

**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt**  
**Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie**  
**Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia**  
**Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**

**Zürich**

No. 144

DUREE D'INSOLATION  
I: ETUDE DE L'INFLUENCE DU SEUIL DE SENSIBILITE -  
NOUVEAUX INSTRUMENTS

par

A. Heimo, Zurich

Juillet 1987

Station automatique	551.508.824
Rayonnement solaire	551.521.1
Contrôle d'instruments	53. 089.6

Résumé

Dans le but d'étudier l'influence de la valeur seuil de l'irradiance directe sur la mesure de la durée d'insolation, la station ANETZ du Centre Mondial du Rayonnement à Davos a été équipée de deux instruments Haenni SOLAR 111 réglés pour des intensités limites de  $200 \text{ W/m}^2$  et  $120 \text{ W/m}^2$  respectivement. Pour la période de 10 mois étudiée, les résultats montrent un excès de 4,71% de durée d'insolation de l'appareil ayant le seuil de sensibilité le plus faible. Les différences ont été enregistrées principalement pendant des situations de couvertures nuageuses changeantes.

Une étude des caractéristiques d'un nouvel instrument permettant la mesure parallèle de la durée d'insolation et de l'irradiance directe est également présentée. Cet appareil fort prometteur ne semble pas avoir encore atteint le stade de maturité nécessaire à l'implantation sur un réseau de mesure automatique.

Zusammenfassung

Um den Einfluss des Schwellenwerts der direkten Sonnenstrahlung auf die Sonnenscheindauermessung zu untersuchen wurde die ANETZ Station des WRC in Davos mit 2 Haenni SOLAR 111 Instrumenten ausgerüstet. Die Geräte haben Schwellenwerte von  $200 \text{ W/m}^2$ , bzw.  $120 \text{ W/m}^2$ . Für die untersuchte, zehnmönatige Periode liefert das Gerät mit niedrigerem Schwellenwert eine überschüssige Sonnenscheindauer von 4.71%. Die Unterschiede stammen hauptsächlich von Situationen mit wechselnder Bewölkung.

Zusätzlich werden die Eigenschaften eines neuen Gerätes untersucht, das die gleichzeitige Messung der Sonnenscheindauer und der direkten Sonnenstrahlung erlaubt. Dieses vielversprechende Instrument scheint allerdings noch nicht die für einen Einsatz in einem automatischen Messnetz notwendige Reife erreicht zu haben.

### Riassunto

Nell'intento di studiare l'influsso della soglia di sensibilità dell'irraggiamento diretto sulla misurazione della durata d'insolazione, la stazione ANETZ del Centro Mondiale per la Radiazione a Davos è stato equipaggiato con due strumenti Haenni Solar 111 regolati per soglie di intensità di  $200 \text{ W/m}^2$  e  $120 \text{ W/m}^2$  rispettivamente. Per il periodo studiato di 10 mesi, i risultati mostrano un eccesso del 4,71% della durata d'insolazione per lo strumento con soglia di sensibilità più bassa. Le differenze sono state registrate principalmente in condizioni di nuvolosità variabile.

Uno studio delle caratteristiche di uno strumento nuovo che permetta di misurare parallelamente la durata d'insolazione e l'irraggiamento diretto viene pure presentato. Questo strumento, nonostante sia assai promettente, necessita ancora di alcune migliorie prima di poter essere integrato nella rete di misure automatiche.

### Summary

In order to study the influence of the threshold intensity of the direct irradiance for the measurements of the sunshine duration, the ANETZ station of the World Meteorological Center Davos has been outfitted with two instruments Haenni SOLAR 111 adjusted to threshold values of  $200 \text{ W/m}^2$  and  $120 \text{ W/m}^2$  respectively. For the available 10 month period, the results show an overestimation of 4.71 % of the sunshine duration for the low level instrument. The discrepancies have been mainly recorded during varying cloud conditions.

A characterisation of a new instrument allowing the measurement of the sunshine duration simultaneously with the direct irradiance has been performed. The results, though very promising, suggest that some improvements are still needed before any integration of these new sensors in the automatic network can be considered.

## Table des matières

	<u>pages</u>
Introduction	1
1. Etude de l'influence du seuil	3
1.1 Résultats des mesures	3
1.2 Distribution journalière des différentes mesures	5
1.3 Distribution des différences mesurées en fonction de la durée d'insolation	6
2. Test de qualité des instruments SONI	13
2.1 Résultats des mesures	13
2.2 Interprétation	18
Conclusion	20
Références	21

## Introduction

La nouvelle recommandation [1] de l'Organisation Météorologique Mondiale concernant le choix du seuil de sensibilité pour la mesure de la durée d'insolation définit la présence ou l'absence d'insolation selon que la composante directe de l'irradiance solaire est au-dessus ou au-dessous de la valeur limite de  $120 \text{ W/m}^2$ .

