

Couplage Surface-Orbite en spectroscopie infrarouge pour la caractérisation des aérosols martiens et le l'hydratation de la surface

Aurélien Stcherbinine, IRAP, CNES, Université Toulouse III Paul Sabatier, CNRS, Toulouse, France

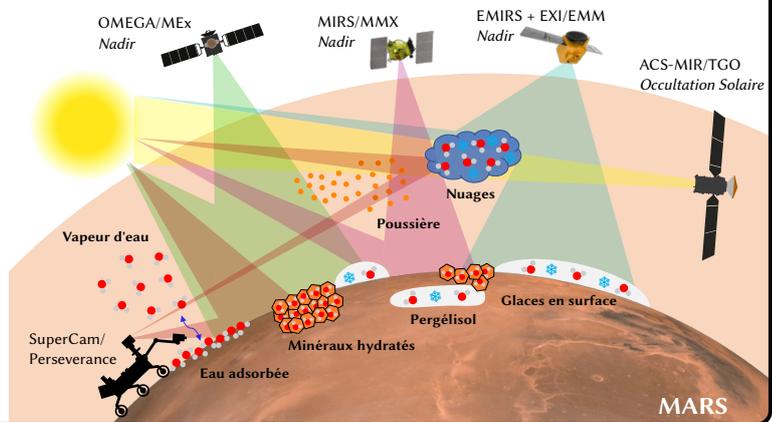
LA RICHESSE ACTUELLE DES OBSERVATIONS MARTIENNES

La compréhension et caractérisation des **aérosols** est un **enjeu crucial** pour mieux **comprendre et modéliser le climat martien** ainsi que les **échanges entre la surface et l'atmosphère** de la planète.

Aujourd'hui de **nombreuses sondes en orbite et à la surface** de Mars permettent d'étudier les **aérosols** (poussière & nuages) ainsi que l'**hydratation de la surface** et les **glaces**, incluant plusieurs instruments à contribution française portés par le CNES.

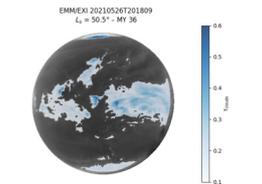
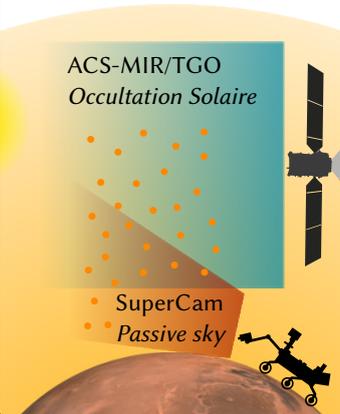
Complémentarité des différentes géométries d'observation pour l'étude des aérosols :

- **Nadir** : profondeur optique colonne intégrée, large couverture spatiale
- **Occultation Solaire** : extinction, taille, structure verticale détaillée, haute sensibilité
- **Passive sky** : fonction de phase, albédo de simple diffusion, basses couches atmosphériques

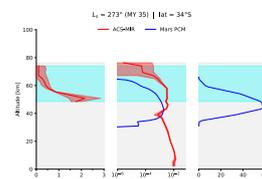


COUPLER LES JEUX DE DONNÉES POUR MIEUX CARACTÉRISER LES AÉROSOLS MARTIENS

Des **observations simultanées multi-instruments** peuvent permettre de mieux contraindre les propriétés des aérosols en **combinant différentes géométries**.

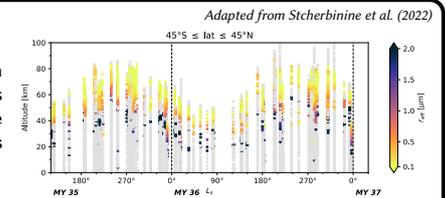


Profondeur optique des nuages de glace d'eau avec EMM/EXI (UV nadir - Wolff et al., 2022).



Profils verticaux taille et extinction des nuages avec TGO/ACS-MIR comparés aux prédictions de modèles climatiques (Stcherbinine et al., 2022).

Les mesures en occultation solaire fournissent désormais une **climatologie précise de la distribution verticale des aérosols** dans l'atmosphère.



