

RÉ-ANALYSE DES ÈRES GÉOLOGIQUES MARTIENNES PAR DES ALGORITHMES D'APPRENTISSAGE.

L. Martinez¹, F. Schmidt¹ & F. Andrieu¹

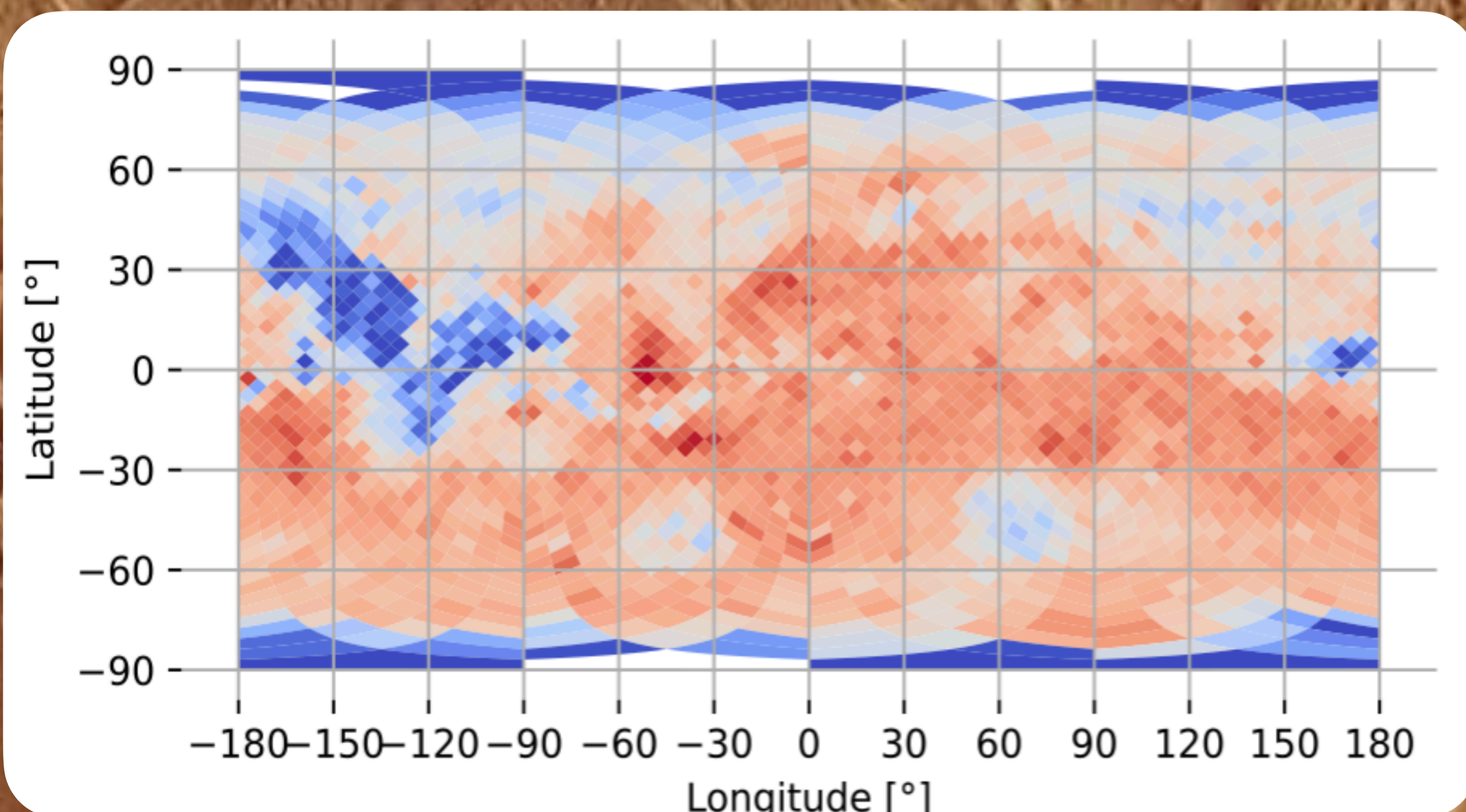
¹Université Paris-Saclay, CNRS, GEOPS, 91405 Orsay, France

Introduction

On sait que la densité de cratère sur un corps est proportionnelle à l'âge des surfaces planétaires [1]. Il existe un certain nombre de bases de données de cratères [2], [3]. Ce travail se propose de ré-analyser les ères géologiques martiennes définies par Hartmann et Neukum, 2001 [1] avec des outils de machine-learning et de discuter de la carte géologique de Mars obtenue en la comparant avec celle de Tanaka et al., 2014 [4]

Données et pré-traitement

- Base de donnée A. Lagain et al., 2021 [4]
- 384582 cratères répartis en 4 catégories
- Construction de carte de densités de cratères dans des cellules de surfaces égales avec l'outil healpy.
- Construction d'un cube de données contenant 10 cartes de densité de cratères ($\varnothing \geq 1\text{km}$, $\varnothing \geq 2\text{km}$, $\varnothing \geq 3\text{km}$, $\varnothing \geq 4\text{km}$, ..., $\varnothing \geq 10\text{km}$)