Le réseau ANETZ de l'Institut Suisse de Météorologie est équipé à chacune de ses 64 stations automatiques ASTA de capteurs de durée d'insolation du type Haenni Solar 111 réglés pour un seuil de  $200 \text{ W/m}^2$ . Une étude précédente [2] a révélé que les valeurs produites par ce réseau restaient systématiquement inférieures aux mesures conventionnelles effectuées à l'aide d'instruments du type "Campbell Stokes" ce qui tendrait à justifier le bien-fondé de la nouvelle recommandation de l'OMM.

Le passage du seuil de  $200 \text{ W/m}^2$  à celui de  $120 \text{ W/m}^2$  doit être préparé de façon prudente et exhaustive de manière à pouvoir garantir l'homogénéité future des séries climatologiques existantes. Le présent rapport a pour but d'approfondir les caractéristiques des différences enregistrées entre deux instruments ajustés aux deux valeurs limites et placés côte à côte à la station ANETZ installée au Centre Mondial du Rayonnement de Davos, ceci pour la période allant du 1.3.1986 au 31.12.1986.

Deux capteurs de durée d'insolation de type nouveau (SONI 6.008) ont été également placés à proximité des deux appareils précédents dans le but d'effectuer par redondance un contrôle de qualité. Ces instruments ont pour caractéristique de mesurer la durée d'insolation ainsi que l'irradiance solaire directe, ce qui représente un avantage certain au niveau du potentiel d'information, ceci à des conditions financières très avantageuses. Contrairement aux appareils du type Haenni où un masque rotatif permet d'effectuer la séparation entre les composantes diffuses et directes de l'irradiance solaire, les instruments SONI possèdent une coupole rotative opaque munie d'une fente verticale. A chaque rotation, l'axe optique de l'instrument passe dans le plan vertical du soleil ce qui provoque un signal proportionnel à l'intensité de l'irradiance directe. Un comparateur ajustable permet alors de décider s'il y a insolation ou non. La valeur maximale du signal est parallèlement enregistrée.

Les mesures à disposition pour cette étude sont par conséquent les suivantes:

- 1 Haenni Solar 111 ajusté à la valeur de  $200 \text{ W/m}^2$ ....."H200"
- 1 Haenni Solar 111 ajusté à la valeur de  $120 \text{ W/m}^2$ ....."H120"
- 1 SONI 6.008 ajusté à la valeur de  $200 \text{ W/m}^2$ ....."S200"
- 1 SONI 6.008 ajusté à la valeur de  $120 \text{ W/m}^2$  et utilisé pour  
la mesure de l'irradiance directe....."S120"
- 1 radiomètre absolu PMO-6 (système RASTA [3] pour la  
mesure de l'irradiance directe précise de référence)....."RASTA"
- 1 pyranomètre PSP pour la mesure de l'irradiance globale  
et 1 pyranomètre PSP pour celle de l'irradiance diffuse.  
Ces deux instruments permettent d'obtenir la composante directe  
de l'irradiance solaire par la méthode de soustraction....."DASTA"

## 1 - Etude de l'influence du seuil

### 1-1 Résultats des mesures

Les deux instruments conventionnels de mesure de la durée d'insolation Heanni sont raccordés à la station ASTA du Centre Mondial du Rayonnement de Davos. Les valeurs obtenues sont donc intégrées sur des périodes de 10 minutes, la résolution des données étant de 1 minute.

La figure 1 présente, pour les 10 mois considérés, les variations par intervalle de 10 minutes de la différence entre H120 et H200 en fonction du jour du mois. L'échelle de l'ordonnée s'étend de -10 min à 10 min. Les cas d'erreurs de transmission affectant l'un ou l'autre des deux canaux de mesure sont éliminés en fixant la valeur résultante à zéro.

La résolution des appareils périphériques graphiques utilisés pour la construction de cette figure ne permet pas de discerner les détails des variations étudiées. Mais une première tendance se dessine de façon évidente: les différences enregistrées sont dans leur majorité positives et ne semblent pas, à première vue, présenter de comportement systématique quant à leurs fréquences d'apparition.

Ce résultat n'est pas surprenant dans la mesure où l'abaissement du seuil limite de  $200 \text{ W/m}^2$  à  $120 \text{ W/m}^2$  augmente la sensibilité de l'appareil. Il va donc enregistrer des valeurs supérieures à celles de son voisin. Par contre, il ne semble pas que des déviations systématiques se manifestent au lever et au coucher du soleil. Ceci peut être expliqué par le fait que la station de Davos se trouve au bas d'une vallée alpestre à une altitude de 1600 mètres au-dessus du niveau de la mer et est entourée d'un horizon élevé. Ces caractéristiques entraînent une variation très rapide de l'irradiance directe aux levers et aux couchers effectifs du soleil due à la position élevée des sommets montagneux et aux valeurs faibles de la profondeur optique de l'atmosphère conjointement à des masses d'air relatives peu importantes. Les différences observées entre H120 et H200 ne peuvent donc qu'être peu importantes dans ces conditions limites. Ceci ne sera probablement pas le cas pour une station de plaine.

