



## Étude de la photochimie des exoplanètes semblables à Mars

**Spécialité** Astrophysique

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [DAP/LDE3](#)

**Candidature avant le** 01/06/2024

**Durée** 5 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [GARCIA MUÑOZ Antonio](#)  
+33 1 69  
[antonio.garciamunoz@cea.fr](mailto:antonio.garciamunoz@cea.fr)

### Résumé

Le projet étudiera la photochimie des atmosphères de CO<sub>2</sub> dans des conditions correspondant à celles attendues sur certaines exoplanètes. Les résultats seront replacés dans le contexte des observations actuelles et futures des atmosphères d'exoplanètes.

### Sujet détaillé

Parmi les plus de 5 000 exoplanètes actuellement connues, celles dont la taille est comprise entre 1 et 4 rayons terrestres sont les plus abondantes. De telles planètes sont absentes de notre système solaire et leurs propriétés fondamentales (origine, évolution, structure interne, etc.) restent incertaines. Certaines de ces planètes pourraient avoir des atmosphères dominées par H<sub>2</sub>/He, mais d'autres pourraient avoir des atmosphères riches en molécules lourdes comme par exemple H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub>. Le projet actuel propose d'étudier la photochimie des atmosphères dominées par le CO<sub>2</sub> soumises à l'irradiation d'étoiles de types M, K et G (étoiles hôtes préférentielles pour un certain nombre de programmes d'observation en cours). L'étude utilisera un modèle photochimique existant développé pour les conditions martiennes et qui traite l'ensemble de la transition de l'atmosphère neutre à l'ionosphère. L'étudiant adaptera le modèle photochimique à des conditions plus générales (en particulier le partage CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub>), et évaluera la façon dont les différents spectres stellaires affectent la composition chimique des atmosphères. Les conclusions de cette étude théorique seront liées aux découvertes faites par le JWST et aux observations futures avec des télescopes tels que l'E-ELT.

### Mots clés

photochimie, atmosphère, exoplanètes, modélisation numérique

### Compétences

modélisation numérique, cinétique chimique

---

## Logiciels

fortran, IDL, python

---

## Investigating the photochemistry of Mars-like exoplanets

### Summary

The project will investigate the photochemistry of CO<sub>2</sub>-atmospheres under conditions relevant to those expected at some exoplanets. The findings will be put in the context of existent and future observations of exoplanet atmospheres.

### Full description

Of the more than 5,000 exoplanets that are currently known those that have sizes between 1 and 4 Earth radii are the most abundant. Such planets are absent in our Solar system and their fundamental properties (origin, evolution, internal structure, etc.) remain uncertain. Some of these planets might have H<sub>2</sub>/He-dominated atmospheres, but others might have atmospheres that are rich in heavy molecules such as for example H<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub>. The current project proposes to investigate the photochemistry of CO<sub>2</sub>-dominated atmospheres subject to the irradiation from stars of M, K and G types (preferential host stars for a number of ongoing observing programs). The investigation will utilize an existent photochemical model developed for Martian conditions and that handles the entire transition from the neutral atmosphere to the ionosphere. The student will adapt the photochemical model to more general conditions (in particular the CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-H<sub>2</sub> partitioning), and will assess the ways in which different stellar spectra affect the chemical composition of the atmospheres. The conclusions from this theoretical investigation will be related to the discoveries that the JWST is making and to future observations with telescopes such as the E-ELT.

### Keywords

photochemistry, atmosphere, exoplanets, numerical modelling

### Skills

numerical modelling, chemical kinetics

### Softwares

fortran, IDL, python