



Rapport annuel 25 novembre 2009

Solar Resource Knowledge Management

IEA SHC Task XXXVI

Ce projet vise à rendre accessible aux utilisateurs potentiels les données de gisement solaire sous une forme unifiée, précise, complète et simple à utiliser par l'intermédiaire d'un portail internet. Ces données peuvent être des archives, des valeurs générées par logiciel, des valeurs en ligne dérivées à partir de satellites météorologiques, ou des prévisions à court et moyen terme. Elles peuvent être gratuites ou payantes.

La sous-tâche A du projet consiste en la définition et l'application de critères de contrôle de qualité et de classification de banques de données de référence, principalement en ce qui concerne le rayonnement. Il s'agit également d'analyser et d'évaluer certains modèles permettant le passage d'une composante à une autre du rayonnement solaire.

Les sous-tâches C1 et C2 visent d'une part à l'amélioration du rayonnement de référence par ciel clair, et d'autre part à une étude des variations interannuelles à mettre en comparaison avec la précision des modèles d'évaluation et de prévision du rayonnement solaire.

Le projet est mené conjointement avec le programme européen MESOR, actuellement terminé, et pour lequel un prototype de mise à disposition de différents paramètres de rayonnement et climatiques est d'ores et déjà en ligne sur le site du projet (www.mesor.org)

Mandant:

Office fédéral de l'énergie OFEN
Programme de recherche xxx
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 rue 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: 101498 / 151761

L'auteur de ce rapport porte seul la responsabilité de son contenu et de ses conclusions.

Table des matières

Abstract

Le projet consiste à rendre accessible aux utilisateurs potentiels les données de gisement solaire sous une forme unifiée, précise, complète et simple à utiliser par le biais d'un portail internet. Ces données peuvent être des archives, des valeurs générées par logiciel, des valeurs en ligne à partir de satellites météorologiques ainsi que des prévisions à court et moyen terme. Elles sont dûment contrôlées et validées, elles peuvent être gratuites ou payantes.

Solar Resource Knowledge Management

But du projet

Les buts du projet sont de fournir aux acteurs de l'industrie solaire, du secteur de l'électricité, des gouvernements, des organisations et institutions ayant à faire avec les énergies renouvelables, l'information la plus précise et la plus complète en ce qui concerne le gisement solaire. Cette information devra être facilement accessible, dans un format simple et uniforme et de grande qualité. Elle comportera des données produites par logiciels pour des simulations, des données historiques mesurées pour le dimensionnement de systèmes, des données actuelles basées sur les images satellites, ainsi qu'une évaluation de possibles prévisions à court et moyen terme.

La première sous-tâche du projet consiste en une évaluation des différentes données historiques, présentes et futures accessibles dans le cadre d'un tel projet, de définir une procédure de contrôle de qualité et de classification des données suivant leur provenance, leur qualité et leur utilisation. Les sous-tâches C1 et C2 visent entre autres à l'amélioration du rayonnement de référence par ciel clair, et à une étude des variations interannuelles à mettre en comparaison avec la précision des modèles d'évaluation et de prévision du rayonnement solaire.

Travaux effectués et résultats acquis

Une fois les banques de données passées au crible d'un contrôle de qualité stricte et unifié pour tous les paramètres utilisées, une validation de différents produits d'évaluation du rayonnement solaire destinés aux utilisateurs a été effectuée pour une vingtaine de stations au sol et deux années complètes, soient 2000 et 2005 (selon la disponibilité du produit), ce sur une base horaire. Une statistique de premier ordre (biais et dispersion) ainsi que du deuxième ordre tel que défini dans le cadre de ce projet (statistique appliquée sur les valeurs produites cumulées et donnant une information de précision sur tout le domaine d'application) a été dérivée. Ces résultats ont été présentés à Berlin à la «Solar Paces Conférence 2009».

