

LES POSSIBILITES D'UTILISATION QUOTIDIENNE D'IMAGES WEFAX POUR LE SUIVI DE SYSTEMES ENERGETIQUES SOLAIRES

POSSIBILITIES OF USING DAILY WEFAX IMAGES TO MONITOR SOLAR ENERGY SYSTEMS

Par C. DELORME*, A. MEFTI**, S. MEVEL*** et V. QUILICHINI*

RESUME

Ayant développé une méthode d'estimation de l'énergie solaire disponible au sol à partir des images de METEOSAT, nous présentons ici, la comparaison de nos résultats, au jour le jour, avec les irradiances journalières mesurées dans une trentaine de stations radiométriques de Météo-France pendant les trois dernières années. La comparaison est illustrée pour chaque station, notamment par des écarts quadratiques moyens et les coefficients de corrélation des nuages de points. La précision obtenue semble suffisante pour le suivi du fonctionnement de systèmes. Toutefois l'analyse des écarts mesures-estimations de stations réparties sur le territoire montre que ce suivi peut être plus incertain (pessimiste par exemple) autour de certains sites, compte tenu de leur situation géographique.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, dans le cadre d'une assurance de résultats, des responsables d'installations énergétiques solaires assurent un suivi quotidien de leur fonctionnement. Pour éviter la multiplication de stations radiométriques l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) nous a demandé de mettre au point une méthode pour être capable de fournir chaque jour une estimation de l'énergie solaire reçue au sol en un point quelconque d'une région en Europe à partir de l'imagerie METEOSAT.

En un premier temps, l'objet du projet WEFIJ (WEfax Flux d'Irradiation Journalière) a été de déduire une estimation des irradiances journalières, en global sur plan horizontal, à partir du traitement des images WEFAX (Weather Fac-similé).

RECEPTION DES IMAGES WEFAX

Une installation (type S.D.U.S. : Secondary Data User Station) fonctionne à la station radiométrique de Météo-France à Carpentras depuis 1990. Elle est notamment constituée des éléments suivants :

ABSTRACT

Having developed a method to estimate available solar radiation at ground level from METEOSAT images, this paper presents the comparison of our results, from day to day, with daily irradiance measured at 30 or so Météo-France radiometric stations over the last three years. For each station, the comparison is illustrated notably by the root mean square deviations and correlation coefficients of the clusters of points. The precision which was obtained appeared to be sufficient to monitor solar energy devices. All the same, analysis of the deviations between measurements and estimates at stations spread out over the territory, demonstrated that this monitoring can be more uncertain (for example, pessimistic) at certain sites than others, due to their geographical location.

INTRODUCTION

For the past few years, to be sure of the validity of the results, people responsible for solar energy producing devices, have monitored their operation on a daily basis. To avoid a multiplication of radiometric systems, the Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) requested that we perfect a method capable of providing daily estimations of the solar radiation received at ground level, at any point in Europe, using METEOSAT imagery.

At first, the aim of the WEFIJ project was to provide an estimation of daily irradiance, globally on a horizontal plane, from processed WEFAX images.

RECEPTION OF WEFAX IMAGES

A S.D.U.S. (Secondary Data User Station) type device has been operating at Carpentras Météo-France radiometric station since 1990. It is made up of the following main elements :

* Université d'Avignon et Laboratoire d'Hélioénergétique CNRS UA 877.

**Centre de Développement des Energies Renouvelables Alger-Bouzareah.

***Météo-France, Centre Radiométrique de Carpentras.

- une antenne parabolique de diamètre 2,20 m,
- récepteur, carte et logiciel d'acquisition U.K.W.
- 2 microordinateurs (386) et un lecteur de disque magnéto-optique.

En septembre 1993 nous avons dû changer le récepteur, utilisé depuis plus de 3 ans. L'observation des histogrammes a montré alors une légère dégradation des images quant aux brillances extrêmes mais le traitement informatique n'a toutefois pas été modifié.

