

Modèles de prévision de la production d'électricité d'origine photovoltaïque : où sont les facteurs d'incertitude ?

Anne Migan-Dubois^a, Fausto Calderon-Obaldia^{a,b,c}, Jordi Badosa^b,
Vincent Bourdin^c et Yvan Bonnassieu^d

^aLaboratoire GeePs, CNRS – CentraleSupélec – U-PSud – UPMC, F-91192 Gif-sur-Yvette

^bLMD, École Polytechnique, F-91128 Palaiseau

^cLIMSI, CNRS, F-91405 Orsay cedex

^dLPICM, CNRS - École Polytechnique, F-91405 Orsay cedex

Résumé

La variabilité de la production d'électricité d'origine photovoltaïque pose des difficultés dans la gestion des réseaux multi-sources intelligents, d'autant plus que la taille du réseau est petite ou que la pénétration photovoltaïque est importante. Ainsi, le travail de prévision de la ressource solaire devient crucial pour assurer la stabilité du réseau, la répartition optimale des différentes sources d'énergie et la gestion économique.

Ce papier se focalise sur l'estimation de l'incertitude liée à la prévision du flux solaire à l'échelle locale et à la modélisation de l'effet photo-électrique. Le but final est d'identifier les facteurs d'erreur, de les localiser et de les limiter au maximum.

Les étapes nécessaires à la prévision de la production photovoltaïque ainsi que les méthodes utilisées et les variables sont résumées dans la Figure 1 et le tableau 1.

Cette étude a montré que l'erreur moyenne sur une année, avec des modèles très simples facilement implémentables dans un outil de gestion d'un réseau intelligent, est inférieure à 5%, si on exclue la prévision météorologique. Par contre, ponctuellement, cette erreur peut être supérieure à 50%, ce qui peut s'avérer catastrophique pour la stabilité du réseau.

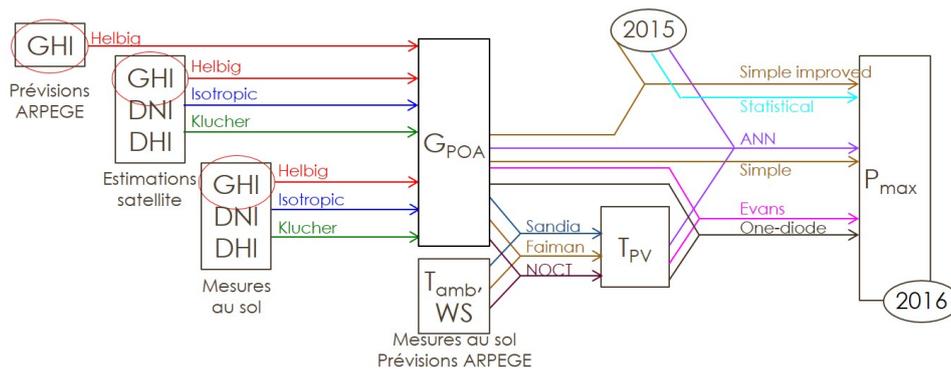


Figure 1: Schéma du protocole de prévision de la production d'électricité photovoltaïque.

Variables	Symboles	Modèles utilisés
1 Irradiance	GHI, DNI, DHI	Modèles de MétéoFrance : AROME et ARPEGE
Température ambiante	Tamb	Images satellites : Helioclim, Macc-Radd, CM-SAF, Copernicus
2 Irradiance dans le plan	GPOA	Algorithmes : Solis, Ineichen, Kasten, Helbig [Hel09] isotropic [Hot42] , Kulcher [Klu79]
3 Température des cellules	TPV	Modèles : Sandia [Kin04] , Faiman [Fai08] , NOCT
4 Production PV	Pmpp	Modèles : empirique [Ant16] , Evans [Eva81] , électrique à 3, 4, 5 ou 7 paramètres [Dol15], ANN [Kar13]

Table 1: Liste des variables et des modèles utilisés pour la prévision.

References

- [Ant16] J. Antonanzas. Review of photovoltaic power forecasting. *Solar Energy*, 136:78, 2016.
- [Dol15] A. Dolara. Comparison of different physical models for pv power output prediction. *Solar Energy*, 119(83):99, 2015.
- [Eva81] D. L. Evans. Solar energy simplified method for predicting photovoltaic array output. *Solar Energy*, 27(6):555, 1981.
- [Fai08] D. Faiman. Assessing the outdoor operating temperature of photovoltaic modules. *Prog. Photovolt.: Res. Appl.*, 16:307, 2008.
- [Hel09] N. Helbig. *Application of the radiosity approach to the radiation balance in complex terrain*. PhD thesis, 2009.
- [Hot42] H. C. Hottel. Evaluation of flat-plate solar heat collector. *Trans. ASME*, 64:91, 1942.
- [Kar13] M. Karamirad. Ann based simulation and experimental verification of analytical 4 and 5 parameters models of pv modules. *Simul. Model. Pract. Theory*, 34:86, 2013.
- [Kin04] D.L. King. Photovoltaic array performance model. *Sandia National Laboratories*, pages SAND2004–3535, 2004.
- [Klu79] T. M. Klucher. Evaluation of models to predict insolation on tilted surfaces. *Solar Energy*, 23(2):111, 1979.