Or, les profils verticaux des aérosols sont nécessaires pour dériver les propriétés atmosphériques en géométrie nadir, le choix d'une hypothèse empirique peut avoir des conséquences notables sur les résultats (Stcherbinine et al., 2025).

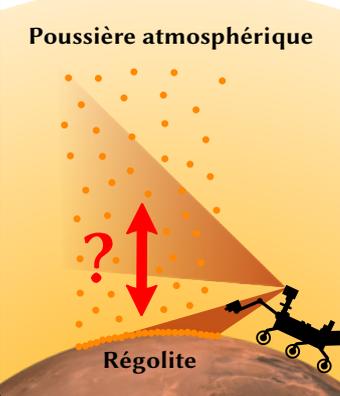


Workshop international à Toulouse les 23 & 24 Septembre 2024 sur les propriétés radiatives de la poussière martienne.

Lors d'un **workshop international** en septembre, des spécialistes des observations de la **poussière martienne** et des représentants des principaux modèles climatiques ont pu échanger sur les **moyens d'améliorer nos connaissances en travaillant ensemble**.

Parmi les principales actions mises en avant : l'intérêt de **réaliser des observations conjointes dans différentes géométries**, et le besoin d'observations spécifiques supplémentaires (mission MMX avec MIRS).

ÉCHANGES ATMOSPHÈRE-SURFACE & HYDRATATION DES SOLS

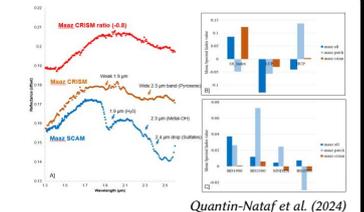


La **poussière martienne** est à l'**interface entre l'atmosphère et la surface** de Mars, issue de l'érosion du matériau de surface et élevée jusqu'à plusieurs dizaines de kilomètres dans l'atmosphère.

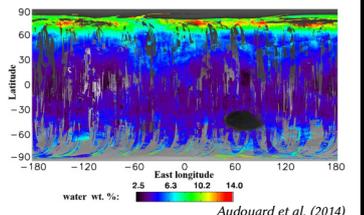
La question de l'**hydratation de la surface martienne**, de la **quantité d'eau** présente en surface et de sa **nature** (minéraux, adsorbée...) est **complexe mais d'une grande importance**. La poussière, élément mobile en partie hydraté pourrait jouer un rôle.

Récemment, les mesures infrarouges de l'instrument Supercam ont révélé des **niveaux d'hydratation bien supérieurs à ceux obtenus depuis l'orbite** dans la **même gamme spectrale**. Cela soulève de nombreuses interrogations, mais l'**écart d'échelle rend la comparaison directe ardue**.

De **nouvelles mesures en spectroscopie infrarouge** par un potentiel futur instrument orbital à plus **haute résolution spatiale** que OMEGA ou CRISM pourraient permettre de combler l'écart entre les mesures orbitales actuelles et les observations réalisées depuis la surface à Jezero.



Quantin-Nataf et al. (2024)



Audouard et al. (2014)

RÉFÉRENCES

Audouard et al. (2014). Water in the Martian regolith from OMEGA/Mars Express. *JGR: Planets*, 119, 1969-1989
 Quantin-Nataf et al. (2024). Orbital infrared spectroscopy: lessons learned from in situ SCAM VISIR in Jezero. *10th Mars Conference*, abstract 3390
 Stcherbinine et al. (2022). A Two Martian Years Survey of Water Ice Clouds on Mars with ACS Onboard TGO. *JGR: Planets*, 127, e2022J007502
 Stcherbinine et al. (2025). On the impact of the vertical structure of Martian water ice clouds on nadir atmospheric retrievals from simultaneous EMM/EXI and TGO/ACS-MIR observations. *Icarus*, in press
 Wolff et al. (2022). Diurnal Variations in the Aphelion Cloud Belt as Observed by the Emirates Exploration Imager (EXI). *GRL*, 49, e2022GL100477

CONTACT

Aurélien.Stcherbinine@irap.omp.eu

<https://aurelien.stcherbinine.net>

