

## **Proposition de cours de thèse de l'ED129 pour l'année 2024-2025**

TITRE : Le rôle des échanges radiatifs atmosphériques dans le système climatique terrestre et ses variations.

### **Programme :**

Récemment plusieurs articles ont présenté des modèles radiatifs simplifiés, très physiques et suffisamment pertinents pour que l'on puisse les utiliser pour faire des analyses assez fines du rôle des échanges radiatifs dans le système climatique, sans avoir besoins d'être spécialiste en transfert radiatif. L'objectif principal de ce cours est de faire partager ces approches, de présenter leurs bases physiques, de coder soi-même un modèle radiatif simple (en Python ou autre langage), et d'analyser certains phénomènes importants pour le climat, comme l'effet de serre dû au CO<sub>2</sub> ou la rétroaction de la vapeur d'eau. La présentation des bases physiques nous permettra aussi de faire le lien avec certaines approximations classiques des codes radiatifs. Ce cours traitera essentiellement les échanges dans le domaine infra-rouge (même si les échanges dans le domaine solaire seront évoqués). Il y aura des cours magistraux, des TD et des TPS numériques durant lesquels les étudiants écriront eux-même un code de modèle simple. Cette année 2025, nous profiterons de l'invitation du Pr. Yi Huang (McGill) par l'EUR IPSL pour qu'il présente le rôle de la vapeur d'eau dans la stratosphère.

### **Pré-requis :**

Connaissances générales en physiques du climat et en programmation scientifique.

### **Objectifs de la formation:**

- comprendre le rôle des échanges radiatifs dans le système climatique, et notamment :
  - physique de l'effet de serre
  - forçage dû au CO<sub>2</sub> (notamment la raison de sa dépendance logarithmique à la concentration et l'effet du recouvrement spectral avec H<sub>2</sub>O)
  - rétroaction de la vapeur d'eau dans la troposphère (et notamment « l'effet Simpson, c-à-d la quasi l'insensibilité du flux au sommet de l'atmosphère lorsque la température change et que l'humidité relative reste constante, dans les domaines spectraux où la vapeur d'eau est très absorbante)
  - rétroaction de la vapeur d'eau dans la stratosphère
- comprendre les principales hypothèses sur lesquelles reposent les modèles et code radiatifs classiquement utilisés (méthodes en k-distribution, k-corrélées, approximation diffuse, etc.)

### **Compétences acquises a l'issue de la formation :**

- connaissance de l'effet de serre, du calcul des forçages radiatifs et des rétroactions radiatives
- interprétation de la signature spectrale des changements radiatifs au sommet de l'atmosphère
- connaissance des bases physiques des modèles radiatifs de différentes complexités

### **Évaluation :**

Au fil de l'eau, avec les TD et le TP numériques qui seront réalisés pendant la formation

### **Méthode pédagogique:**

Il y aura des cours, des TD et des TP numériques pendant lesquels les étudiants programmeront eux-même un modèle radiatif simplifié

**Observations particulières :**

Chaque étudiant devra avoir un ordinateur portable avec les logiciels nécessaires pour écrire et utiliser un modèle simple (par ex. en Python)

NOMBRE D'HEURES : 30 heures, sur une semaine, du lundi midi au vendredi midi

ENSEIGNANT RESPONSABLE A CONTACTER :

Jean-Louis Dufresne, [jean-louis.dufresne@lmd.ipsl.fr](mailto:jean-louis.dufresne@lmd.ipsl.fr)

Nombre maximum de participants : 20 à 30, selon dimension de la salle

Calendrier (dates et heures) : 10 au 13 juin 2025 de 9h à 18h

Lieu (adresse et salle) : Campus Pierre et Marie Curie de Sorbonne Université  
Salle Atlantique Tour 56-66 3<sup>ème</sup> étage