Crater Density of $\geq 1\text{km}$ diameter crater [# / 10000 km²]



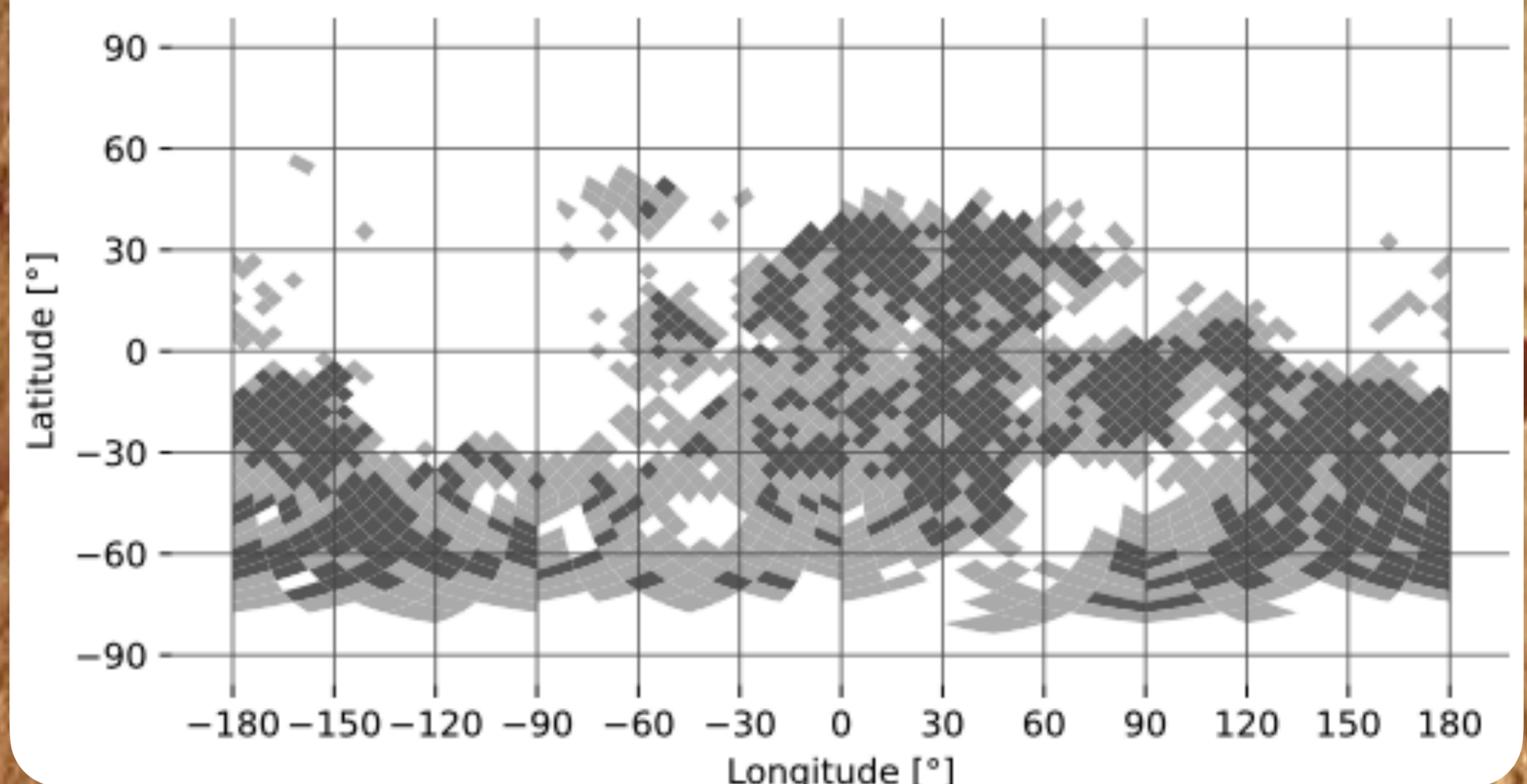
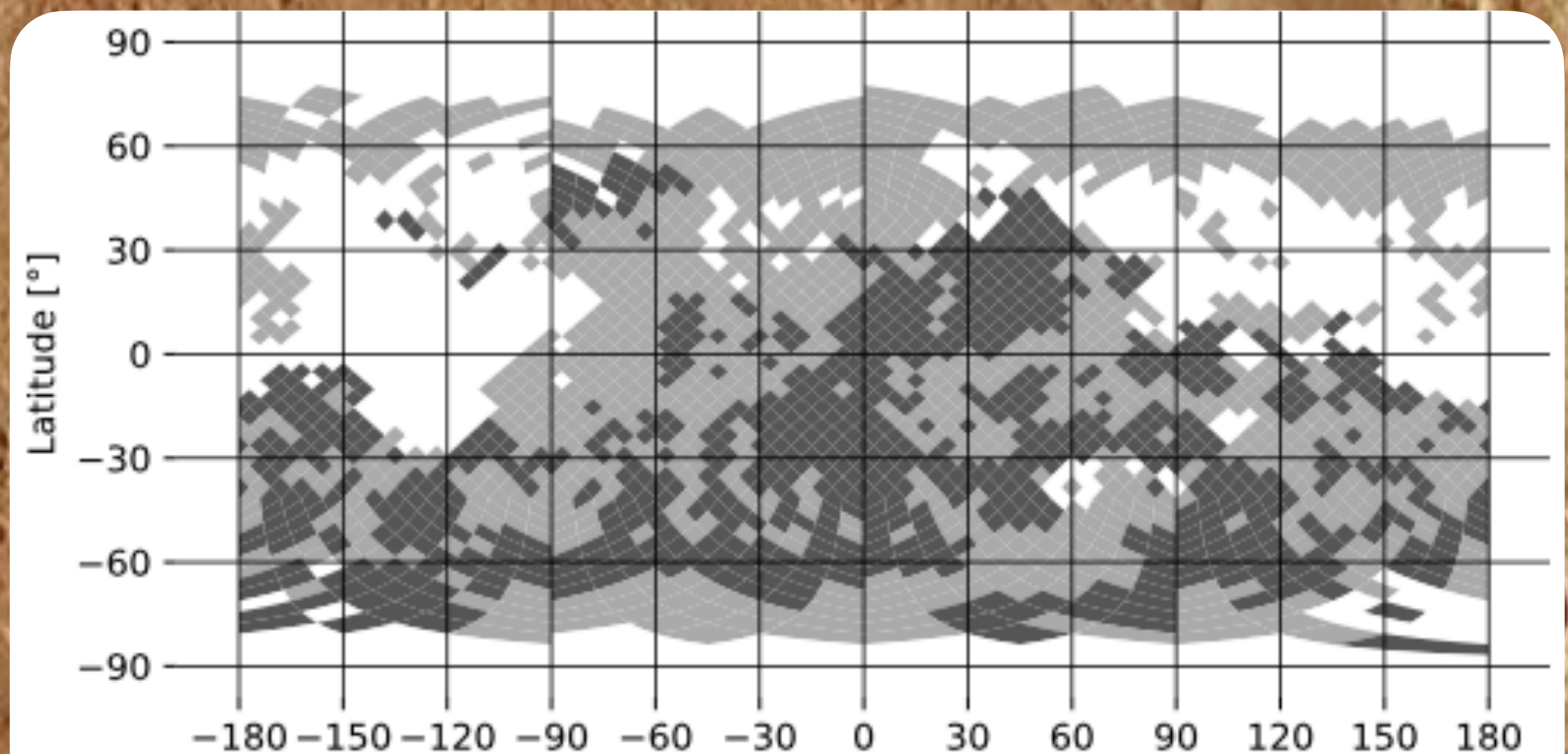
Méthode

