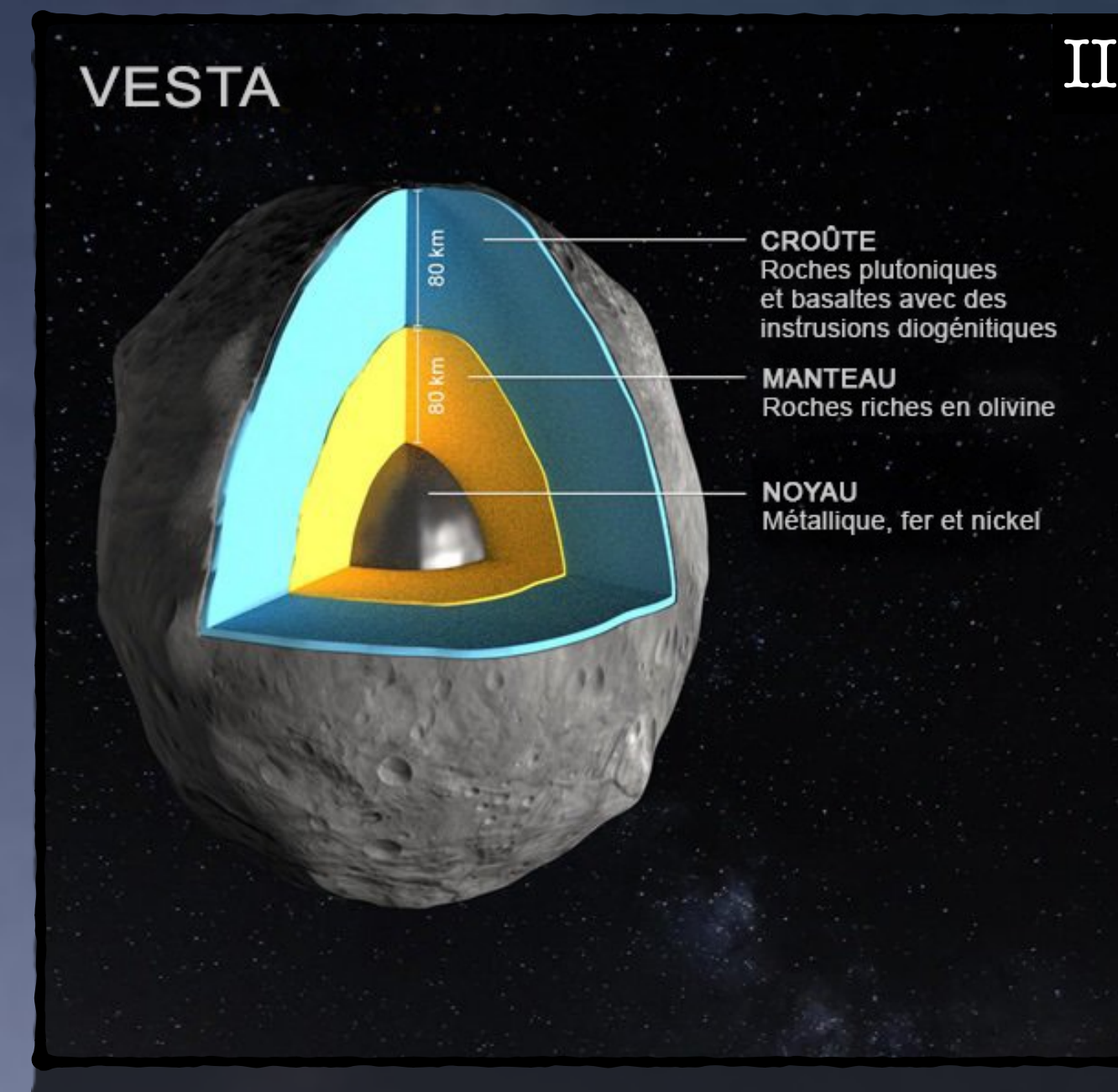
Les météorites de fer, appelées parfois météorites ferreuses ou sidérites (un terme devenu obsolète) sont un type de météorites composées principalement d'un alliage naturel métallique de fer (Fe) et de nickel (Ni).

