M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Météo-France/DSM/CS/DC et CNRM/GMGEC/MOSCA

Titre du stage : **Évaluation de l'impact du changement climatique sur la ressource photovoltaïque dans les territoires d'outre-mer**

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Katerina Goubanova (PhD/chargé d'étude/DSM); Arnaud Forster (PhD/chargé d'étude/DSM); Pierre Nabat (PhD/chercheur/CNRM)

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : katerina.goubanova@meteo.fr, 05.61.07.86.11 ; arnaud.forster@meteo.fr, 05.61.07.84.96 ; pierre.nabat@meteo.fr, 05.61.07.97.40

Contexte : Dans le cadre de la transition énergétique mondiale, les énergies renouvelables jouent un rôle clé dans la décarbonation des systèmes énergétiques. Parmi elles, le solaire photovoltaïque (PV) constitue une solution stratégique retenue par l'Union Européenne pour réduire la dépendance aux énergies fossiles [1].

Les territoires d'outre-mer français bénéficient d'un ensoleillement abondant et de conditions climatiques propices au développement de la production photovoltaïque. Cependant, leur vulnérabilité aux effets du changement climatique rend ces régions particulièrement exposées aux variations des principales variables météorologiques influençant la ressource solaire : rayonnement, couverture nuageuse et température de l'air. En effet, les études récentes pour les différentes régions du monde ont montré que les fluctuations de ces variables pourraient altérer la production photovoltaïque future [2, 3, 4]. Une évaluation rigoureuse de ces impacts s'avère donc indispensable pour anticiper l'évolution du potentiel solaire et adapter les stratégies énergétiques insulaires aux nouvelles contraintes climatiques.

Objectifs : Ce stage, encadré au sein de la Direction des Services Météorologiques (DSM) de Météo-France en collaboration avec le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), s'inscrit dans une démarche de recherche appliquée. Il vise à analyser, à partir de projections climatiques, l'évolution potentielle de la ressource photovoltaïque dans un des territoires ultramarins (ex. : La Réunion, Nouvelle-Calédonie, Martinique). Ce travail s'appuiera sur les données du projet Socle Outre-Mer [5] et contribuera au développement d'indicateurs climatiques adaptés pour le secteur de l'énergie, dans le cadre des services climatiques que Météo-France élabore pour les territoires ultramarins (Climadiag Commune [6] et DRIAS [7])

Activités : Le stage s'articulera autour de quatre étapes :

1. Revue bibliographique
2. Analyse des variables climatiques influençant la production PV (rayonnement solaire, température de l'air, couverture nuageuse, aérosols) :
   - Caractérisation du cycle saisonnier à partir des données d'observation ;
   - Identification et quantification des biais systématiques dans les simulations des modèles climatiques (globaux et régionaux, notamment CNRM-ALADIN).
3. Évaluation des incertitudes dans l'estimation du potentiel photovoltaïque à partir des simulations des modèles climatiques liées à: (a) la formule utilisée; (b) la résolution temporelle (données horaires *versus* quotidiennes)
4. Estimation du potentiel photovoltaïque dans le contexte de changement climatique anthropique ayant pour cible les différents niveaux de réchauffement régional prévu dans la trajectoire de référence à l'adaptation au changement climatique (TRACC) [8].

Profil recherché : maîtrise des outils de traitement de données climatiques (Python, R) ; capacité à manipuler et à interpréter de grands volumes de données ; bonnes connaissances en physique de l'atmosphère et/ou énergies renouvelables.

[1] Commission européenne (2022). *Rapport 2022 sur la réalisation des objectifs en matière d'énergies renouvelables pour 2020* [COM(2022) 639 final]. EUR-Lex. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0639

[2] C Gutiérrez, S. Somot, P. Nabat, M Mallet, L. Corre, et al. (2020) Future evolution of surface solar radiation and photovoltaic potential in Europe: investigating the role of aerosols. *Environ Res Lett*, 2020, 15 (3), pp.034035. 〈10.1088/1748-9326/ab6666〉. 〈hal-03975567〉

[3]Bichet A, Hingray, G. Evin, A. Diedhiou, C. Kebe, S. Anquetin (2019) Impact of climate change on solar resource in Africa for photovoltaic energy: analyses from CORDEX-Africa climate experiments, *Environ. Res. Lett.,* 14 (12) 10.1088/1748-9326/ab500a

[4] Feron, S., Cordero, R.R., Damiani, A. *et al.* (2021) Climate change extremes and photovoltaic power output. *Nat Sustain* 4, 270–276 https://doi.org/10.1038/s41893-020-00643-w

[5] https://pepr-traccs.fr/wp-content/uploads/2025/04/Webinaire_TRACCS_20240927_A.Ribes_.pdf

[6] https://meteofrance.com/climadiag-commune

[7] https://www.drias-climat.fr/

[8] Soubeyroux J-M., B. Dubuisson, S. Bernus, R. Samacoïts, F. Rousset, et al.. (2024) A quel climat s'adapter en France selon la TRACC ? Meteo-France. 2024. 〈hal-04797481v1〉