



Rapport annuel 15 décembre 2011

Solar Resource Assessment and Forecasting

IEA SHC Task 46

La Tâche 36 de l'Agence Internationale de l'Energie avait pour but de rendre accessibles à tous les données de la ressource solaire par le biais d'un portail internet. Les données accessibles ont été validées au moyen de tests communs de façon à les rendre le plus comparables possible.

La Tâche 46 poursuit cet effort en consolidant les connaissances de la ressource et en y ajoutant l'axe de la prévision à court et moyen terme de l'irradiance solaire.

Le but de la Tâche est de fournir aux industries, aux décideurs, aux ingénieurs du secteur de l'électricité, ainsi qu'aux différentes institutions actives dans le domaine des énergies renouvelables, un accès à des données précises, sûres et complètes, et certifiées de qualité. Ce but se poursuit selon quatre axes ou sous-tâches dans les domaines de la ressource sub-horaires, de l'intégration de données complémentaires aux différents sets de données d'irradiance, de la prévision à court et moyen terme, ainsi que de l'amélioration des modèles d'évaluation de la ressource basé sur des données satellitaires.

Les domaines de recherche de l'Université de Genève se concentrent dans la standardisation et l'intégration des banques de données, de leur caractérisation, ainsi que de la validation et de l'amélioration des modèles d'évaluation de l'irradiance.



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

**INSTITUT DES SCIENCES
DE L'ENVIRONNEMENT**

Mandant:

Office fédéral de l'énergie OFEN
Programme de Recherche Energétique
CH-3003 Berne
www.bfe.admin.ch

Cofinancement:

Université de Genève, CH-1227 Carouge

Mandataire:

Université de Genève
Institut des sciences de l'environnement
Battelle Bât. D, 7 rte de Drize
CH-1227 Carouge
www.unige.ch/energie

Auteurs:

Pierre Ineichen, Université de Genève, pierre.ineichen@unige.ch

Responsable de domaine de l'OFEN: Andreas Eckmanns

Chef de programme de l'OFEN: Jean-Christophe Hadorn

Numéro du contrat et du projet de l'OFEN: 500184-03 / 500184

Table des matières

Abstract

The IEA Task "Solar Resource Assessment and Forecasting" will provide the solar energy industry, the electricity sector, governments, and renewable energy organizations and institutions with the means to understand the "bankability" of data sets provided by public and private sectors. A major component of the task is to provide this sector with information on how accurately solar resources can be forecast in the near future (sub-hourly, 1-6 hours, and 1-3 days) so that utilities can plan for the operation of large-scale solar systems operating within their systems. Another major component of the task is understanding short-term (1-minute or less) resource variability associated with cloud passages that cause power "ramps", an important concern of utility operators with large penetrations of solar technologies in their system. Although solar heating and cooling technologies are not, in themselves, "grid-tied" systems, the use of these technologies also impacts grid operations since they offset the use of conventional fuels or electricity.

Solar Resource Assessment and Forecasting

1. But du projet

La Tâche 36 avait répondu partiellement à ces besoins. Les participants se sont rendu compte qu'il fallait approfondir les connaissances de certains aspects de la ressource solaire, notamment la variabilité au pas de temps de l'ordre de la minute, la « bankabilité » des sets de données pour répondre aux différents investisseurs, la précision des prévisions de la ressource à court et moyen terme, ainsi que l'amélioration des différents modèles d'évaluation de la ressource à partir des mesures satellitaires.

Les différents axes du projet s'expriment au moyen de 4 sous-tâches : compréhension de la variabilité de la ressource à court terme pour l'intégration dans les réseaux, standardisation et intégration de données complémentaires dans les sets de données, prévision du rayonnement à court terme (jusqu'à 7 jours), et amélioration des modèles d'évaluation de la ressource solaire.

2. Travaux effectués et résultats acquis

2.1. Qualification des banques de données

L'analyse de la variabilité interannuelle du rayonnement global a souligné l'importance du travail qui doit être fait en amont de l'utilisation de sets de données d'irradiance. En effet, la calibration des senseurs est un point critique, il s'est avéré que même des bases de données réputées comme précises pouvaient montrer des déficiences dans ce domaine. Par conséquent, un contrôle de qualité stricte est à appliquer à toutes les données.