CHOIX ET TRAITEMENT DES IMAGES

Pour répondre à la demande, nous avons acquis chaque jour, aussi régulièrement que possible, neuf images WEFAX de format C03 [1] de la bande spectrale dite visible. Ces images sont d'abord reformattées, pour ne conserver qu'un pixel sur quatre, puis découpées. Les limites au Sud et à l'Ouest sont les mêmes qu'à l'origine, celles au Nord et à l'Est sont modifiées, les nouvelles images ont ainsi 240 lignes de 340 pixels (résolution dite infrarouge, 5x5 km²).

Comme nous l'avons décrit précédemment, [2] et [3], ces images dites de brillances, sont d'abord corrigées de la diffusion Rayleigh puis transformées en images de coefficients de réflexion observés. Cette transformation équivaut à une normalisation, ainsi pour un pixel donné le coefficient de réflexion ne dépend, en première approximation, que de l'état du ciel (clair ou plus ou moins couvert). Pour chaque pixel, la position du coefficient de réflexion observé par rapport à deux seuils permet de déterminer une fraction d'éclairement, c'est-à-dire le rapport de l'éclairement global reçu au sol à celui qui aurait été reçu par ciel clair c'est-à-dire en l'absence de nuages, à l'instant où a été prise l'image.

La somme pondérée de ces neuf fractions d'éclairement donne alors la fraction d'irradiation journalière estimée. Ces 10 valeurs (octets) par pixels sont stockées. Un modèle de rayonnement par ciel clair permet de calculer les éclaircissements, si besoin est, et l'irradiation journalière au voisinage d'un site donné.

Les paramètres de la méthode sont les suivants :

- le facteur de trouble de Linke qui caractérise le ciel clair de référence : 4,
- le seuil correspondant au ciel clair a été déterminé pour chaque pixel,
- le seuil correspondant à un nuage opaque au rayonnement direct est le même pour tous les pixels,
- la fraction d'éclairement, en rayonnement global, par ciel couvert a été considérée égale à 20 %.

Pour mieux appréhender les incertitudes de la méthode et déterminer leurs causes, nous avons comparé les irradiances journalières estimées à celles mesurées par les 28 stations radiométriques de Météo-France couvertes par les images C03.

- a parabolic antenna, 2.2 m in diameter
- a receiver, card and U.K.W. acquisition software
- 2 micro-computers (386) and a magnetic-optical disk reader.

In September 1993, we had to change the receiver, which had been used for more than 3 years. Observation of the histograms showed a slight degradation of the images as far as extreme brightness was concerned but computer processing was not modified.

CHOICE AND PROCESSING OF IMAGES

To comply with the request of ADEME, 9 WEFAX images of C03 format [1] were acquired each day, as regularly as possible, from the visible band of the spectrum. Firstly, these images were re-formatted, to preserve only one out of four pixels, then sub-divided. The southern and western limits were identical to what they were at the beginning, the northern and eastern limits were modified, the new images were therefore made up of 240 lines of 340 pixels (resolution said to be infra-red, 5 x 5 km²).

As described previously, [2] and [3], these brightness images were firstly corrected for Rayleigh scattering, then transformed into observed reflection coefficient images. This transformation is equivalent to a normalisation, therefore, for a given pixel, the reflection coefficient only depends, at first sight, on the state of the sky (clear or more or less overcast). For each pixel, the position of the observed reflection coefficient in relation to two thresholds permitted a fraction of the irradiance, that is the ratio of global irradiance received at the ground level to that which would have been received had the sky been clear, to be determined, that is no cloud at the instant the images were taken.

The weighted sum of these nine fractions of illumination provided the fraction of estimated daily irradiance. These 10 values (8-bit bytes) were stocked. A radiative transfer model by clear sky enabled the solar irradiance to be calculated, if required, along with the daily irradiance near a given site.

The method parameters were as follows :

- the Linke turbidity factor which defined the reference clear sky : 4,
- the threshold corresponding to clear sky was determined for each pixel,
- the threshold corresponding to an opaque cloud to direct radiation was the same for all the pixels,
- the irradiance fraction, in terms of global radiation, by overcast sky, was assumed to be equal to 20 %.

To get a better grasp of the problems inherent to this method and to determine their causes, we compared estimated daily irradiance to those measured by 28 Météo-France radiometric stations covered by C03 images.