Suite à l'évaluation des différents produits permettant la dérivation de données d'irradiance solaire globale en valeurs horaire, la production de la composante directe (DNI) a fait l'objet d'une validation. Certains des produits tel que Helioclim utilise la composante globale dérivée pour appliquer un algorithme de séparation des composantes diffuse et directe. Dans ce cas, les écarts mis en évidence sur la composante globale se répercutent. D'autres modèles tels que EnMetSol dérivent la composante directe sans passer par le global. Dans aucun des modèles étudiés, la neige n'est actuellement prise en compte. Les stations d'altitude telles que Davos, Jungfraujoch ou Sonnblick montrent des biais non négligeables et des fluctuations importantes; ces sites ne sont pas pris en compte dans la statistique générale. Une illustration des résultats est donnée dans la Table I. Si l'on se réfère aux résultats de validation pour la composante globale qui donnaient une précision de l'ordre d'une vingtaine de pourcents, on voit ici la difficulté de dérivation de la composante directe à partir de données satellitaires. En effet, la modélisation de la part transmise par l'atmosphère est complexe, elle est effectuée sur la

base d'un rayonnement réfléchi, la composition et la nature des nuages traversés n'étant que très peu connue.

	Bn [w/m ²]	nb	Satel-Light (2000)			EnMetSol (2000)			Bn [w/m ²]	nb	Heliosat 3 (2005)			Solemi (2005)			EnMetSol (2005)		
			R ²	mbd%	rmsd%	R ²	mbd%	rmsd%			R ²	mbd%	rmsd%	R ²	mbd%	rmsd%	R ²	mbd%	rmsd%
Cabauw	413	4282	0.930	7	31	0.938	4	28	216	3672	0.818	-5	72	0.839	5	71	0.885	12	60
Camborne	440	2490	0.538	-41	81	0.676	-10	63	209	4233	0.852	-1	70	0.841	9	75	0.909	7	55
Carpentras									484	3886	0.808	-12	42	0.911	4	29	0.925	-7	27
Davos Dorf									324	4090	0.612	-15	96	0.577	-35	114	0.780	-2	89
El Saler																			
El Saler Sueca																			
Geneva	330	2728	0.921	-3	40	0.934	3	37	296	4257	0.868	-9	54	0.875	1	53	0.942	12	38
Jungfraujoch	426	4145	0.379	-46	104	0.462	-42	96	487	3999	0.143	-56	106	0.354	-68	107	0.368	-43	94
Las Majadas																			
Lerwick									183	2382	0.662	24	114	0.716	11	108	0.872	17	66
Lindenberg	220	4237	0.898	7	56	0.928	-1	46											
Nantes	253	4235	0.870	-3	55	0.835	-17	63	312	4076	0.729	-15	70	0.835	-6	56	0.866	-12	49
Payame	269	4326	0.871	7	59	0.875	11	59	298	3966	0.769	-17	72	0.838	0	61	0.877	15	55
Sede Boquer									498	4000	0.652	-16	58	0.672	11	56			
Sonnblick	261	4190	0.457	24	156	0.555	7	124	269	4189	0.366	-3	139	0.532	-40	124	0.585	8	116
Tamanrasset									506	4338	0.733	11	51	0.868	15	38			
Thessaloniki																			
Toravere	240	4042	0.896	6	56	0.901	-17	56	283	3790	0.770	-14	73	0.856	-20	61	0.901	-12	49
Val d'Alinya																			
Vaux-en-Valin	375	3752	0.880	-14	46	0.902	-17	44	334	4008	0.829	-9	55	0.868	0	50	0.916	-2	38
Wien	283	2923	0.860	1	53	0.909	0	43	255	4174	0.841	-9	62	0.839	-9	62	0.898	2	49
Average total	296	30525		1	48		-4	46	291	38444		-9	64		-1	57		1	45

Table I Résultats de validation de la composante directe du rayonnement solaire. En grisé les sites pour lesquels la neige peut être présente mais non prise en compte dans les modèles. Ces données ne sont pas incluses dans la moyenne.

Les résultats obtenus lors de cette validation sont ensuite mis en comparaison avec la variabilité interannuelle du rayonnement. Pour cela, une période de référence est déterminée (ici 1999 à 2006) pour laquelle une moyenne et un écart standard de variation sont calculés. Un vingtaine de sites Européens et Américains pour lesquels un période de 10 à 14 ans de mesures était disponible ont été utilisés pour effectuer cette analyse. Il s'avère qu'en total annuel, la plupart des modèles de dérivation du rayonnement global donnent des valeurs ne s'écartant pas plus de $\pm$ un écart standard de la moyenne sur la période de référence. Ce résultat est illustré sur la Figure 1 pour la station de Zürich.