La validité des résultats obtenus sur la base de données mesurées est fortement dépendante de la qualité de la banque de données utilisée. Le contrôle de qualité est donc un point essentiel du processus de validation de modèles. Une partie de ce contrôle peut être automatisé et permet de détecter les problèmes principaux comme les défauts des senseurs, les erreurs de poursuite du soleil, d'orientation, de cohérence, etc.

D'autres problèmes comme par exemple une dérive de calibration, ne peuvent être adressées qu'au moyen d'un contrôle manuel qui consiste en une vérification de l'heure d'acquisition, d'une vérification de la calibration des senseurs et de la cohérence entre les différents paramètres d'irradiance mesurés.

2.1.1 L'heure d'acquisition

L'heure d'acquisition est utilisée pour le calcul de la géométrie solaire et une dérive de celle-ci induit des imprécisions et des erreurs dans tout le processus d'utilisation des données. Cette validation peut être effectuée visuellement par sélection de jours clairs durant l'année et d'en valider la symétrie des rayonnements par rapport au temps solaire. Cette vérification est illustrée sur la Figure 1 où les rayonnements direct et global sont représentés en fonction de la hauteur du soleil sur l'horizon : les courbes du matin et de l'après-midi doivent être superposées.

Si ce premier test est positif, une vérification sur une longue période est possible au moyen des indices de clarté. Il s'agit de représenter sur un même graphique les valeurs du matin et les valeurs de

l'après-midi en fonction par exemple de la hauteur du soleil. Si l'heure est correctement enregistrée, les bornes supérieures représentatives de conditions claires doivent être confondues comme illustré sur la figure 2 où le rayonnement par ciel clair modélisé est représenté en bleu clair. Ce test est sensible et un décalage de quelques minutes est aisément mis en évidence.

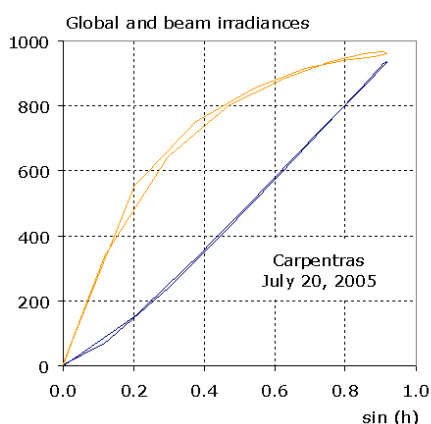


Figure 1 Rayonnements en fonction de hauteur du soleil

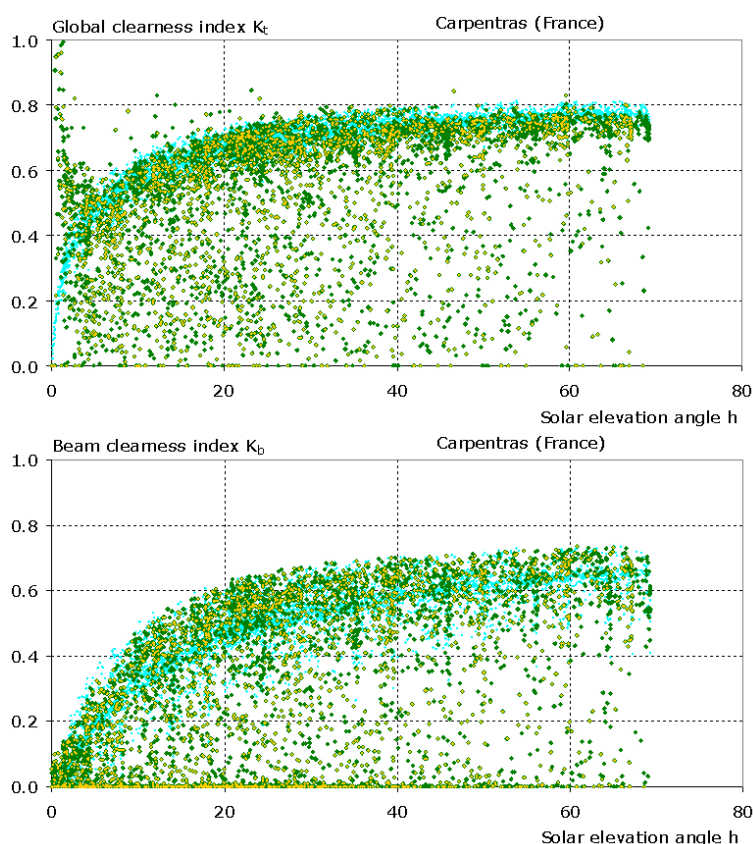


Figure 2 Indice de clarté différencié entre le matin et l'après-midi en fonction de la hauteur du soleil.