Elles sont interprétées comme des fragments de noyaux d'astéroïdes qui ont été littéralement épluchés de leur manteau silicaté par des collisions avec d'autres objets du système solaire.



I

Fig I : Météorite de fer Chupaderos, du groupe IIIB, découverte à Jimenez (Chihuahua), Mexique.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer



II

Fig II : <http://www.astrosurf.com/luxorion/Media/vesta-structure-dwg.jpg>

Caractéristiques

Selon la structure des cristaux métalliques ont distingués 3 types :

les Octaédrites

les Hexaédrites

les Ataxites

Les météorites de fer représentent 5 % des chutes des météorites connues.



Fig III : Coupe de Toluca une octaédrite trouvée au Mexique en 1776.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer



Fig IV : La météorite d'Hoba, une ataxite trouvée en Namibie en 1920.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer



Fig V: Fragment de la météorite de Sikhote-Aline, une hexaédrite tombée en Russie en 1947.
https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer

Les Octaédriques

À teneur moyenne en nickel qui présente le fameux motif de « Widmanstätten ».

La largeur des lamelles ou bandes varie entre < 0.2 et > 3.3 mm et dépend du rapport entre les quantités de fer et de nickel présents dans la météorite.

VI



Fig VI: Un fragment de 1,7 kg de la pluie de météorite de Sikhote-Alin (sidérite octaédrite IIAB). Ce spécimen mesure 12 cm. Elle est tombée le 12 février 1947 en Sibérie. 23 tonnes de fragments ont été trouvés.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_Sikhote-Aline#/media/Fichier:SikhoteAlinMeteorite.jpg

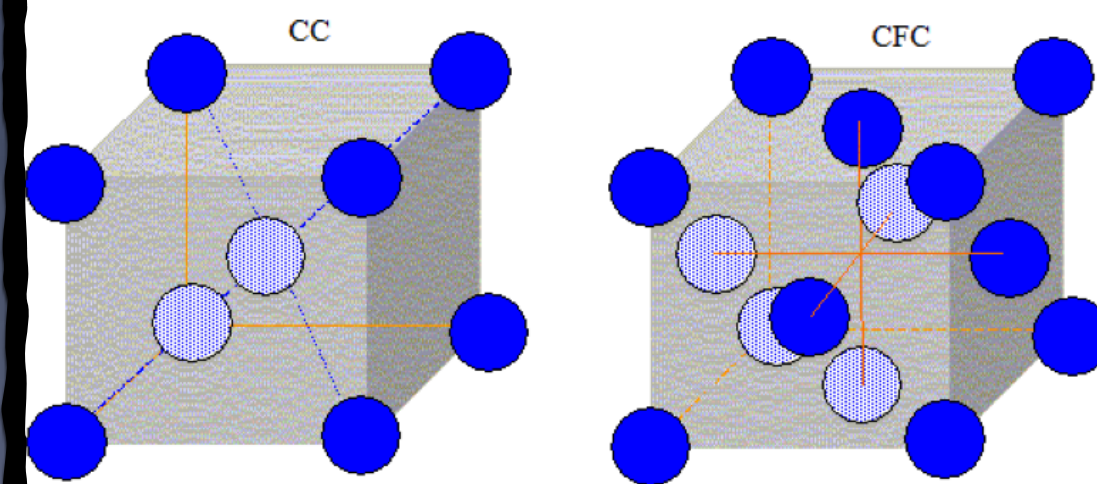
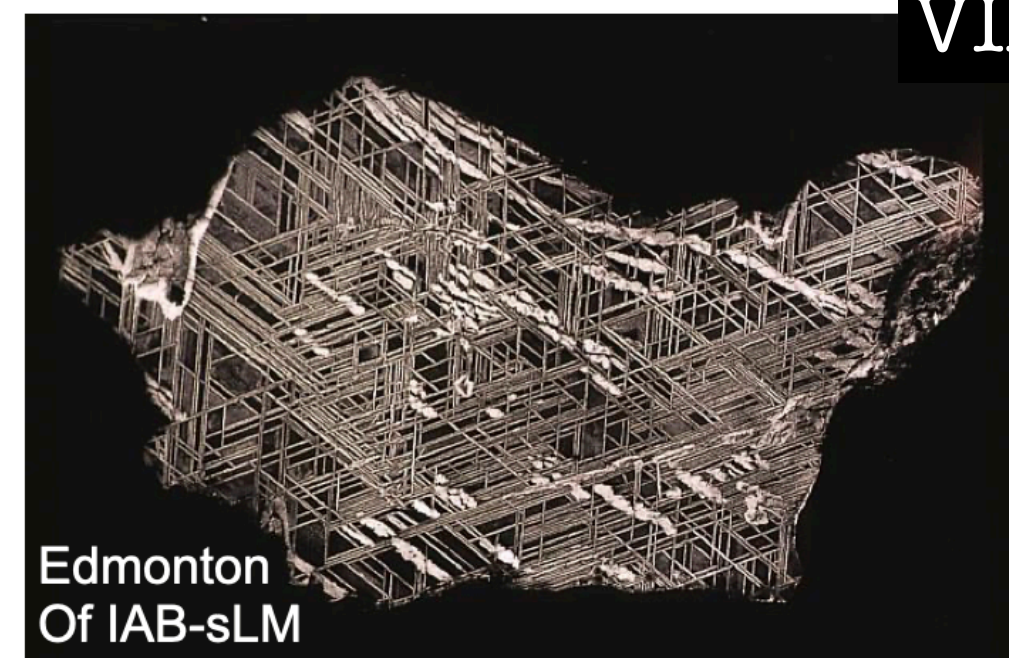
Fig VII : Coupe de Toluca une octaédrite trouvée au Mexique en 1776.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer