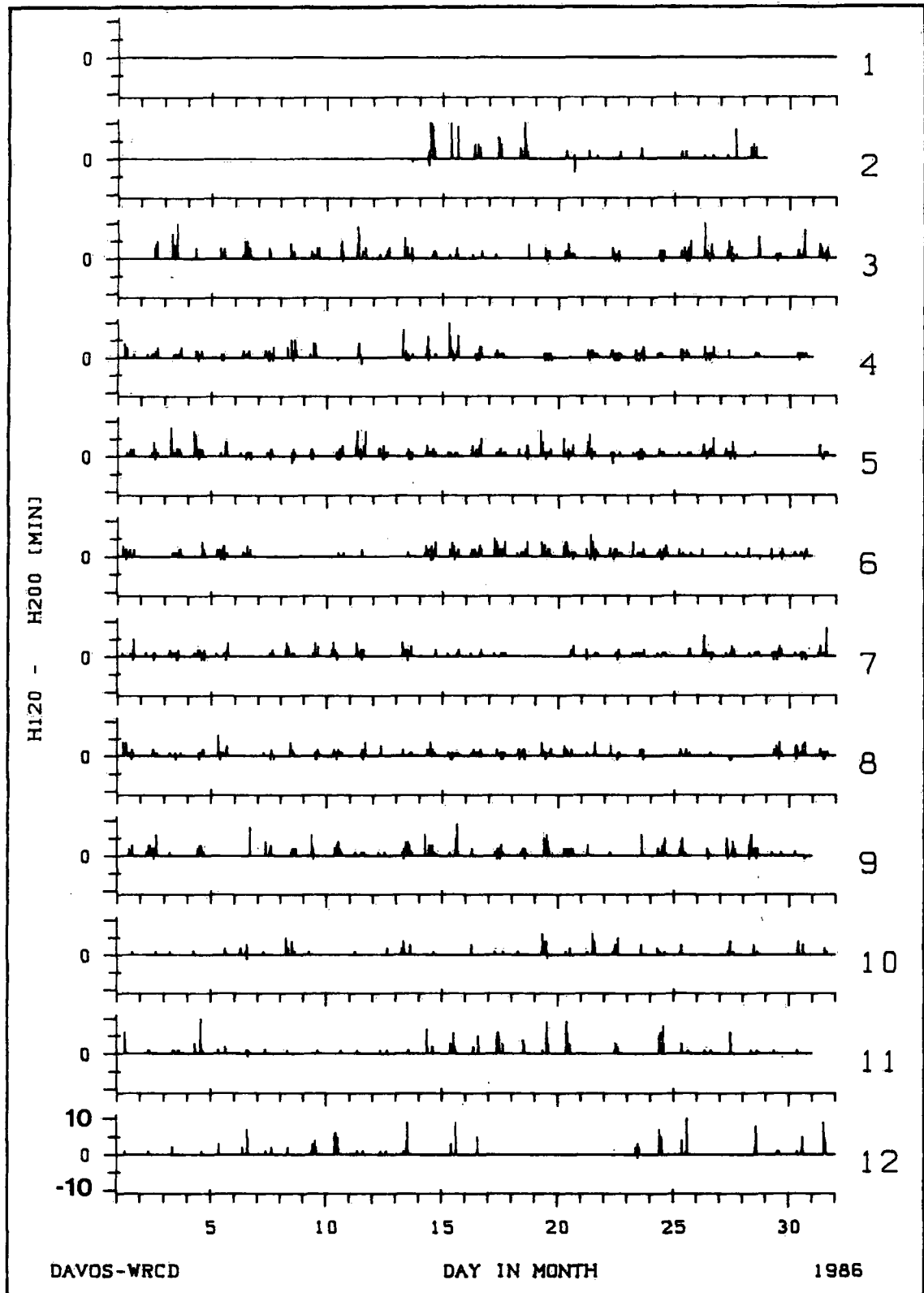


Figure 1

Différences des durées d'insolation mesurées par H120 et H200 en fonction du jour du mois pour les 12 mois de l'année 1986. L'échelle de l'ordonnée est indiquée pour le mois de décembre. L'installation du H120 a été effectuée le 14.2.1986. H200 est l'instrument standard ANETZ.



### 1.2 Distribution journalière des différentes mesures

La figure 2 présente la distribution des différences mesurées non nulles accumulées sur la période de 10 mois considérée en fonction du numéro de l'intervalle de 10 minutes de la journée. Les valeurs pour lesquelles le soleil se trouve en dessous de l'horizon ont été éliminées de la statistique. Ce résultat confirme l'argumentation précédente en ce sens qu'aucune déviation ne peut être remarquée aux heures du matin et du soir correspondant à l'apparition et à la disparition du soleil. Les mêmes calculs ont été effectués pour chaque mois de la période test: ils apportent des distributions en tout point semblables qu'il n'est pas possible de présenter dans le cadre de ce rapport.

Les résultats précédents montrent que, pour la station de Davos et pour la période considérée, les différences dans la durée d'insolation provoquées par l'abaissement du seuil de sensibilité de  $200 \text{ W/m}^2$  à  $120 \text{ W/m}^2$  sont réparties de façon homogènes tout au long de la journée et confirment la tendance positive prévue. Il s'agit maintenant de déterminer dans quelles situations météorologiques apparaissent les différences enregistrées.