Si les deux conditions sont validées, l'heure d'acquisition peut être considérée comme correcte, et la géométrie solaire peut être calculée avec précision.

2.1.2 Calibration des senseurs

En représentant sur un graphique la valeur horaire la plus élevée de chaque jour de l'année, pour un rayonnement ou un indice de clarté, il est possible d'effectuer une comparaison entre différentes années d'une même station ou région, ou entre deux paramètres comme le rayonnement et le rayonnement par ciel clair évalué par modèle à partir par exemple de mesures spectrales.

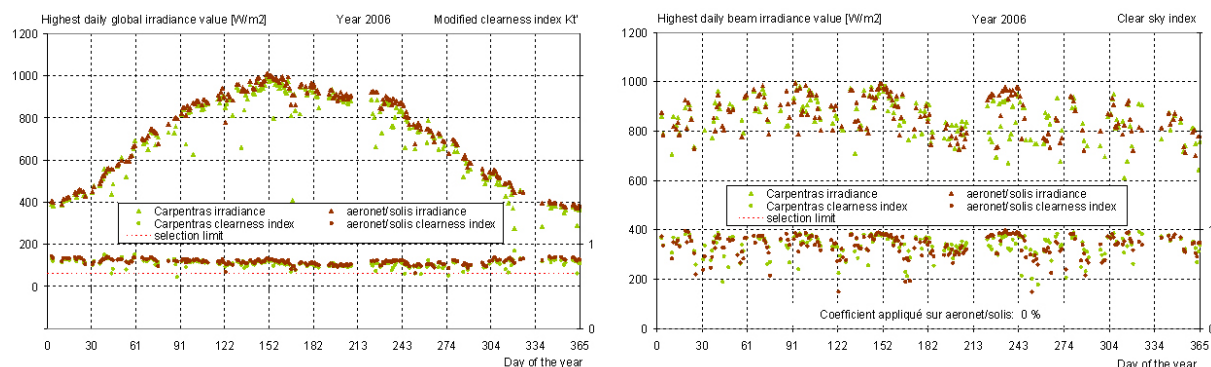


Figure 3 Valeurs horaires maximum par jour pour les rayonnements global et direct, représentés en fonction du jour de l'année. Les indices de clarté correspondants sont également représentés

Deux types de graphiques sont applicables pour vérifier la calibration. Dans le premier cas, des mesures d'épaisseurs optiques sont disponibles, et les données peuvent être comparées au rayonnement par ciel clair évalué au moyen du modèle Solis (Mueller 2004, Ineichen 2008). La figure 3 illustre cette comparaison, les paramètres y étant représentés en fonction du jour de l'année. Sur ces graphiques, les limites supérieures doivent être confondues pour une calibration correcte. Si une différence apparaît, il n'est pas possible de déterminer lequel des senseurs est mal calibré ; néanmoins, si l'une des séries de données est fiable, cette méthode permet une confirmation ou infirmation de la calibration de la deuxième série.

Si deux stations se trouvent dans la même région climatique, et pas trop éloignées l'une de l'autre, il est possible de les comparer sous la forme d'un « scatter plot ». On reporte les valeurs sélectionnées précédemment d'une station en fonction de l'autre, en ne représentant que les valeurs horaires d'indice de clarté modifié K_t (Perez 1990) supérieur à 0.65, c'est-à-dire de type clairs uniquement. Les points doivent s'aligner sur une diagonale si les calibrations sont correctes. La Figure 4 illustre cette représentation.