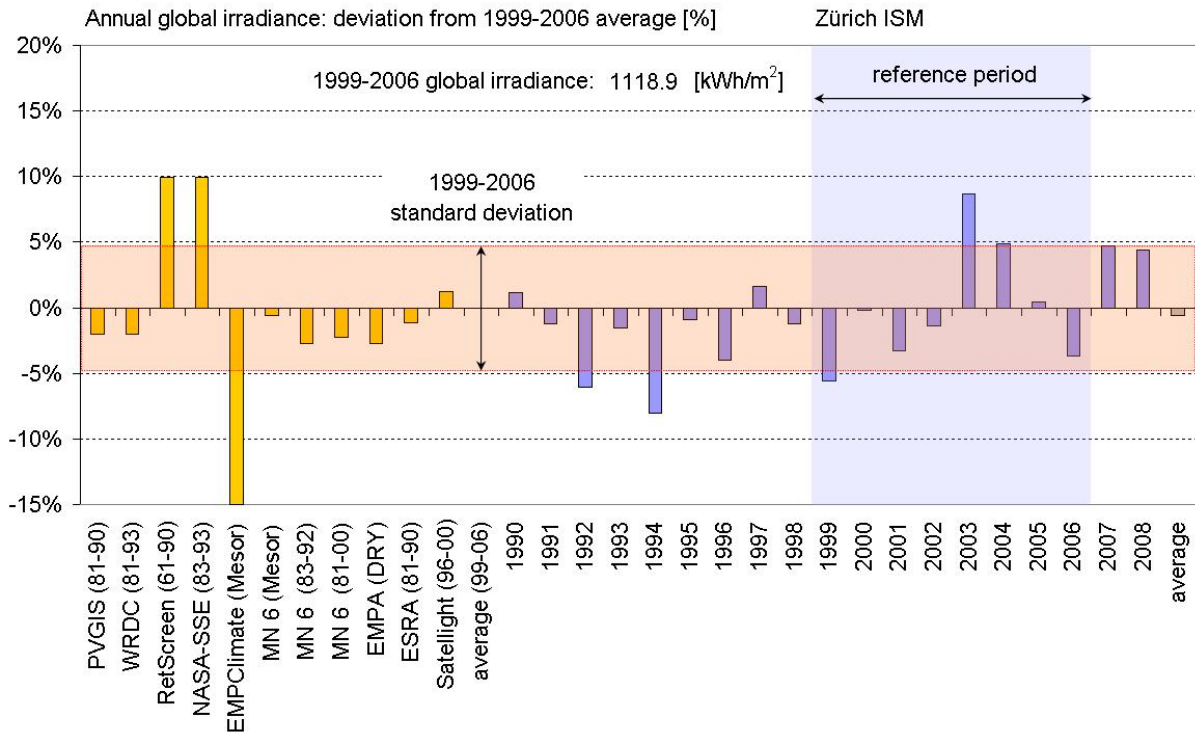


Figure 1 Ecart relatif du total annuel dérivé par modèle par rapport à la moyenne sur la période de référence 1999-2006. En bleu les mesures, en jaunes les modèles.

Pour les sites de mesures des Etats-Unis, les données dérivées sont accessibles pour les mêmes années que pour les mesures au sol ; il a donc été possible de vérifier que le modèle utilisé suivait de façon pertinente la variation interannuelle. Une illustration en est donnée sur la Figure 2 pour le site de Table Mountain au Colorado, où les valeurs mensuelles évaluées sont reportées en fonction des va-

leurs mesurées correspondantes. Il est à noter ici qu'en 1998, il y a eu changement d'algorithme. Les deux périodes sont représentées séparément, en rouge et en bleu.