COMPARAISON DES RÉSULTATS QUOTIDIENS

Les irradiations journalières mesurées **im** sont alors comparées aux irradiations estimées **ie** à partir du traitement des images. La valeur de **ie** est celle qui correspond au pixel **P** représentant le point géographique le plus proche voisin de la station. Aucune moyenne spatiale n'est effectuée, nous fournissons aux utilisateurs de nos estimations une imagerie de 7x7 pixels autour de **P**.

Une première comparaison est faite par mois et par station. Pour chaque station on ne considère que les **n** jours du mois pour lesquels il y a eu simultanément au moins huit images utilisables et des mesures sans lacune.

On trace le nuage de points en portant en abscisse la mesure, **im**, et en ordonnée l'estimation, **ie**. A chaque couple correspond un écart : **im - ie**.

On calcule alors les valeurs suivantes :

- écart quadratique moyen par rapport à la mesure **eqm**,
- écart algébrique moyen par rapport à la mesure **eam**,
- moyennes mensuelles des irradiations mesurées et estimées,
- coefficient de corrélation du nuage de points **R**.

Le *tableau 1* donne un exemple des résultats mensuels cumulés pour les trois années, il s'agit des mois de mai et décembre.

Puis on compare les résultats par année. Le *tableau 2* montre les principaux résultats des années 1993, 1994 et 1995. La *figure 1* montre les nuages de points obtenus pour chacune des stations de Roissy et d'Ajaccio en comparant les irradiations journalières estimées et mesurées en 1994.

Les *figures 2 et 3* donnent, pour les mêmes stations, une autre représentation de la validité de nos résultats quant à l'énergie disponible au sol au jour le jour. Nous y avons représenté d'une part, l'évolution du gisement solaire utilisable au cours de l'année 1994 tel que notre méthode permet de l'estimer et tel qu'il a été mesuré. D'autre part, on a tracé la courbe de l'évolution de l'irradiation calculée pour un trouble permanent TL = 4 et les écarts journaliers entre mesure et estimation. Sur les *figures 2 et 3*, les points d'ordonnée nulle correspondent aux jours pour lesquels il y a eu moins de 8 images ou des lacunes dans les mesures horaires de la station.

DISCUSSION

Les incertitudes sur les valeurs estimées sont de diverses origines. Certaines, inhérentes à la méthode elle-même, sont prévisibles avant même toute comparaison avec des mesures. Soit un élément de surface de sol **S**, proche d'une station radiométrique, représenté par un pixel **P** sur l'image des fractions d'irradiations. Considérons les deux cas extrêmes : si

COMPARISON OF DAILY RESULTS

Measured daily irradiance **im** was then compared with estimated irradiance **ie** from image processing. The value **ie** was that which corresponded to the pixel **P** representing the nearest geographical point to the station. No spatial mean was worked out, we provided the users of our estimations with a box of 7 x 7 pixels around **P**.

A first comparison was carried out per month and per station. For each station, only the days **n** for which there were at least eight simultaneously usable images and no gaps in the hourly station measurements were taken into account. The cluster of points was plotted, with the **im** measurement on the X-axis and the **ie** estimation on the Y-axis. Each pair corresponded to the deviation : **im - ie**.

The following values were then calculated :

- the root mean square deviation in relation to the **eqm** measurement,
- the mean algebraic deviation in relation to the **eam** measurement,
- the monthly averages of measured and estimated irradiance,
- the correlation coefficient of the cluster of points **R**.

Table 1 shows an example of the results for the months of May and December totalled over three years.

The results were then compared per year. *Table 2* shows the principal results for 1993, 1994 and 1995. *Figure 1* shows the cluster of points obtained for each of the Roissy and Ajaccio stations which were obtained by comparing estimated and measured daily irradiance in 1994.

Figures 2 and 3 show, for the same stations, another representation of the validity of our results as far as available solar energy at the ground from day to day is concerned. On the one hand we represented the change in potential solar energy during 1994 such as our method enabled it to be estimated and such as it was measured on *figures 2 and 3*. On the other hand we plotted the curve for the changes in calculated irradiance for a permanently turbid sky TL = 4 and daily deviations between measurement and estimation. On *figures 2 and 3*, the null ordinate points correspond to days where there had been less than 8 images, or gaps in the hourly station measurements.