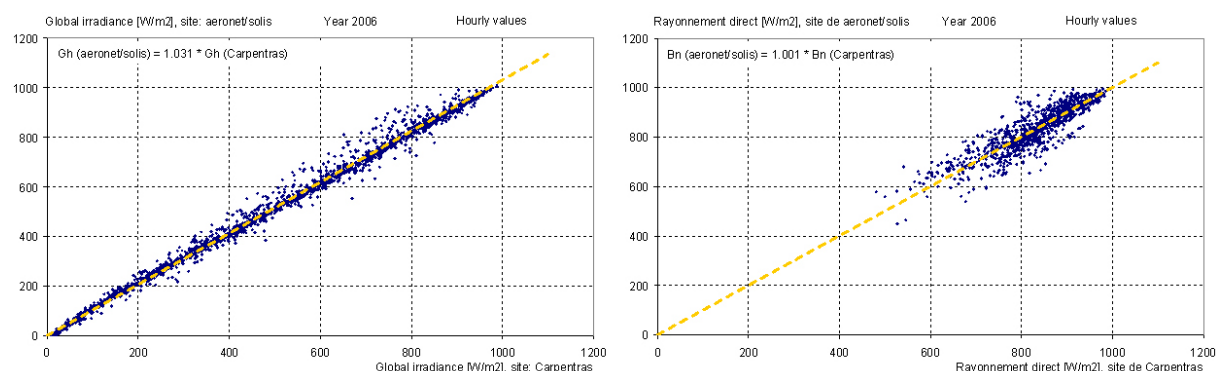


Figure 4 Valeurs horaires maximum par jour pour les rayonnements global et direct, pour un site en fonction de l'autre. La pente donnée sur le graphe représente la différence de calibration.

2.1.3 Cohérence

La cohérence entre les rayonnements direct et global mesurés peut être vérifiée au moyen des indices de clarté. Il s'agit de représenter l'indice de clarté direct en fonction de l'indice de clarté global tel qu'illustré sur la Figure 5. Sur cette Figure, les courbes correspondantes à un ciel clair pour différentes valeurs de turbidité sont également représentées. Les points horaires représentés sur le graphique ne devraient pas s'éloigner de façon significative de la zone déterminée par les courbes de ciels clairs.

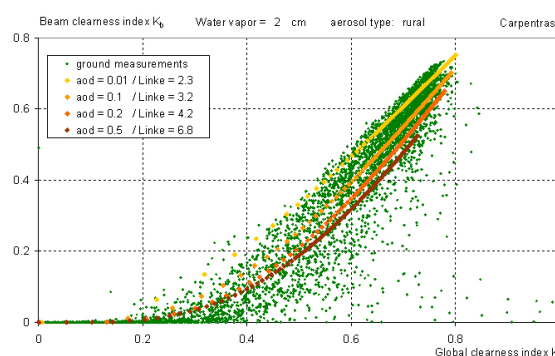


Figure 5 Indice de clarté direct en fonction de l'indice de clarté global. Les courbes représentent le ciel clair pour différentes valeurs de trouble atmosphérique

3. Collaboration internationale

Cette recherche entre dans le cadre de la Tâche 46 de l'AIE: *Solar Ressource Assessment and Forecasting*. Les participants à cette Tâche sont l'Australie, l'Autriche, le Canada, les Etats-Unis, la France, l'Allemagne, la Slovaquie, l'Espagne, et la Suisse. Le Chili et la Russie sont hôtes invités.

4. Evaluation du projet

Le meeting de lancement de la Tâche s'est tenu début septembre à Kassel conjointement à la conférence de l'ISES. Néanmoins, des échanges fructueux avec d'autres projets sont en cours, notamment en ce qui concerne le rayonnement direct. Il est actuellement trop tôt pour évaluer le projet plus avant.

5. Publications dans le cadre du projet

- [1] Ineichen P. (2008) A broadband simplified version of the Solis clear sky model. Pierre Ineichen. Solar Energy, Volume 82, Issue 8, Pages 758-762
- [2] Mueller R., Ineichen P. et al. (2004) Rethinking satellite-based solar irradiance modelling: The SOLIS clear-sky module. Remote Sensing of Environment 91, 160–174
- [3] Perez R. Ineichen P. et al. (1990) Making full use of the clearness index for parametrizing hourly insolation conditions. Solar Energy, Vol. 45, N° 3, 111-114

Toutes les références sont en téléchargement sur <http://www.unige.ch/energie>