VII

VIII



Figures, motif de Widmanstätten, Observées après attaque à l'acide d'une surface polie.

2 Minéraux (Fe, Ni) :

- Kamacite, cubique à faces centrées, pauvre en Ni (fer α)
- Taénite, cubique à faces centrées, riche en Ni (plus résistante à l'acide) (fer γ)

Fig VIII : <http://www.astrosurf.com/luxorion/meteorites4.htm>

Les Hexaédrites

VIII

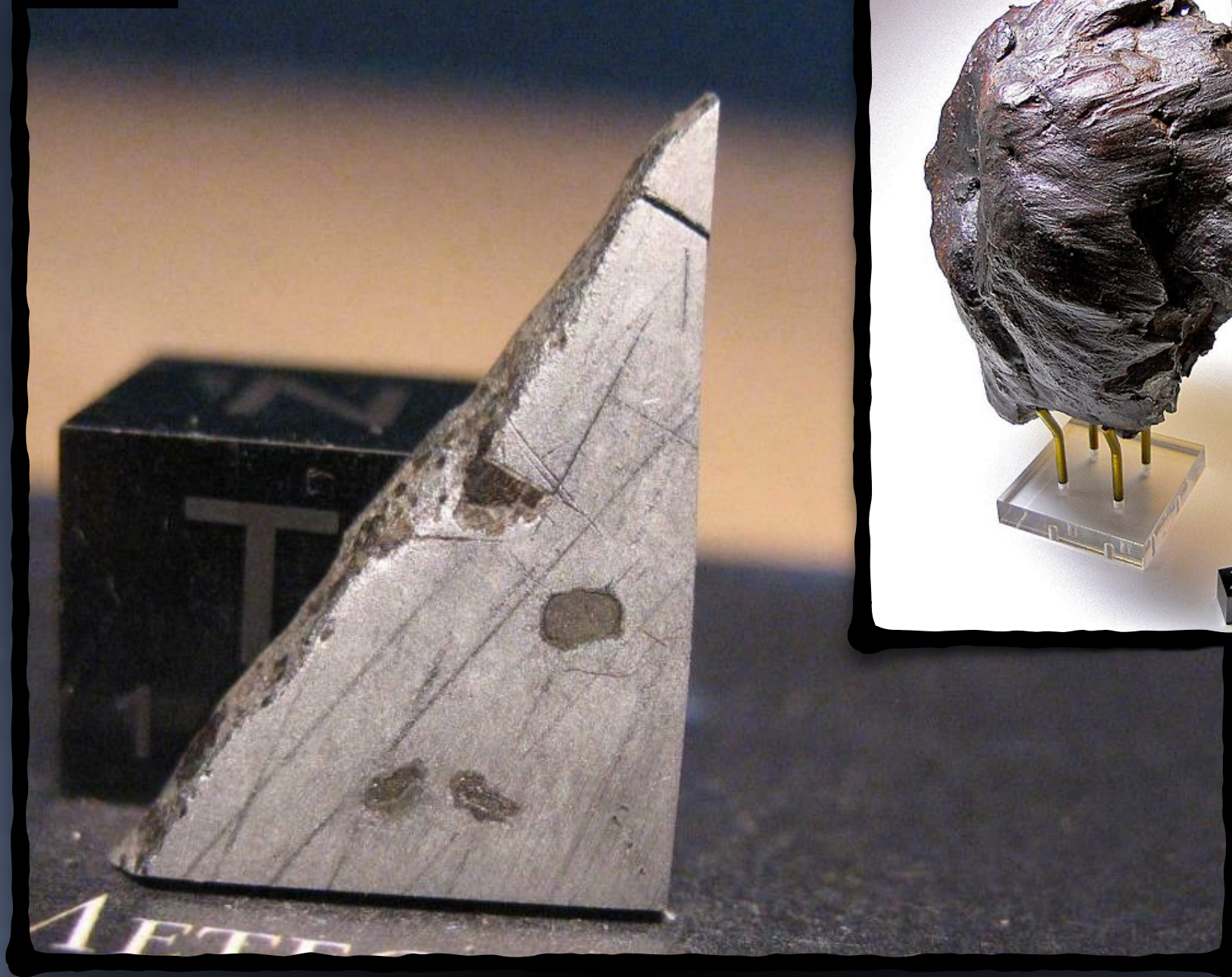


Fig VIII : Coupe de la météorite Santo Antônio do Descoberto trouvée au Brésil en 2011, d'un poids de 52,15kg, cette météorite est classée comme hexahédrite IIAB, (poids de l'échantillon : 2.07gr)
<https://www.meteorites-the-great-history-of-space.com/blog/ferreuse-type-hexahedrite-iiab-et-iig/>

Fig X : La météorite d'Hoba, une ataxite trouvée en Namibie en 1920. https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer

X



XI



Fig XI : Lignes de Neumann dans un fragment de 35.78 g de la sidérite de Calico Rock (IIAB)
<http://www.astrosurf.com/luxorion/Sciences/meteorite-calico-rock-neumann.jpg>

Composées presque exclusivement de l'alliage fer-nickel appelé kamacite et ont une teneur en nickel plus faible que les octaédrites. La teneur en nickel des hexaédrites est toujours inférieure à 5,8 % et rarement inférieure à 5,3 %

Figures, motif de Neumann, observées après attaque à l'acide d'une surface polie :

faisceaux de lignes parallèles qui se croisent sous des angles variés, et sont le signe d'impacts sur le corps parent. Ces lignes sont nommés d'après Johann G. Neumann, qui les découvrit en 1848

Les Ataxites



XII

Teneur en nickel très élevée sans motif visibles à l'œil nu (16 - 30%).

Principalement composées de taénite et peuvent également contenir de la plessite, de la troïlite et des lamelles microscopiques de kamacite.

XIII



Fig XII : Fragment de la météorite de Sikhote-Aline, une hexaédrite tombée en Russie en 1947.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Météorite_de_fer

Fig XIII : Vue rapprochée de la météorite de HOBA (environ 80 000 ans.)

