

# La plateforme GREEN un laboratoire scientifique à forts potentiels pour la recherche, formation et R&D

---

Harry RAMENAH

harry.ramenah@univ-lorraine.fr

IUT de Metz, Université de Lorraine  
Département Mesures Physiques 57070 Metz

**Thèmes** – *Énergie – Gestion de l'énergie- Energies Renouvelables*

**Résumé** – *Les exigences du développement durable incitent les acteurs politiques, économiques et scientifiques à rechercher des solutions pour décarboner, rendre efficace la production, la distribution, le stockage, et augmenter la part de l'électricité d'origine renouvelable. Ces objectifs nécessitant des recherches spécifiques afin de réduire la consommation énergétique des infrastructures et des équipements terminaux, en adéquation avec les quantités d'énergie produites à partir de sources renouvelables. C'est dans ce contexte que le département de mesures physiques de l'IUT de Metz a créé un laboratoire, dit plateforme GREEN\*, dédié à la formation, R&D, transfert de compétences, et initiation à la recherche pour les lycéens. La plateforme GREEN est équipée de technologies d'énergies renouvelables fonctionnant en conditions réelles afin de pouvoir modéliser la production d'énergie pour de l'énergie à la demande. Cet article décrit la structure de ce laboratoire, son bilan depuis sa création, son interface avec le secteur industriel et la passerelle vers la recherche.*

\* GREEN : *Gestion de Ressources Energétiques et Energies Nouvelles*

**Mots-Clés** – *Energies Renouvelables, Tous Chercheurs, formation, R&D*

## 1 Introduction

La plateforme GREEN est installée depuis 2009 au département Mesures Physiques de l'IUT de Metz, sur 200 m<sup>2</sup>, sur deux niveaux et équipée des technologies énergies renouvelables. Financée par des entreprises leaders dans le domaine énergétique et subventionnée par les collectivités locales, elle a été inaugurée [1] en novembre 2011. L'ensemble des équipements est estimé à plus de 700 k€. Soutenue par plus de 600 entreprises dans le Grand Est de la France et pays frontaliers (Allemagne, Luxembourg, Belgique), elle permet en retour d'alimenter ces entreprises en techniciens, ingénieurs, chercheurs et docteurs. Ce laboratoire est dédiée à la formation, R&D et aux transferts de compétences. La plateforme accueille des lycéens de premières et terminales scientifiques ou en filières professionnelles pour de l'initiation à la recherche de par le projet Tous Chercheurs financé par la fondation Bettencourt Schueller à la hauteur de 800 k€ sur 5 ans. La structure de la plateforme est illustrée sur la figure 1.

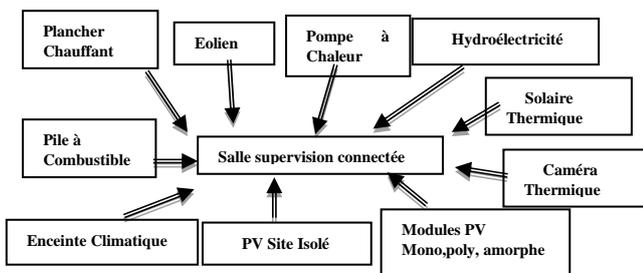


Figure 1. Structure de la plateforme

La salle de supervision et connectée est illustrée sur la figure 2, où chaque ordinateur (20 ordinateurs) est équipé d'un logiciel spécifique suivant le souhait de l'entreprise partenaire de la plateforme.



Figure 2. Salle principale de supervision

Depuis sa création, la plateforme GREEN forme les apprentis en licence professionnelle, propose, des travaux pratiques (TP) et stages PFE pour les élèves d'ingénieurs des grandes écoles de Metz et Nancy, des TP pour des étudiants en L3 et Master (M1 & M2) de l'UFR SciFa à Metz ainsi que des stages pour des entreprises. En recherche et depuis 2011, la plateforme a accueilli

plusieurs doctorants et post doctorants de l'Université de Lorraine afin d'effectuer leurs recherches ainsi que des stages doctoraux de 3 à 6 mois pour d'autres universités françaises, de Maroc, d'Algérie et des Etats Unis. Les sujets doctoraux et stages ont été proposés et dirigés par l'auteur.