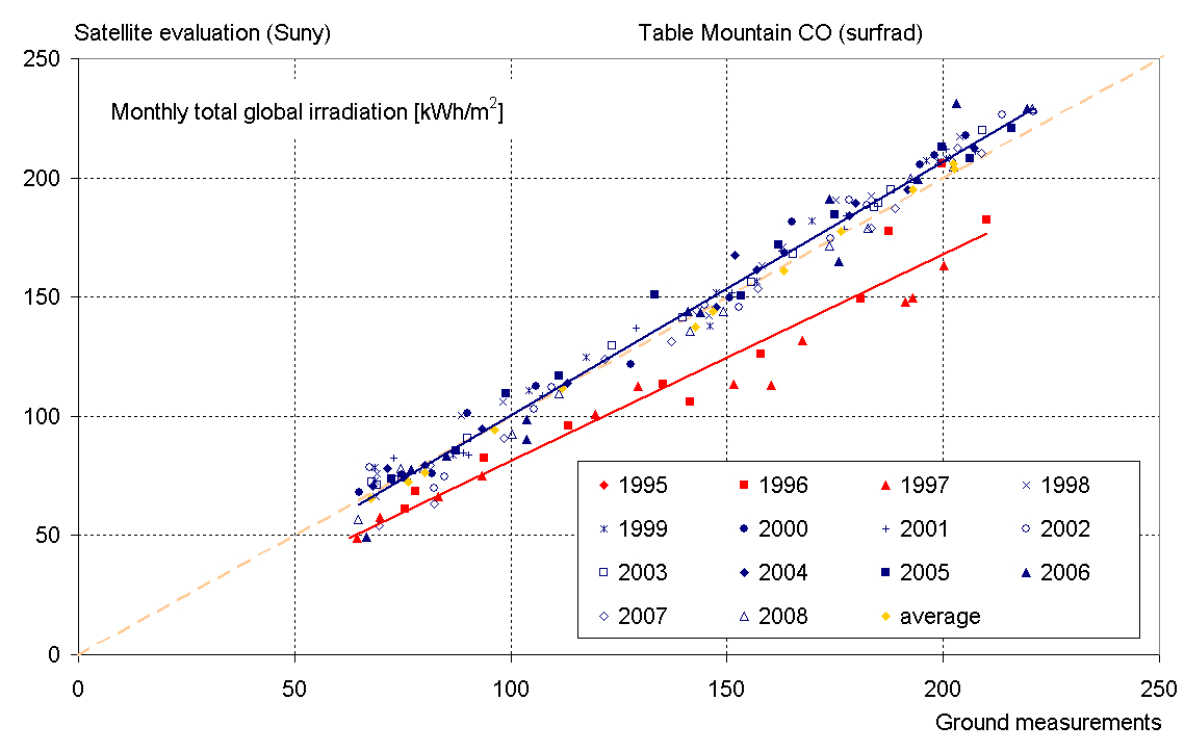


Figure 2 Total mensuel modélisé en fonction du total mesuré pour deux périodes distinctes sur le site de Table Mountain proche de Boulder (CO) aux Etats-Unis.

Tous ces modèles dépendent de la connaissance du rayonnement par ciel clair, lui-même lié à la quantité de vapeur d'eau condensable et d'aérosols dans l'atmosphère. Après avoir développé une version simplifiée du modèle ciel clair Solis, nous avons mis au point une méthode d'analyse du rayonnement global permettant la détermination du trouble atmosphérique.

