

**IDENTIFICATION DES EQUIPES PRESENTES DANS LE PROJET**

	Prénom /Nom	Adresse e-mail	Laboratoire/équipe
Porteur	Anne Migan Dubois	Anne.Migan-Dubois@GeePs.CentraleSupélec.fr	GeePs
Partenaire	Claude Delpha	Claude.Delpha@l2s.centralesupélec.fr	L2S

Ce projet est déposé ou susceptible d'être déposé à un autre Appel émanant d'un OI ou d'une GS :

OUI  NON

En cas de financement, précisez le laboratoire **et** la tutelle gestionnaire des fonds (CNRS, UVSQ, UFR Sciences, etc.). *A noter que les fonds ne pourront être débloqués qu'en faveur d'une tutelle gestionnaire appartenant à UPSaclay : GeePs - CentraleSupélec*

**DESCRIPTION SCIENTIFIQUE DU PROJET de stage de Master 2 (max 2 pages)**

**Titre**

Longues séries temporelles de mesures issues du monitoring de divers composants photovoltaïques en conditions réelles et en extérieur : quels traitements numériques pour une meilleure compréhension des phénomènes physiques ?

**Objectifs scientifiques du projet**

Les objectifs du stage sont de proposer des méthodes d'analyses de longues séries temporelles de données mesurées en conditions réelles et en extérieur. Ce sont des mesures de performances photovoltaïques (caractéristiques courant-tension, point de fonctionnement sur une résistance, point de fonctionnement à puissance maximale, tension à vide, etc) ainsi qu'un ensemble de mesures atmosphériques (éclaircissements global horizontal, dans le plan, direct normal, diffus horizontal, albédo, température ambiante, vitesse et direction du vent, spectre solaire, humidité, etc).

Ces mesures en conditions réelles seront complétées par des caractérisations en conditions contrôlées (standards ou réelles), réalisées en laboratoire.

Les méthodes proposées devront permettre de comprendre pourquoi certaines conditions environnementales sont plus favorables aux dispositifs testés, comment améliorer ces dispositifs pour qu'ils produisent en moyenne plus sur une année...

Des méthodes d'analyses devront ensuite être proposées et testés sur différents jeux de données disponibles.

Les résultats obtenus devront permettre de mieux comprendre la physique des dispositifs testés et savoir identifier pourquoi certains se comportent mieux que d'autres et dans quelles conditions environnementales.

**Etat de l'art (présentation et analyse critique)**

Très peu d'études portent sur la caractérisation avancée de dispositifs photovoltaïques en conditions réelles et en extérieur et les analyses associées [1-4].

Plus d'études sont menées pour les nouvelles technologies photovoltaïques que sont les pérovskites [5-8].

**Description scientifique du projet, méthodes et résultats attendus dans le contexte de l'Institut de l'Energie Soutenable**

Les premiers dispositifs étudiés seront des cellules et des mini-modules photovoltaïques à base de matériau pérovskite. Ces dispositifs sont conçus et fabriqués par l'IPVF (Institut Photovoltaïque Francilien) et le CEA-

DRF (Commissariat à l'Énergie Atomique-Direction de la Recherche Fondamentale).

La plateforme de caractérisation en conditions réelles et en extérieur est située au SIRTÀ (Site Instrumental de Recherche par Télédétection Atmosphérique [9, 10]) à 18.3 km au sud-ouest de Notre-Dame-de-Paris (France, 48.7 N, 2.2 E).

La plateforme de caractérisation photovoltaïque est constituée de plusieurs bancs. Toutes les mesures pourront être utilisées au cours de ce stage, afin de valider les méthodes sur différents dispositifs. Le plus ancien banc installé au SIRTÀ date de 2014, nous avons donc un historique d'une mesure par minute, du lever au coucher du soleil, depuis presque 10 ans.

La technologie émergente des cellules solaires basée sur des matériaux pérovskites à base d'halogénures métalliques est un nouveau potentiel pour révolutionner le domaine du photovoltaïque [11]. En effet, des recherches approfondies ont été menées sur l'amélioration du rendement de conversion photovoltaïque en optimisant les différentes couches de l'empilement et/ou le processus de fabrication [12]. Actuellement, les records de conversion certifiés sont respectivement de 25,7 % et 32,5 % pour les cellules à jonction unique et les cellules tandem monolithiques pérovskites sur Silicium [13].

Cependant, d'autres caractéristiques doivent être satisfaites pour atteindre le niveau commercial, telles que la stabilité à long terme [14]. Bien que plusieurs recherches [15], [16] aient été menées sur le comportement des cellules et des modules en pérovskite dans des conditions extérieures, il manque encore des données quantitatives précises. De multiples études ont montré que les mécanismes de dégradation observés entre le vieillissement dans des conditions intérieures et extérieures peuvent être différents en fonction de la technologie pérovskite [17]. Dans certains cas, la dégradation observée est plus prononcée pour les cycles extérieurs que pour les conditions intérieures. Cependant, dans d'autres études de cas, une récupération non négligeable est observée après un cycle d'obscurité.

D'où l'intérêt d'étudier le comportement de cette technologie dans des conditions de travail réalistes.

### Programme de travail

- Etude bibliographique d'une part sur la caractérisation photovoltaïque en conditions réelles et en extérieur et d'autre part, sur les méthodes de traitement de longues séries temporelles.
- Application de ces méthodes existantes sur diverses séries temporelles de monitoring existantes au SIRTÀ.
- Les premières conclusions pourront peut-être donner des pistes d'amélioration des dispositifs testés.
- Amélioration des méthodes existantes pour proposer une ou plusieurs méthodes propres à nos études.

### Bibliographie

- [1] [doi:10.1002/pip.2921](https://doi.org/10.1002/pip.2921)
- [2] [doi:10.1016/j.solener.2021.03.009](https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.03.009)
- [3] [doi:10.1109/ACCESS.2021.3058779](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3058779)
- [4] [doi:10.1016/j.solmat.2014.09.034](https://doi.org/10.1016/j.solmat.2014.09.034)
- [5] [doi:10.1002/ente.201500045](https://doi.org/10.1002/ente.201500045)
- [6] [doi: 10.1002/aenm.202000454](https://doi.org/10.1002/aenm.202000454)
- [7] [doi: 10.1021/acsami.1c14720](https://doi.org/10.1021/acsami.1c14720)
- [8] [doi: 10.1038/ncomms15684](https://doi.org/10.1038/ncomms15684)
- [9] <https://sirta.ipsl.fr/>
- [10] [doi: 10.5194/angeo-23-253-2005](https://doi.org/10.5194/angeo-23-253-2005)
- [11] [doi: 10.3390/en9110861](https://doi.org/10.3390/en9110861)
- [12] [doi: 10.1002/adfm.201808843](https://doi.org/10.1002/adfm.201808843)
- [13] [doi: 10.1126/science.abd4016](https://doi.org/10.1126/science.abd4016)
- [14] [doi: 10.1038/s41560-019-0529-5](https://doi.org/10.1038/s41560-019-0529-5)
- [15] [doi: 10.1016/j.solmat.2018.10.018](https://doi.org/10.1016/j.solmat.2018.10.018)
- [16] [doi: 10.1002/aenm.202000454](https://doi.org/10.1002/aenm.202000454)
- [17] [doi: 10.21203/rs.3.rs-777413/v1](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-777413/v1)