DISCUSSION

There are various reasons for the uncertainties in the estimated values. Some are inherent to the method, and can be predicted even before any comparison of measurements is carried out. Consider the case of a ground surface element **S**, close to a radiometric station, represented by a pixel **P** on the image of the irradiance fractions. Think about the two

	Decembre (1993-1995)			Mai (1993-1995)		
	eqm	eam	r	eqm	eam	r
St Quentin	11	-4	0.902	17	12	0.788
Reims	25	4	0.877	15	18	0.772
Roissy	22	-10	0.914	14	9	0.802
Paris	20	3	0.850	22	4	0.834
Trappes	19	8	0.847	14	11	0.789
Nancy	22	21	0.827	27	9	0.851
Strasbourg	26	-6	0.514	34	11	0.819
Colmar	38	5	0.780	34	6	0.823
Auxerre	44	15	0.851	14	12	0.761
Tours	30	11	0.887	21	16	0.819
Dijon	30	11	0.897	21	9	0.821
Besancon	66	-6	0.827	37	5	0.888
Bourges	34	2	0.890	15	12	0.774
Macon	28	7	0.843	26	4	0.873
Limoges	32	4	0.904	9	9	0.789
Clermont-Ferrand	35	28	0.662	25	16	0.756
Embrun	43	36	0.704	68	18	0.760
Agen	37	4	0.864	10	8	0.863
Millau	26	25	0.840	18	8	0.871
Carpentras	11	7	0.931	11	2	0.918
Montpellier	18	12	0.855	24	4	0.878
Nice	22	9	0.919	13	-9	0.898
Marignane	18	5	0.908	11	-2	0.910
Carcassonne	28	9	0.941	17	7	0.835
Ile du Levant	32	9	0.930	17	-8	0.893
Perpignan	17	7	0.904	30	0	0.916
Bastia	18	25	0.598	20	-8	0.883
Ajaccio	21	16	0.838	20	1	0.886

Tableau 1 : ECART ALGEBRIQUE MOYEN, ECART QUADRATIQUE MOYEN DES MOIS DE DECEMBRE ET MAI.
MEAN ALGEBRAIC DEVIATION, MEAN QUADRATIC DEVIATION FOR DECEMBER AND MAY.

	1993			1994			1995		
	eqm	eam	r	eqm	eam	r	eqm	eam	r
St Quentin	8	5	0.958	6	11	0.954	8	16	0.917
Reims	7	5	0.965	6	15	0.959	11	18	0.913
Roissy	12	0	0.960	7	3	0.958	7	2	0.788
Paris	15	-14	0.942	6	4	0.962	10	1	0.795
Trappes	15	7	0.946	5	10	0.951	7	16	0.916
Nancy	24	4	0.964	8	9	0.960	14	17	0.927
Strasbourg	39	7	0.931	7	10	0.931	6	12	0.897
Colmar	11	-1	0.960	6	4	0.952	13	11	0.870
Auxerre	26	1	0.952	8	10	0.946	12	17	0.912
Tours	22	13	0.964	6	18	0.958	12	10	0.724
Dijon	17	4	0.959	10	10	0.959	12	17	0.934
Besancon	11	7	0.959	5	5	0.955	12	10	0.929
Bourges	17	5	0.954	11	12	0.952	7	17	0.906
Macon	11	0	0.959	25	7	0.961	9	14	0.916
Limoges	24	5	0.963	7	10	0.951	8	18	0.924
Clermont-Ferrand	17	-1	0.917	13	13	0.926	18	20	0.894
Embrun	32	14	0.931	33	17	0.922	24	26	0.884
Agen	9	2	0.958	8	7	0.962	8	13	0.887
Millau	11	7	0.948	11	11	0.954	29	18	0.900
Carpentras	12	-2	0.938	4	3	0.980	6	0	0.752
Montpellier	11	2	0.956	10	4	0.947	6	11	0.901
Nice	12	-6	0.976	4	-5	0.974	6	-3	0.945
Marignane	10	-5	0.980	5	-3	0.983	5	3	0.934
Carcassonne	9	3	0.941	10	7	0.941	25	12	0.891
Ile du Levant	8	-6	0.969	9	-5	0.975	9	-11	0.776
Perpignan	9	-2	0.965	11	11	0.974	8	9	0.916
Bastia	9	-5	0.967	8	-5	0.944	4	0	0.940
Ajaccio	12	-3	0.978	6	-1	0.975	6	2	0.936

