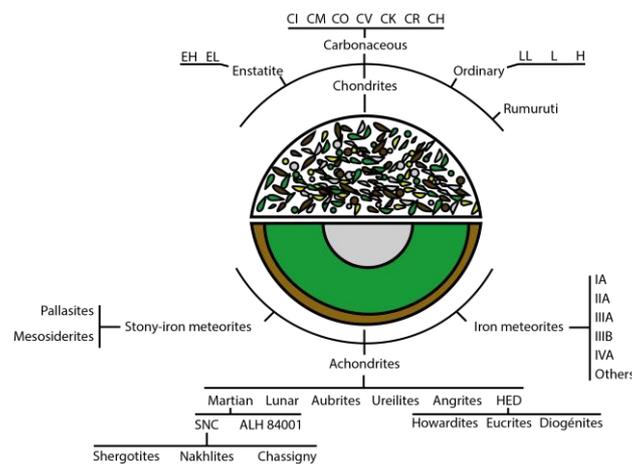


# Traitement d'images spectrales de microscopie électronique assistée par IA appliqué à la classification de météorites.

## Contexte du stage

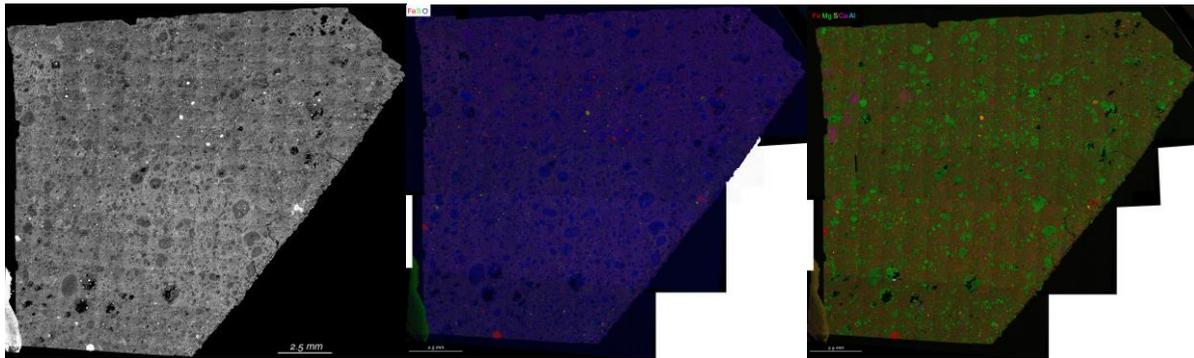
Les chondrites sont les fragments d'astéroïdes non différenciés atteignant la surface de la Terre. Leurs caractéristiques minérales, texturales, chimiques et isotopiques permettent de les regrouper en différentes classes puis en différents groupes. Cependant, toutes ces chondrites partagent des minéraux similaires dans des proportions variables constituant l'une des caractéristiques permettant une classification de premier ordre.



Classification des météorites

La classification des objets météoritiques est la première étape essentielle à toute étude ultérieure approfondie. Elle assure un contexte stellaire dans lequel s'inscrit l'objet à travers son appartenance à un type d'astéroïdes et permet également d'étendre notre compréhension de la formation du système solaire. Pour permettre une classification de ces météorites, il faut donc estimer en quelles proportions sont présents les différents matériaux (minéraux, métaux, etc). Des sections de météorites sont ainsi imagées par microscopie électronique à balayage, produisant des données de deux types :

- Des cartes d'électrons rétrodiffusés (images en niveau de gris) de la section de météorite, mettant en lumière la densité électronique des éléments constituant les différentes phases minéralogiques (les éléments les plus gros seront plus blancs, *e.g.* le fer, les éléments plus légers seront plus sombres *e.g.* le magnésium).
- Des images d'émissions en rayons X aux fréquences correspondant aux principaux matériaux composant la météorite, ainsi que les différents spectres associés pour tous les pixels.



Gauche : carte en électrons rétrodiffusés d'une section de météorite

Milieu : composition en fausse couleur de la carte en rayons X correspondant pour FeSO - RVB

Droite : composition en fausse couleur de la carte en rayons X correspondant pour FeMgSCaAl - RVYMC

## Objectif du stage

Jusqu'à présent, la tâche de classification des météorites se fait majoritairement à la main ; ce qui est long et fastidieux. L'objectif du stage est d'automatiser au maximum le processus de classification par un protocole combinant des approches d'analyses d'images traditionnelles avec de l'apprentissage automatique.

Une première base (vérités terrains et masques associés) pour la classification automatique des chondres a déjà été réalisée, et des résultats prometteurs ont été obtenus avec un réseau de type UNet sur les cartes d'émission de rétrodiffusion. Le / la stagiaire aura donc pour objectif de repartir de ces précédents travaux et d'y intégrer l'utilisation des cartes d'émission en rayons X pour exploiter au mieux la multimodalité des données.

## Profil attendu

Le candidat ou la candidate doit être d'un niveau M2 ou équivalent (dernière année d'école d'ingénieur) avec l'une des spécialisations suivantes : informatique, traitement du signal et des images ou intelligence artificielle.

Compétences requises pour le stage :

- Connaissances en traitement fondamental d'images et en apprentissage automatique, notamment en *deep learning*
- Programmation en Python ; connaissances des bibliothèques standards pour le traitement d'images et IA (numpy, scikit-image, scikit-learn, pytorch...)
- Des compétences ou un intérêt pour la minéralogie et la pétrographie sont un plus.

## Encadrement

Le stage sera conjointement supervisé par le Laboratoire de Recherche de l'EPITA (LRE) et l'Institut de Minéralogie, de Physique des Matériaux et de Cosmochimie (IMPMC). Le stagiaire

sera principalement basé au LRE (au Kremlin-Bicêtre), avec des visites régulières à l'IMPMC (sur le site du Museum National d'Histoire Naturelle, 5ème arrondissement de Paris).

### **Pour candidater**

Merci d'envoyer votre candidature (CV, lettre de motivation, relevé de notes du M1/2e année d'école d'ingénieur + descriptif du M2/3e année d'école d'ingénieur) à [guillaume.tochon@lrde.epita.fr](mailto:guillaume.tochon@lrde.epita.fr)

**Rémunération** : 1000€/mois

**Durée** : 5 à 6 mois

**Début du stage** : à partir de février 2025