- Classification non-supervisée avec un algorithme de K-Means
- Faible besoin en ressources numériques
- Classification sur les cartes de densité de cratères pour les séparer en grandes ères géologiques
- But de l'algorithme : minimiser la somme distance entre le centre des classes et les données.
- Flashez le qr-code suivant pour voir la convergence du K-Means sur un "toy-model" de 3 classes :



Résultat

- L'algorithme a séparé les zones présentant une forte densité de cratères de celles présentant une faible densité de cratères
- Les terrains Noachiens ressortent bien de la classification
- La limite Hesperien-Amazonien n'est pas mise en évidence par l'algorithme
- 60% de corrélation entre les deux cartes



● Amazonien ● Hesperien ● Noachien ● Autre

Résultat : En haut : carte simplifiée et dé-résolue de la carte de Tanaka.
En bas : carte obtenue par l'algorithme de classification

Conclusion

- Nous avons construit des cartes de densité de cratères avec des cellules de surfaces égales
- Nous avons classifiés ces cartes en trois classes afin de tenter une reconstruction de la carte de Tanaka et al. [5]
- Le machine learning met en évidence une classification des terrains différente de celle de Tanaka
- L'outil de machine learning montre que les 3 zones géologiques ne sont pas les plus distinctes en termes de densité de cratère.

References

[1] : Hartmann, W. K. & Neukum, G. (2001). « Cratering chronology and the evolution of Mars ». In : Cratering chronology and evolution of Mars. Springer, p. 165-194.
[2] : Robbins, S. J., & Hynes, B. M. (2012). A new global database of Mars impact craters ≥ 1 km: 1. Database creation, properties, and parameters. Journal of Geophysical Research, 117, E05004. <https://doi.org/10.1029/2011JE00396>

[3] : Lagain, A. et al. (2021). « Mars Crater Database : A participative project for the classification of the morphological characteristics of large Martian craters ». In : p. 629-644. doi : 10.1130/2021.2550(29).
[4] : Tanaka, K. L., Skinner, J. A. Jr., Dohm, J. M., Irwin, R. P. III, Kolb, E. J., Fortezzo, C. M., et al. (2014). Geologic map of Mars. Retrieved from <http://pubs.usgs.gov/sim/3292/>