Tableau 2 : ECART ALGEBRIQUE MOYEN, ECART QUADRATIQUE MOYEN ET COEFFICIENT DE CORRELATION
DES ANNEES 1993, 1994 ET 1995.
MEAN ALGEBRAIC DEVIATION, MEAN QUADRATIC DEVIATION AND CORRELATION
COEFFICIENTS FOR 1993, 1994 AND 1995.

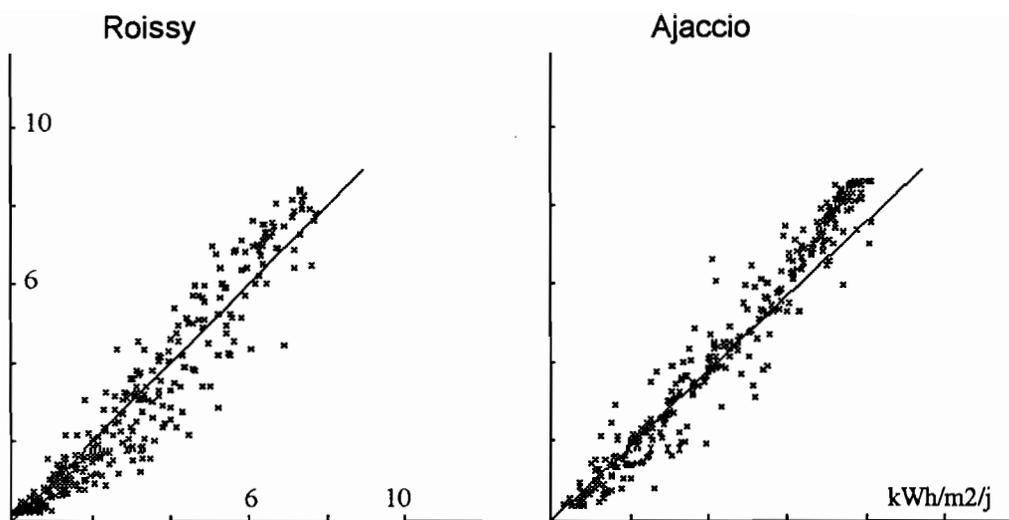


Figure 1 : COMPARAISON DES IRRADIATIONS JOURNALIERES ESTIMEES (ORDONNEES) ET MESUREES (ABSCISSES), ANNEE 1994, STATIONS DE ROISSY ET AJACCIO.
COMPARISON OF ESTIMATED (Y-AXIS) AND MEASURED (X-AXIS) DAILY IRRADIATIONS FOR 1994, FOR THE ROISSY AND AJACCIO STATIONS.

aucune des neuf images n'a mis en évidence un nuage au-dessus de S , l'irradiation estimée ie , pour le pixel P sera ic calculée avec $TL = 4$. Si, au contraire, les neuf images ont toutes montré un ciel nuageux au-dessus de l'élément de sol S , on attribue la valeur $ie = 0,20 ic$ au pixel P . Si le ciel est resté sans nuages, il est possible que l'irradiation mesurée im soit comprise entre 80 % et 120 % de la valeur ic , car ce jour-là le ciel était plus ou moins trouble (facteur de Linke TL différent de 4). Par exemple sur les figures 2 et 3 on constate que nos estimations à Ajaccio sont optimistes en été. Si le ciel est resté constamment couvert la durée d'insolation a été nulle, l'étude statistique des irradiances journalières de telles journées montre que l'irradiation im peut alors varier entre 10 % et 30 % de la valeur ic . Les images WEFAX de METEOSAT ne permettent pas d'apprécier les variations du coefficient de trouble caractérisant un ciel clair, et par ailleurs, l'opacité d'une couverture nuageuse.