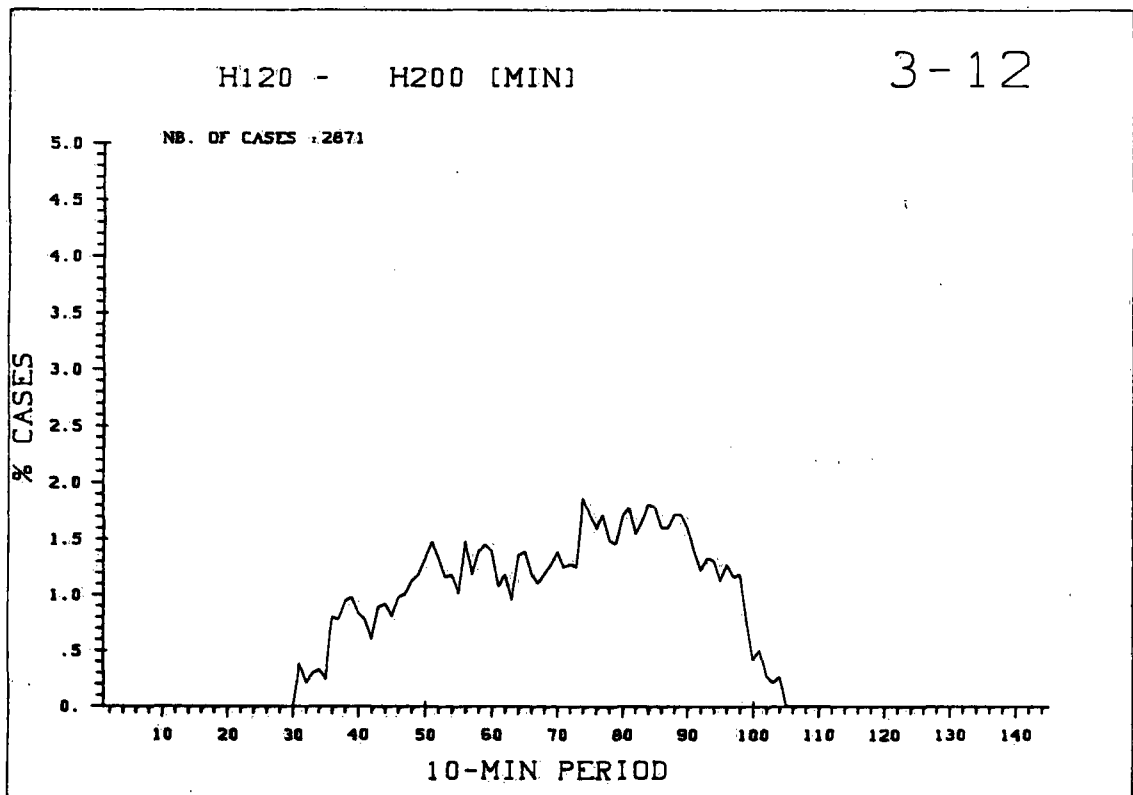


Figure 2 Distribution relative des cas montrant une déviation non nulle entre H120 et H200 en fonction de la période de 10 minutes de la journée (144 périodes/jour) de mars à décembre 1986.

### I.3 Distribution des différences mesurées en fonction de la durée d'insolation

---

Les résultats présentés ci-dessous ont été établis en prenant comme référence les valeurs mesurées par H200.

Dans le but d'obtenir une représentation claire du phénomène, 4 conditions météorologiques spécifiques sont définies:

- 1 - durée d'insolation 0..10 [min] (tous les cas)
- 2 - durée d'insolation 0..0 [min] (pas de soleil)
- 3 - durée d'insolation 1..9 [min] (variable)
- 4 - durée d'insolation 10..10 [min] (ensoleillé)

Le tableau 1 présente les résultats des calculs pour la période complète de 10 mois. La figure 3 en donne une représentation graphique.

Le nombre total des cas considérés se monte à 17750. Comme précédemment les mesures effectuées avant le lever et après le coucher du soleil ont été éliminées ainsi que les cas où l'un ou l'autre des deux instruments ont présenté un défaut de fonctionnement.

Le tableau 1.1 (tous les cas) indique que 16.2% des cas montrent une déviation pratiquement constamment positive (174 cas négatifs) avec une différence de 1 minute pour environ la moitié de ces événements. Le tableau 1.2 (pas d'insolation) montre que 6.8% des mesures présentent une déviation positive et 4.2% une différence de 1 minute alors que dans la catégorie insolation totale (tableau 1.4) seuls 0.7% des cas indiquent une déviation négative de 1 minute.

Le tableau 1.3 (insolation 1..9 minutes) présente un comportement fondamentalement différent: seuls 33.1% des cas mesurent une différence nulle alors que 40.9% ont une différence de 1 minute et 12.9% de 2 minutes.

Sur un total de 2871 cas montrant une déviation non nulle par rapport à l'instrument de référence, 82.7% (2375 cas) se trouvent dans la catégorie 1..9 min ce qui indique clairement que l'influence des deux seuils de sensibilité se manifeste dans les situations de couvertures nuageuses changeantes.