## 2 Description synthétique de la plateforme

Les modules photovoltaïque (PV) polycristallins de marque SCHÜCO sont connectés en séries et sont en façade sud du bâtiment, inclinés à 60° pour favoriser la production pendant la période hivernale. Les modules PV amorphes de marque UNI-Solar d'une puissance équivalente aux polycristallins sont installés sur la toiture du bâtiment sur une surface plane avec une inclinaison de 5°. La puissance totale installée est de l'ordre de 2,5k Wc. L'onduleur des modules polycristallins est un sunny boy de SMA et pour les amorphes c'est de la marque SCHÜCO 1500T monophasé avec un transformateur. Le logiciel PVSOL est utilisé pour dimensionner en 3D les installations PV suivant les projets des entreprises.

Les piles à combustible d'AREVA sont du type PEMFC. L'objectif est d'étudier leurs composantes et performances [2] pour les applications dans le domaine du transport.

Le micro-éolien Skystream de 2,5 kW est à 12 m de haut. Le but est d'adapter le modèle de Weibull pour une zone urbaine [3].

La pompe à chaleur air-eau de Stieble-Eltron fonctionne continuellement entre les mois octobre et mai depuis 2009 afin d'étudier le comportement du COP et autres performances.

La pompe à chaleur alimente la salle de cours de 100 m<sup>2</sup> en plancher chauffant. Le logiciel de REHAU Win traçant permet de dimensionner une installation.

Dimensionnement et modélisation d'une turbine PELTON compacte pour les projets hydroélectriques, suivant les aspects électriques, mécaniques, hydrauliques et civils.

L'enceinte climatique permet de caractériser les matériaux du bâtiment ainsi que la ventilation [4,5].

Les panneaux solaires thermiques de VIESSMANN sont de deux types, plans et tubes sous vide. L'objectif est de comparer leurs fonctionnements dans les mêmes conditions météorologiques et orientations.

Pour le site isolé, l'objectif est de dimensionner les modules PV et batteries suivant les différentes charges dans une maison.

Les caméras thermiques sont utilisées pour former les industriels afin de vérifier que les normes réglementaires thermiques sont respectées.

L'ensemble du matériel est équipé des capteurs spécifiques (température, ensoleillement, humidité, vent, etc). Les données sur plusieurs années sont stockées et

utilisées pour modéliser et optimiser la production des différentes technologies [3,6,7,8] fonctionnant dans les conditions réelles.

### 3 Projet Tous Chercheurs

Le projet Tous Chercheurs est financé par la fondation Bettencourt Schueller à la hauteur de 800 k€ sur 5 ans. Ce projet a contribué en la loi LPR promulguée le 24 décembre 2020. Ainsi, 1 % du budget d'intervention de l'ANR est dédié au financement pérenne du dialogue entre sciences, recherche et société. L'objectif vise à mettre la recherche scientifique à la portée de tous et en particulier à la portée des lycéens. Les élèves adoptent pendant trois jours consécutifs une position de chercheur afin de comprendre une observation et résoudre un problème. Ils proposent des hypothèses de travail, expérimentent, discutent puis communiquent leurs résultats. Des doctorants-tuteurs qui ont bénéficié d'une formation spécifique à l'encadrement de stages Tous Chercheurs guident les élèves dans toutes les phases de leurs recherches (réflexion, questionnement, expérimentation, analyse et restitution des résultats).

Le stage proposé par Tous Chercheurs de Metz [9] avait pour objectif de réfléchir à la conception d'un éco-paquebot utilisant les technologies énergies gratuites naturelles ou énergies propres tout en étant respectueux de l'environnement. Les thèmes proposés sont: photovoltaïque pour un site isolé, photovoltaïque en conditions réelles, étude d'un micro-éolien, étude d'une pile à combustible, caractérisation thermique des matériaux du bâtiment. La figure 3, illustre les différentes phases du projet.



