

Profil : Etudiant M2

Durée : 6 mois

Lieu de travail : laboratoire de météorologie dynamique (LMD), Ecole Polytechnique, Palaiseau (91)

Prévision de la production d'énergie solaire par apprentissage profond de données de satellite météorologique

Contexte

La prévision de la production d'électricité solaire permet de mieux planifier son intégration dans réseau électrique et ainsi accroître sa part dans le mix-énergétique. Les satellites météorologiques géostationnaires tels que Meteosat observent en temps-réel la couche nuageuse en produisant une image d'une même zone de la Terre toutes les 15 min. Des techniques éprouvées de traitement de ces images permettent d'anticiper les déplacements nuageux et d'en déduire des prévisions de production photovoltaïque (PV). Malgré leurs limites dues à une méconnaissance du comportement des nuages à fine échelle spatio-temporelle, ces méthodes sont généralement plus fiables que celles fournies par les modèles météorologiques classiques pour les horizons de temps infrajournaliers. De plus, elles sont très peu coûteuses en calculs et leur développement opérationnel est maîtrisé.

Problématique

Le développement récent de modèles d'apprentissage profond (*deep-learning*) en particulier les réseaux de neurones constitutionnels (*Convolutional Neural Networks* ou CNN) a incité des chercheurs à les expérimenter pour les prévisions de précipitations à partir d'images de radar. Celles-ci sont en effet très complexes et exigeantes en précision afin d'anticiper les conséquences de mauvais temps (orages, inondations ...). Malgré les forts coûts en calcul d'apprentissage, ces méthodes sont désormais avantageuses par rapport aux prévisions météorologiques classiques. Ces recherches ont montré que les prévisions solaires utilisant des images satellites ont plusieurs bonnes raisons d'utiliser aujourd'hui les CNN. Il existe près de 20 ans de données satellite homogènes à haute fréquence (15 min.) pouvant servir de base d'entraînement. La nébulosité est une grandeur bornée et non-divergente ce qui évite les incohérences d'apprentissage. Enfin, l'évolution des nuages à petite échelle, notamment leurs apparitions et disparition soudaines, sont des conséquences de phénomènes stochastiques ne pouvant toujours pas être prévus par des modèles physiques.

Objectifs

Les objectifs de ce stage consistent à préparer la création d'un modèle de deep-learning novateur spécifique à la prévision de production photovoltaïque infrajournalière, à partir d'images du canal visible de satellite météorologique géostationnaire. Les différentes étapes sont :

- la classification des images en fonction des situations météorologiques qu'elles présentent et des erreurs des méthodes de prévision classique (par traitement d'image) qu'elles génèrent.
- L'application d'un modèle CNN déjà validé pour la prévision de précipitations et rapide à mettre en place (ex : Unet, convLSTM, ...) sur chacune de ces situations météorologiques classifiées
- L'analyse des performance du modèle de prévision sur chacune de ces classes par rapport aux méthodes de prévisions classiques sur le traitement d'image.

Ce stage est susceptible d'être prolongé par une thèse axée sur l'interprétation physique des prévisions nuageuses par deep-learning et l'aboutissement d'un modèle spécifique à la prévision solaire pour les futurs satellites tels que *Meteosat Third Generation*.

Profil recherché :

- M2 Analyse de données, traitement d'image, data science

- Programmation : langage python, expérience prouvée en programmation de modèles de deep-learning avec la librairie Keras et entraînement sur clusters CPU et GPU.
- Vif intérêt pour la météorologie, l'observation de la Terre et les enjeux de l'énergie solaire
- Excellente communication orale et écrite

Contacts :

Sylvain Cros - sylvain.cros@lmd.ipsl.fr

Jordi Badosa – jordi.badosa@lmd.ipsl.fr