MONTH : 3 -12 REF. INSTRUMENT : H200 MES. INSTRUMENT : H120 SUN = 0..10 [MIN]				MONTH : 3 -12 REF. INSTRUMENT : H200 MES. INSTRUMENT : H120 SUN = 0..0 [MIN]			
DELTA	CASES	TOTAL	PER CENT	DELTA	CASES	TOTAL	PER CENT
-10.	0	17750	0.0	-10.	0	6584	0.0
-9.	0	17750	0.0	-9.	0	6584	0.0
-8.	0	17750	0.0	-8.	0	6584	0.0
-7.	0	17750	0.0	-7.	0	6584	0.0
-6.	0	17750	0.0	-6.	0	6584	0.0
-5.	0	17750	0.0	-5.	0	6584	0.0
-4.	0	17750	0.0	-4.	0	6584	0.0
-3.	0	17750	0.0	-3.	0	6584	0.0
-2.	3	17750	.0	-2.	0	6584	0.0
-1.	171	17750	1.0	-1.	0	6584	0.0
0.	14879	17750	83.9	0.	6139	6584	93.2
1.	1728	17750	9.7	1.	275	6584	4.2
2.	534	17750	3.0	2.	77	6584	1.2
3.	201	17750	1.1	3.	32	6584	.5
4.	109	17750	.6	4.	19	6584	.3
5.	45	17750	.3	5.	10	6584	.2
6.	43	17750	.2	6.	12	6584	.2
7.	14	17750	.1	7.	6	6584	.1
8.	9	17750	.1	8.	4	6584	.1
9.	8	17750	.0	9.	4	6584	.1
10.	6	17750	.0	10.	6	6584	.1
MONTH : 3 -12 REF. INSTRUMENT : H200 MES. INSTRUMENT : H120 SUN = 1..9 [MIN]				MONTH : 3 -12 REF. INSTRUMENT : H200 MES. INSTRUMENT : H120 SUN = 10..10 [MIN]			
DELTA	CASES	TOTAL	PER CENT	DELTA	CASES	TOTAL	PER CENT
-10.	0	3552	0.0	-10.	0	7614	0.0
-9.	0	3552	0.0	-9.	0	7614	0.0
-8.	0	3552	0.0	-8.	0	7614	0.0
-7.	0	3552	0.0	-7.	0	7614	0.0
-6.	0	3552	0.0	-6.	0	7614	0.0
-5.	0	3552	0.0	-5.	0	7614	0.0
-4.	0	3552	0.0	-4.	0	7614	0.0
-3.	0	3552	0.0	-3.	0	7614	0.0
-2.	3	3552	.1	-2.	0	7614	0.0
-1.	120	3552	3.4	-1.	51	7614	.7
0.	1177	3552	33.1	0.	7563	7614	99.3
1.	1453	3552	40.9	1.	0	7614	0.0
2.	457	3552	12.9	2.	0	7614	0.0
3.	169	3552	4.8	3.	0	7614	0.0
4.	90	3552	2.5	4.	0	7614	0.0
5.	35	3552	1.0	5.	0	7614	0.0
6.	31	3552	.9	6.	0	7614	0.0
7.	8	3552	.2	7.	0	7614	0.0
8.	5	3552	.1	8.	0	7614	0.0
9.	4	3552	.1	9.	0	7614	0.0
10.	0	3552	0.0	10.	0	7614	0.0

Tableau 1

Distribution des déviations entre H120 et H200 en fonction de la valeur absolue de la déviation pour 4 conditions météorologiques: 0-10, 0, 1-9, 10 min. d'insolation.  
 Période de mesure: mars à décembre 1986  
 Instrument de référence: H200  
 SUN = durée d'insolation DELTA = déviation en minutes  
 CASES = nombre de cas par classe de déviation  
 TOTAL = nombre de cas total  
 PER CENT = CASES/TOTAL \* 100.0