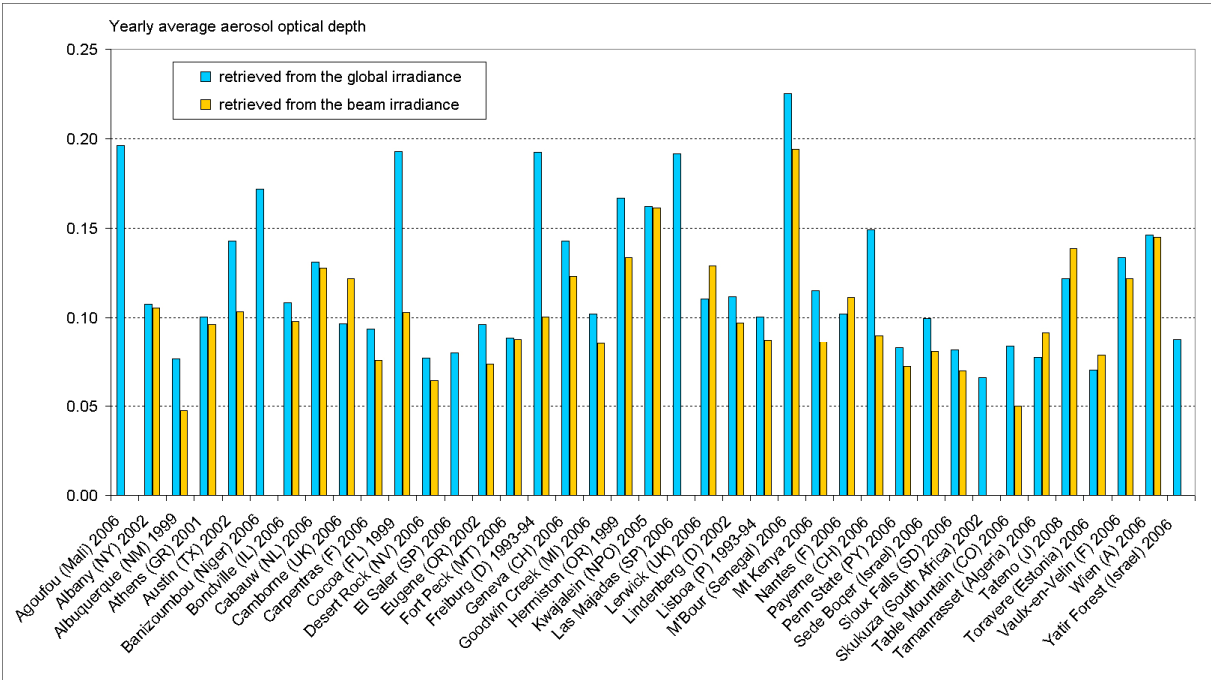


Figure 3 Détermination de l'épaisseur optique moyenne annuelle sur la base du rayonnement global et direct.

Si par ailleurs, le rayonnement direct est également mesuré, cette méthode permet une estimation du type d'aérosols en question. La méthode a été appliquée sur des mesures d'une trentaine de sites situés en Europe et aux Etats-Unis. Les premiers résultats sont illustrés sur la Figure 3 en moyennes annuelles.

Collaboration internationale

Cette recherche entre dans le cadre de la Tâche 36 de l'AIE : *Solar Ressource Knowledge Management*. Les participants à cette Tâche sont le Canada, les Etats-Unis, la France, l'Allemagne, l'Espagne, la Russie et la Suisse.

Le programme est également étroitement lié au programme européen MESOR, maintenant terminé, pour lequel un prototype de diffusion des banques de données de rayonnement est en phase de test. Un workshop d'entraînement a eu lieu en début d'année auquel une soixantaine de personnes ont participé.

Évaluation de l'année 2009

La validation intensive de modèles d'évaluation du rayonnement ainsi que le développement de nouvelles relations par notre institut ont débouché sur d'importants résultats qui sont publiés dans des documents internes à la Tâche et dans des journaux à comité de lecture. Le résultat le plus important de cette année 2009 consiste en la détermination de l'épaisseur optique sur la base du rayonnement global. Cette méthode sera publiée et vraisemblablement appliquée à une majorité des sites de mesures d'Europe et des Etats-Unis.

Publications dans le cadre du projet

- [1] Conversion function between the Linke turbidity and the atmospheric water vapor and aerosol content. Pierre Ineichen. Solar Energy, Volume 82, Issue 11, November 2008, Pages 1095-1097
- [2] Comparison and validation of three global-to-beam irradiance models against ground measurements. Pierre Ineichen. Solar Energy, Volume 82, Issue 6, June 2008, Pages 501-512
- [3] A broadband simplified version of the Solis clear sky model. Pierre Ineichen. Solar Energy, Volume 82, Issue 8, August 2008, Pages 758-762
- [4] Satellite Application Facilities irradiance products: hourly time step comparison and validation over Europe. P. Ineichen; C.S. Barroso; B. Geiger; R. Hollmann; A. Marsouin; R. Mueller. Journal of Remote Sensing, Vol. 30, No. 21, 10 November 2009, 5549-5571
- [5] Aerosol quantification and characterization from global and beam irradiance measurements. Pierre Ineichen, Richard Perez. A soumettre
- [6] Interannual variability and global irradiance evaluation. Pierre Ineichen. Rapport IAE 2009.

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