Par temps variable, la somme des valeurs discrètes instantanées données par les images ne coïncide pas toujours avec l'intégration des mesures continues du pyranomètre de la station.

Il peut y avoir d'autres causes de désaccords entre les valeurs estimées et mesurées. C'est pourquoi toutes les données extraites des comparaisons sont analysées pour déceler :

- des erreurs systématiques propres à une station pendant une certaine période,
- des écarts variant avec la saison,
- des écarts importants, relatifs à un ensemble de stations, un même jour.

Avant d'effectuer cette comparaison sur 34 mois et 28 stations, nous avons étudié une comparaison sur 6 mois, d'octobre 1991 à mars 1992, et 20 stations. Les résultats actuels confirment la difficulté que nous avons à obtenir un bon accord entre estimations et mesures de quelques stations. A titre d'illustration,

extreme cases : if not one of the nine images presented a cloud above S , the estimated irradiance ie , for the pixel P would be ic calculated with $TL = 4$. If, on the contrary, an overcast sky was seen on all nine images above ground element S , then ie is attributed the value $ie = 0.20 ic$ at the pixel P . If the sky remains cloudless, it is possible that the measured irradiance im is between 80 % to 120 % of the ic value, since on that day, the sky was more or less turbid (factor of Linke TL different from 4). For example, it can be seen from figures 2 and 3 that our estimations at Ajaccio were optimistic in summer. If the sky remains constantly overcast, the insolation length is null, the statistical study of daily irradiance of such days has showed that the irradiance im can then vary between 10 % to 30 % of the ic value. WEFAX and METEOSAT images do not permit variations in the Linke turbidity factor characterising a clear sky to be evaluated, and in other respects, the opacity of cloud cover.

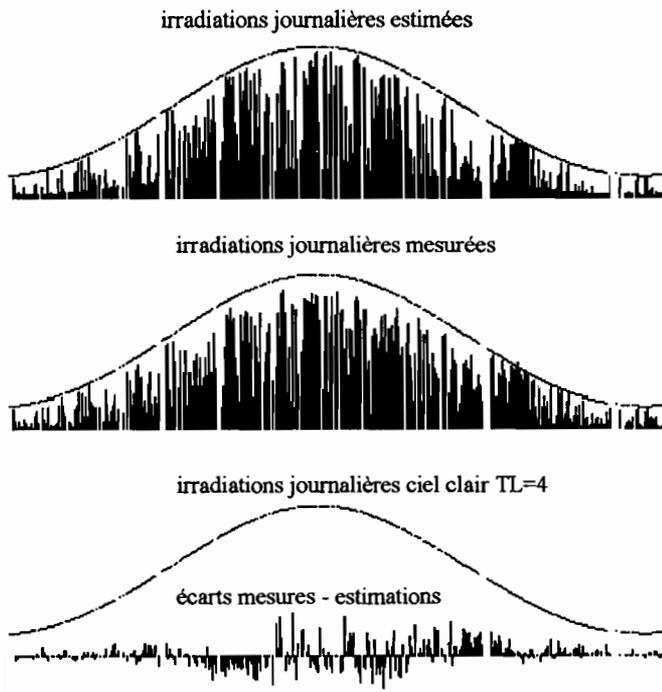
When the weather is variable, the sum of the instantaneous discrete values provided by the images does not always coincide with the integration of continuous measurements of the station pyranometer.

There can be other reasons for discrepancies between estimated and measured values. So, all data extracted from comparisons were analysed to detect :