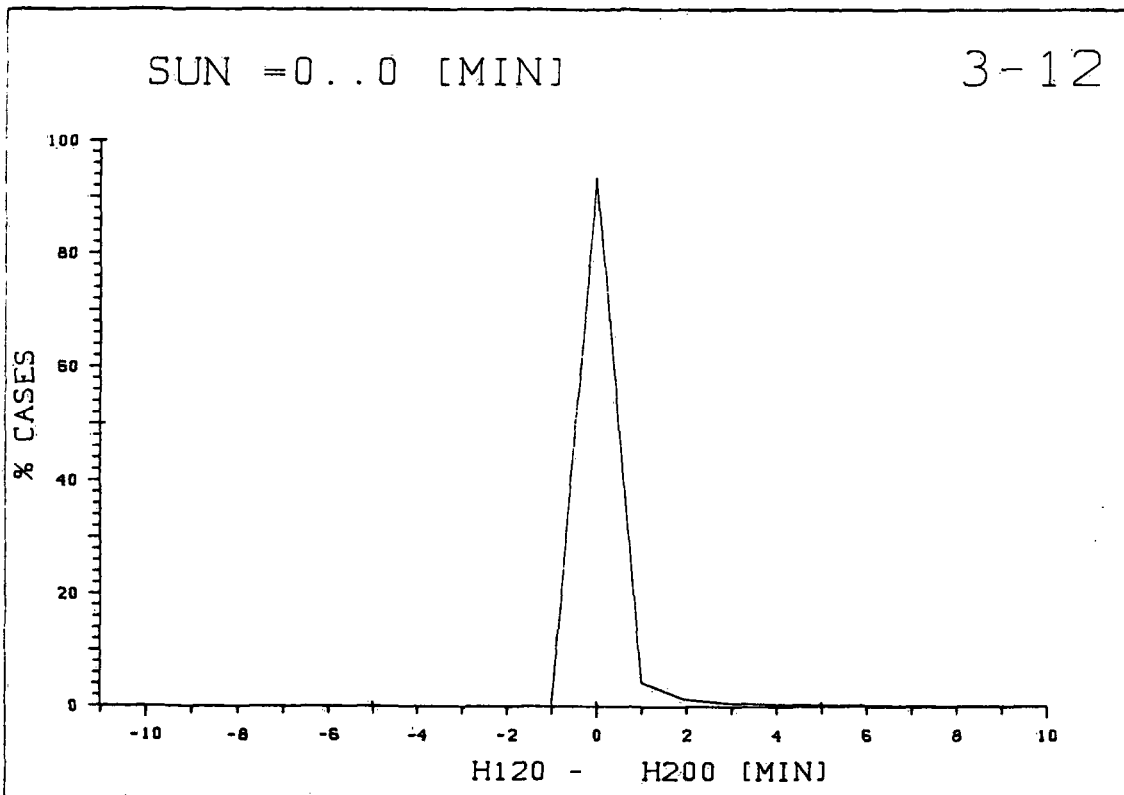
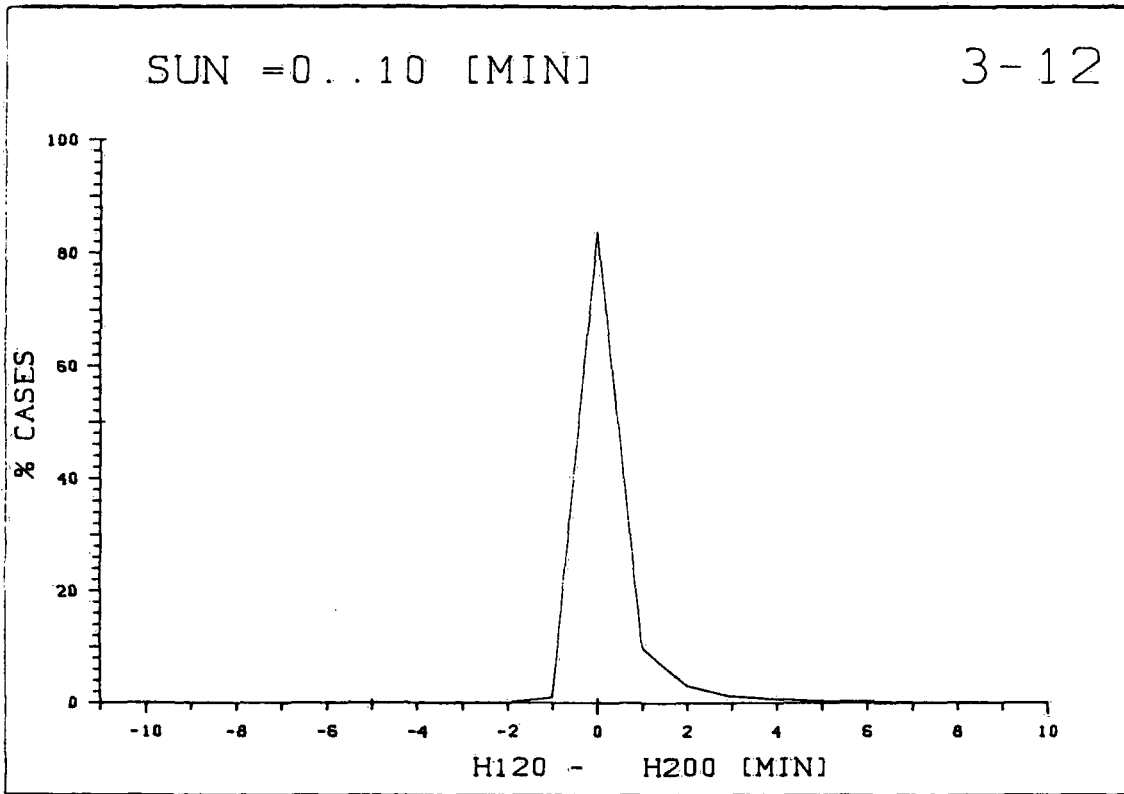


Figure 3

Représentation graphique des valeurs indiquées dans le tableau 1 pour les 4 conditions météorologiques.

