

PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Intitulé : Développement de Méthodes de Mesure des Propriétés des Poussières Lunaires

Référence : **PHY-DPHY-2026-03**

(à rappeler dans toute correspondance)

Début de la thèse : 01/10/2026

Date limite de candidature : 15/03/2026

Mots clés

Poussière lunaire, propriétés électriques, charge électrostatique, protocole expérimental, irradiation

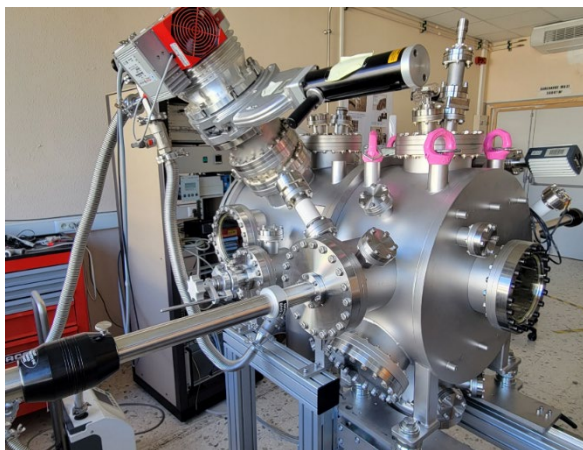
Profil et compétences recherchées

Physicien plasma ou général

Ecole d'ingénieur ou diplôme de Master en physique

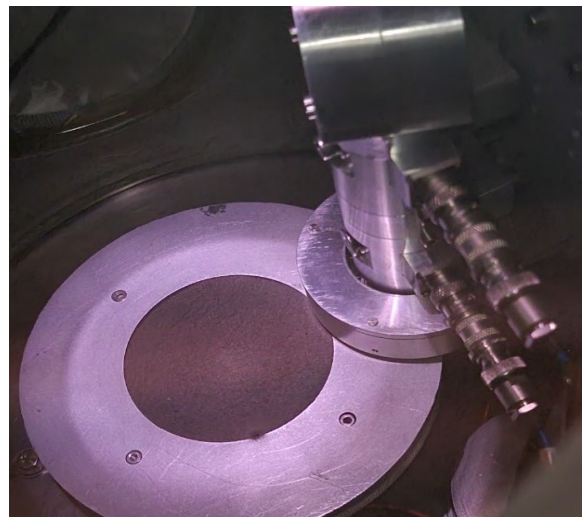
Présentation du projet doctoral, contexte et objectif

L'exploration lunaire est un des objectifs majeurs poursuivis actuellement par les agences spatiales internationales. Dans ce cadre, l'ONERA conduit depuis une dizaine d'années des études et recherches dans le domaine des poussières lunaires qui, depuis les observations des astronautes lors des missions Apollo, sont connues pour constituer un des freins majeurs à un séjour prolongé à la surface de la Lune (on parle de missions de plusieurs mois). Ces poussières adhèrent à peu près à tout et posent des problèmes de tenue des mécanismes, de dégradation des propriétés des revêtements thermiques, d'endommagement des combinaisons spatiales et des désagréments, voire des risques, liés à la santé des astronautes. Leur comportement est sensible à l'environnement incluant les radiations (UV et électrons), l'impact des micrométéorites et les fortes variations de température que l'on retrouve à la surface de la Lune, allant environ de -230°C jusqu'à $+120^{\circ}\text{C}$. Pour évaluer l'efficacité des méthodes de réduction du risque et pour comprendre les mécanismes physiques à l'œuvre, l'ONERA développe et



utilise des moyens expérimentaux et des outils numériques capables respectivement de simuler une partie de l'environnement lunaire (vide, plasma, photons VUV, simulants de poussières lunaires) et d'extrapoler - également en partie - les résultats aux conditions lunaires (gravité réduite, vent solaire, irradiations). Dans le cadre de projets menés pour l'Union Européenne, l'Agence Spatiale Européenne et le CNES, le Département Physique Instrumentation Environnement Espace (DPHY) étudie les propriétés électriques des poussières, responsables de la charge et l'adhésion.

Dans ce contexte, la/le doctorant(e) participera au développement de projets expérimentaux destinés à la mesure des propriétés électriques (conductivité, permittivité diélectrique, forces de Van der Waals ou électrostatiques, etc.) et/ou morphologiques (taille, rugosité) des simulants de poussières lunaires en environnement représentatif. Pour cela, l'ONERA est doté d'une enceinte à vide nommée CHARM, équipée d'une source VUV, d'un canon à électrons ainsi que de moyens de visualisation et diagnostics de laboratoire (sondes de potentiel, microscopie optique, détecteur de charge de grains de poussières, caméra rapide).



Le contenu de ce travail de doctorat se décline en plusieurs parties :

- 1) Revue de la littérature : une première partie de ce travail de recherche consistera à effectuer une recherche bibliographique en synthétisant les caractéristiques électriques et morphologiques des différents simulants de poussières lunaires ainsi que les techniques de mesure associées à ces mêmes propriétés. Une ou plusieurs propriétés seront choisies en vue d'être étudiées. L'objectif est de sélectionner les propriétés qui ont un impact important sur les problématiques d'adhésion des poussières lunaires. Pour cela, une large gamme de simulants disponibles à l'ONERA au sein du DPHY est mise à disposition afin de comparer leurs propriétés.
- 2) Sur la base de cette analyse bibliographique, la/le doctorant(e) mettra au point un protocole de mesure expérimentale visant à caractériser les propriétés impactant le plus la charge et l'adhésion des simulants de poussière lunaire. L'objectif sera de mesurer et comparer sous condition représentative de l'environnement spatial à la surface de la Lune l'impact des propriétés électriques et/ou morphologiques des grains de poussière sur des observables tels que le potentiel de surface d'une couche de poussière, la charge à l'échelle macroscopique et microscopique, le courant d'une couche de poussière, ainsi que les forces d'adhésion à l'échelle d'un seul grain de poussière.
- 3) Mesure de l'impact des variations de température, d'irradiation et/ou de compacité sur les propriétés ainsi que leurs observables associés (potentiel, conductivité, etc.).

Ce travail de doctorat pourra compter sur de nouveaux moyens de mesure et d'observation tels qu'un détecteur de charge de poussière ou une caméra rapide. En parallèle, ce travail de recherche s'effectuera en synergie avec une thèse qui débute en janvier 2026 axée sur la modélisation numérique de l'impact de l'environnement radiatif sur la charge et la force d'adhésion des poussières.

Collaborations envisagées

Co-financement CNES

Laboratoire d'accueil à l'ONERA

Département : Physique, instrumentation, environnement, espace

Lieu (centre ONERA) : TOULOUSE

Contact : Rémi PACAUD

Tél. : +33 5 62 25 25 39 Email : remi.pacaud@onera.fr

Directeur de thèse

Nom : Pierre SARRAILH

Laboratoire : ONERA

Tél. : +33 5 62 25 26 06

Email : pierre.sarrailh@onera.fr

Pour plus d'informations : <https://www.onera.fr/rejoindre-onera/la-formation-par-la-recherche>