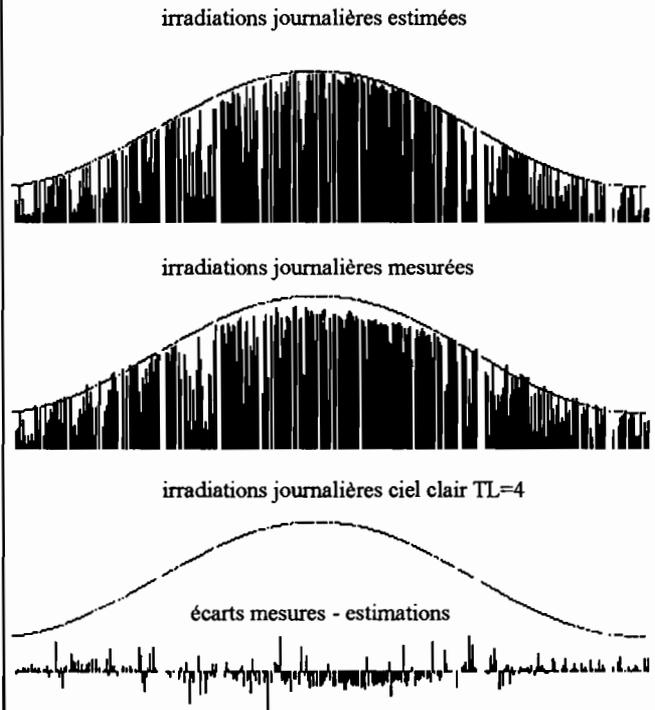
- systematic errors inherent to a station during a certain period,
- deviations varying with the season,
- important deviations, relative to a group of stations, on the same day.

Before carrying out this comparison based on 34 months and 28 stations, we studied a comparison over 6 months, from October 1991 to March 1992, for 20 stations. The present results confirm the difficulty we had in obtaining good agreement between estimations and measurements of a few stations. To illus-

ROISSY 1994



AJACCIO 1994



Figures 2 et 3 : **EVOLUTION ANNUELLE 1994 ROISSY ET AJACCIO.**
1994 ANNUAL EVOLUTION AT ROISSY AND AJACCIO.

donnons quelques exemples. A Embrun, station dans une vallée des Alpes, les écarts quadratiques moyens ne sont comparables à ceux des autres stations que pendant l'été. La neige sur les sommets avoisinants, confondue avec un nuage, provoque une erreur systématique, l'estimation est donc pessimiste. A Strasbourg, Carcassonne, Clermont-Ferrand et Millau, les écarts importants y sont plus fréquents entre septembre et mars. On observe souvent sur les images d'irradiations autour de ces stations une inhomogénéité spatiale du rayonnement solaire. Les observateurs de Météo-France des stations d'Embrun et de Carcassonne ont bien compris nos difficultés. Cependant, une étude approfondie de ces inhomogénéités serait nécessaire, sur des images de METEOSAT à transmission numérique de préférence et si possible avec l'aide d'images NOAA, pour tenter de trouver les causes de certains écarts importants entre mesures et estimations.

Pour telle ou telle station (Trappes ou Reims par exemple), on observe des désaccords importants au cours de l'un des 34 mois. Il s'agit sans doute d'une cause accidentelle, de même pour plusieurs stations en 1995. La seule observation du coefficient de corrélation du nuage de points peut être insuffisante. Dans les stations méditerranéennes, par exemple, il arrive que les coefficients de corrélation d'un mois d'été soient inférieurs à 0,8. L'examen du nuage de points montre alors que la plupart des points sont groupés au voisinage de ic , le ciel ayant été clair pendant presque tout le mois.

trate this, a few examples will be given. At Embrun, a station in an Alpine valley, the root mean square were only comparable to those of other stations during the summer. Snow falls on neighbouring summits were mistaken for cloud, causing a systematic error, the estimation was therefore pessimistic. At Strasbourg, Carcassonne, Clermont-Ferrand and Millau, important deviations were more frequent between September and March. There was often a lack of spatial homogeneity in the solar radiation observed on the images from around these stations. Météo-France observers at the Embrun and Carcassonne stations have clearly understood our difficulties. However, an in-depth study on these lacks of homogeneity would be necessary, based on METEOSAT full resolution digital images, and if possible with the help of NOAA images, to try and find the causes of certain important deviations between measurements and estimates.

For such or such a station (for example, Trappes or Reims), important discrepancies can be observed during one of the 34 months. It is certainly due to a random cause like those observed in several stations in 1995. A single observation of the correlation coefficient of a cluster of points could be insufficient. In Mediterranean stations, for example, occasionally the correlation coefficients for a month were below 0.8. Inspection of the cluster of points showed that most of the points were grouped near ic , the sky having been clear for almost the whole of the month.