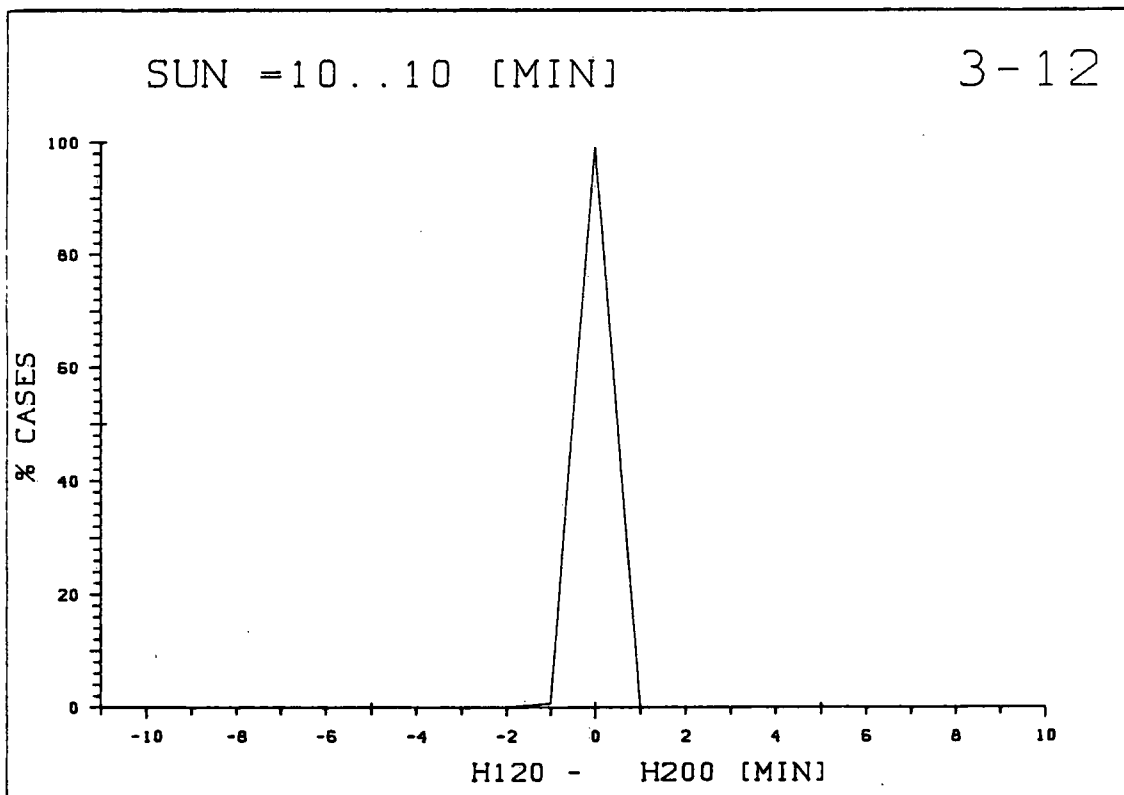
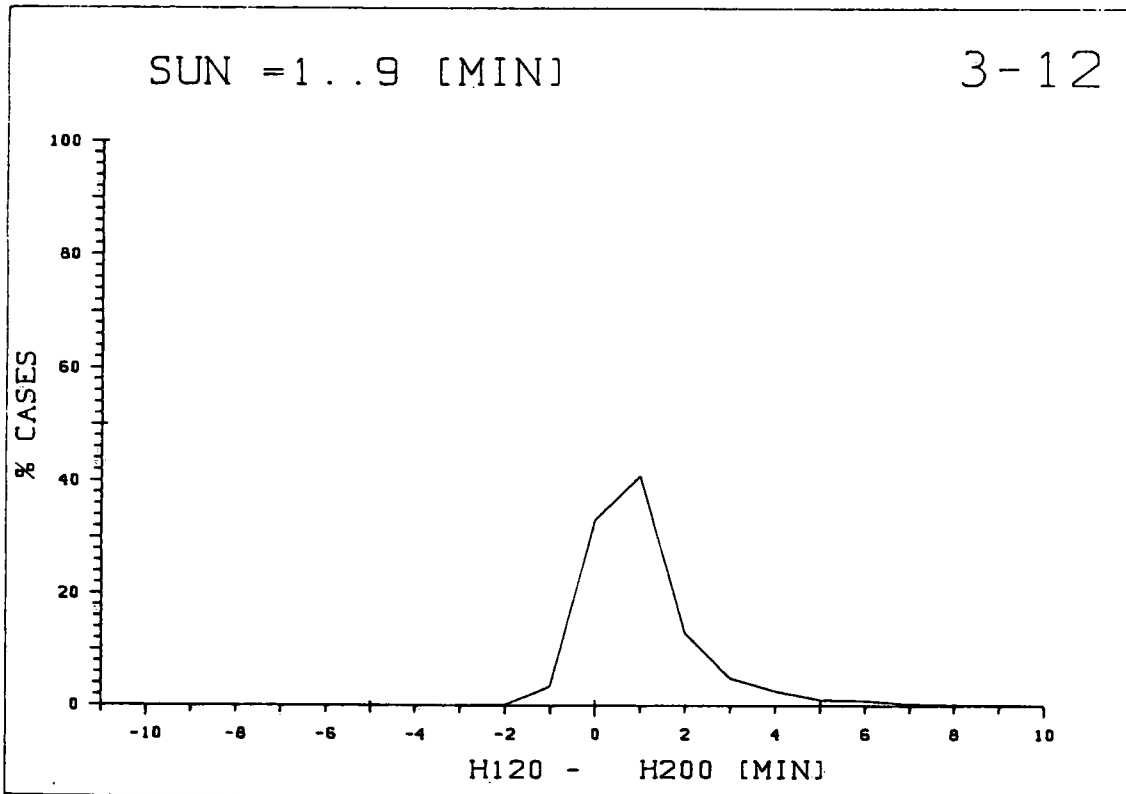