<https://www.futura-sciences.com/planete/dossiers/voyage-cent-jours-namibie-voyage-geologique-1761/page/6/>

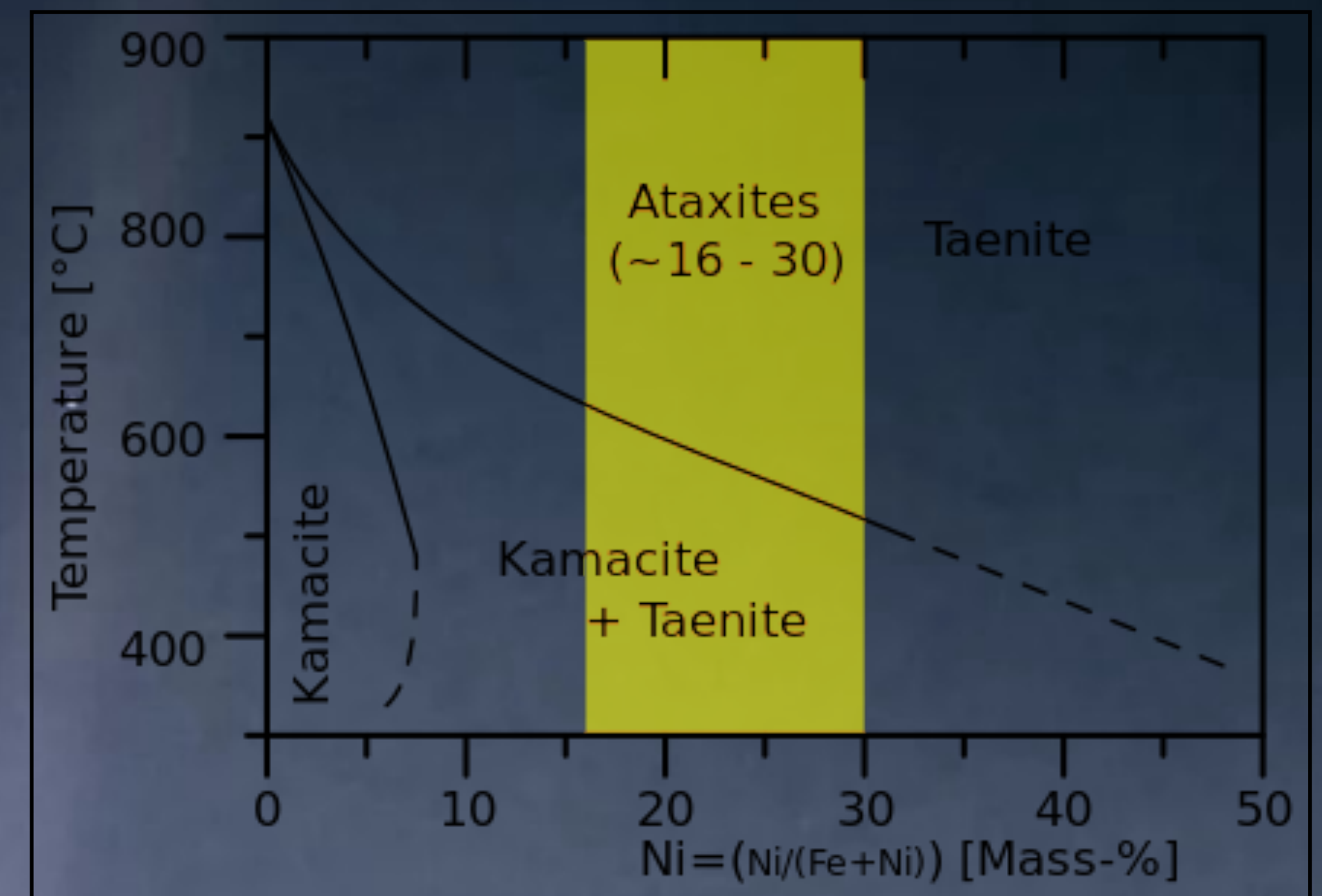


Diagramme de phase montrant le lien entre la structure et la composition chimique.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Ataxite#/media/Fichier:Meteoric_iron_phase_diagram_taeinite_kamacite_ataxite.svg



https://www.maxisciences.com/sciences/astronomie/une-meteorite-secrase-pres-dun-stade-en-faisant-un-bruit-assourdissant_art48098.html