Figure 3. Les phases de réflexion, expérimentation, résultats

Une dizaine de stages de trois jours est organisée chaque année pour des lycéens en terminales scientifiques et bilan a été l'accueil de plus de 700 lycéens de la région Lorraine et d'un autre département entre 2016 et 2020. Malheureusement, les conditions sanitaires covid 2019 ont perturbé le déroulement des stages.

#### 3.1 Exemple des recherches à partir de la plateforme

A partir des données sur plusieurs années, un modèle innovant de prédiction PV, Engle & Granger a été étudié et publié [7]. Ce modèle a ensuite été amélioré pour le rendre encore plus robuste de par le modèle Johansen. Ce dernier a été testé et validé [10] à partir des données PV de l'île de la Réunion. Une validation de prédiction horaire du modèle à partir des données PV de l'île

Maurice est cours avec une équipe de recherche de l'University of Mauritius.

### 4 Conclusions

La plateforme GREEN est continuellement visitée par les chercheurs, des dirigeants d'entreprises, le grand public, les décideurs politiques et on peut aussi citer son excellence l'ambassadeur de l'Inde. Copiée depuis sa création, on peut constater un essaimage de la plateforme sur plusieurs sites universitaires en métropole. En terme de bilan, c'est la formation de plus 1200 étudiants de L3 au Master et élèves d'ingénieurs, 5 thèses soutenues, 4 projets post doctorants accueille de plusieurs chercheurs invités. A noter que le passage de DUT à BUT permet aux étudiants de MAE au département MP de faire des TP et mener des projets sur la plateforme.

### Références

- [1] <http://maxevilleunnouvelelan.over-blog.com/article-conseil-regional-inauguration-de-la-plateforme-green-iut-metz-90167480.html>
- [2] Harry Ramenah, Camel Tanougast. *Techniques of the Green platform for research activities*, IOSR 2019. [doi:10.9790/2402-1312023241](https://doi.org/10.9790/2402-1312023241).
- [3] Harry Ramenah. Camel Tanougast., *Reliably model of microwind power energy output under real conditions in France suburban area*. *Renewable Energy* 91, 2016, p1-10. [doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.019](https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.019)
- [4] Souad Morsli, Harry Ramenah, et al. *Effect of aligned and misaligned ventilation opening affecting energy demand, and air quality in buildings* EPJAP 2018 <https://doi.org/10.1051/epjap/2018180119>.
- [5] Lahoucine.Ouhsaine, Harry Ramenah et al. *Dynamic state-space model and performance analysis for solar active walls embedded PCMs*, *Sustainable Energy, Grids and Networks*, Oct.2020, <https://doi.org/10.1016/j.segan.2020.100401>
- [6] Moustapha Ba, Harry Ramenah et al. *Forseeing energy photovoltaic output determination by a statistical model using real module temperature in the North East of France*, *Renewable Energy*, [doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.051](https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.051), 2017.
- [7] Harry Ramenah, et al, *Accurate Determination of Parameters Relationship for Photovoltaic Power Output by Augmented Dickey Fuller Test and Engle Granger Method*, *AIMS-Energy*, 2019 pp.19–48. [doi: 10.3934/energy.2018.1.19](https://doi.org/10.3934/energy.2018.1.19).
- [8] Harry Ramenah,, *From Engle & Granger model to Johansen model for a more accurate PV power output forecast*. *Annals of M&P*. sept.2022 .doi: [10.17352/amp.000051](https://doi.org/10.17352/amp.000051)
- [9] Harry.Ramenah, Camel Tanougast. *Understanding Sciences Through Participatory Research*. *Advances in SSRJ* 2019. [doi: https://doi.org/10.14738/assrj.611.7418](https://doi.org/10.14738/assrj.611.7418).
- [10] Yannick .Fanchette, Harry Ramenah, et al. *Applying Johansen VECM cointegration approach to propose a forecast model of photovoltaic power output plant in Reunion Island*. *AIMS Energy* 2020. [doi:10.3934/energy.2020.2.179](https://doi.org/10.3934/energy.2020.2.179)