RÉSULTATS DISPONIBLES

A la fin de chaque journée, et pour toute la région étudiée, nous disposons d'un ensemble de dix images : neuf de fractions d'éclairement et une des fractions d'irradiations journalières. Un utilisateur peut donc se procurer chaque matin, par modem, des extraits de ces images (imassettes) autour des lieux d'implantation des systèmes énergétiques dont il suit le fonctionnement. Il a donc connaissance de l'évolution du rayonnement reçu au cours de la journée sur le site lui-même et alentour. Les ensembles d'images des trois années passées, stockées à Carpentras, pourraient être bientôt disponibles sur CD avec un logiciel d'utilisation.

CONCLUSION

Les résultats de comparaison des irradiations journalières estimées par notre méthode avec les mesures effectuées pendant trois années dans 28 stations de Météo-France démontrent sa validité pour un fonctionnement quasi-continu. Il nous semble que ces images WEFAX ne permettent pas d'atteindre une meilleure précision. Ainsi nos estimations pessimistes (vis-à-vis des mesures) quand plus de la moitié du ciel est nuageux s'expliquent par une instabilité des brillances élevées dans ces images. Disposant maintenant d'images, à haute résolution, transmises sous forme numérique, nous avons pu comparer les brillances des deux sortes d'images du même jour. Une comparaison minutieuse des résultats obtenus avec deux lots d'images traitées selon le même processus mais en modifiant quelques algorithmes est en cours. Elle doit permettre de mieux déterminer les limites de précision de l'utilisation des images WEFAX qui sont d'accès beaucoup moins coûteux que celles à transmission numérique.

REMERCIEMENTS

Le projet WEFIJ qui a permis de réaliser la mise au point et le fonctionnement de cette méthode a été financé par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur et a reçu l'appui du C.N.R.S.

AVAILABLE RESULTS

At the end of each day, and for each region studied, we had a set of ten images : nine irradiance fractions and one daily irradiance fraction. A user can therefore procure each morning by modem, extracts of these images (boxes) from around the sites of the solar energy devices for which he or she monitors the operation. Therefore, he or she can appreciate the changes in the radiation which is received during the day at that site and near it.

Sets of images of the past three years, stocked at Carpentras, could soon be available on CD with user software.

CONCLUSION

The results from comparisons of estimated daily irradiance using our method with measurements carried out over the past three years in 28 Météo-France stations have demonstrated its validity when operating almost continuously. It appears that WEFAX images have not improved precision. Therefore, our pessimistic estimations (vis-à-vis measurements) when more than half the sky was overcast is expressed by the instability of the high brightness in these images. Now having hi-res images, transmitted in a numerical form, we were able to compare two types of brightness images for the same day. A detailed comparison of the results obtained with two sets of images, processed using the same procedure, but by modifying a few algorithms is underway. It should enable the precision limits of the use of WEFAX images to be more accurately determined, which is far cheaper to access than numerical transmission ones.

ACKNOWLEDGEMENTS

The WEFIJ project which enabled the functioning of this method to be perfected was financed by the Agence de l'Environnement and the Maîtrise de l'Energie, from the Provence-Alpes-Côte d'Azur region and received the backing of the C.N.R.S.

REFERENCES

- [1] METEOSAT WEFAX TRANSMISSIONS. – Meteosat Exploitation Project - European Space Operation Centre, Darmstadt, march 1990.
- [2] DELORME C., GALLO A. et OLIVIERI J., 1992. – Quick use of WEFAX images from METEOSAT to determine daily solar radiation in France. *Solar Energy*, 42, 201-207.
- [3] DELORME C. et MEVEL S., 1993. – Irradiations journalières extraites au jour le jour d'images WEFAX. *La Météorologie*, 8^e série, n° 2, juin, 48-53.

Delorme C., Mefti A., Mevel S., Quilichini V.

Les possibilités d'utilisation quotidienne d'images
Wefax pour le suivi de systèmes énergétiques solaires =
Possibilities of using daily Wefax images to monitor
solar energy systems.

Veille Climatique Satellitaire, 1996, (58-59), p. 90-96.

ISSN 1144-2026