Figure 3 (suite)

Le tableau 2 présente une approche équivalente en traitant séparément chaque valeur possible de durée d'insolation de référence. La figure 4 donne une représentation tri-dimensionnelle des résultats. Pour les deux situations extrêmes de 0 et 10 minutes, les valeurs restent les mêmes que précédemment. Pour les situations intermédiaires, une diminution brutale des valeurs donnant une différence nulle de durée d'insolation est enregistrée ainsi qu'une augmentation parallèle des cas ayant une différence de 1 minute, les deux pourcentages étant du même ordre de grandeur.

Au bas du tableau sont indiqués les nombres des cas montrant une différence négative (-ABW) et positive (+ABW), ainsi que la somme des deux. La différence totale exprimée en minutes et en heures pour la période considérée est indiquée aux deux dernières lignes du tableau. Une différence positive de 74.05 heures sur la période de 10 mois a été enregistrée par l'instrument ajusté à un seuil de  $120 \text{ W/m}^2$ , soit 4.71% du total. Les résultats intermédiaires se présentent de la manière suivante:

mars	: +10.05h	août	: + 6.77h
avril	: + 7.72h	septembre:	+ 9.93h
mai	: + 9.62h	octobre	: + 3.47h
juin	: + 7.78h	novembre	: + 6.80h
juillet	: + 6.27h	décembre	: + 5.65h

Les conséquences d'une adaptation du seuil de sensibilité aux nouvelles directives de l'OMM sont donc importantes et ne peuvent pas être négligées. L'homogénéité des séries climatologiques existantes doit être maintenue et des adaptations devront être opérées sur la base de calculs statistiques allant dans le sens de l'étude présentée ci-dessus.

Il ne faut néanmoins pas perdre de vue que la station de Davos présente un caractère climatique particulier et que les résultats présentés ci-dessus ne peuvent être sans autre transférés pour d'autres conditions. Une étude équivalente devra donc être impérativement poursuivie pour une station de plaine de manière à dégager une explication du phénomène et, si possible, des algorithmes spécifiques de normalisation.

MONTH : 3 -12

REF. INSTRUMENT : H200  
 MES. INSTRUMENT : H120  
 SUN = 0..10 [MIN]

DELTA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-10.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-9.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-7.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-6.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-5.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-4.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-2.	0.0	0.0	.3	.3	0.0	.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-1.	0.0	7.3	3.6	2.6	2.0	2.2	2.5	3.3	2.5	3.4	.7
0.	93.2	40.7	35.7	28.0	30.7	27.6	29.9	32.1	30.4	38.6	95.3
1.	4.2	30.8	33.9	36.3	34.4	41.2	39.0	39.8	49.3	58.0	0.0
2.	1.2	9.7	13.0	19.3	16.6	13.3	15.3	15.8	17.7	0.0	0.0
3.	.5	3.5	4.8	7.2	6.9	7.7	6.8	9.0	0.0	0.0	0.0
4.	.3	3.5	3.1	2.9	4.0	4.6	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
5.	.2	1.8	1.8	1.2	1.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.	.2	.9	1.8	2.0	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7.	.1	.9	.8	.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8.	.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9.	.1	.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10.	.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL	6584	452	392	347	349	323	354	399	434	502	7614
- ABW	0	-33	-16	-11	-7	-9	-9	-13	-11	-17	-51
+ ABW	893	467	478	444	472	404	410	393	368	291	0
TOT. [MIN]	893	434	462	433	465	395	401	380	357	274	-51
TOTAL [MIN] =	94335										
TOTAL [H] =	1572.25										
DIFF. [MIN] =	4443										
DIFF. [H] =	74.05      4.71 (%)										

Tableau 2 Distribution relative des déviations entre H120 et H200 en fonction de la durée d'insolation de référence.  
 Période de mesure: mars à décembre 1986.  
 Instrument de référence: H200.  
 Colonne DELTA: déviations en minute.      Colonnes 0..10: durée d'insolation.

Bas du tableau:

TOTAL = nombre de cas par classe de durée d'insolation.  
 - ABW = somme des déviations négatives en minutes.  
 + ABW = somme des déviations positives en minutes.  
 TOT. [MIN] = somme des deux lignes précédentes  
 TOTAL [MIN] = durée d'insolation totale mesurée par H200 en minutes

TOTAL [H] = durée d'insolation totale mesurée par le H200 en heure  
 DIFF. [MIN] = sommes des déviations en minutes  
 DIFF. [H] = sommes des déviations en heures et en % de la durée d'insolation totale.

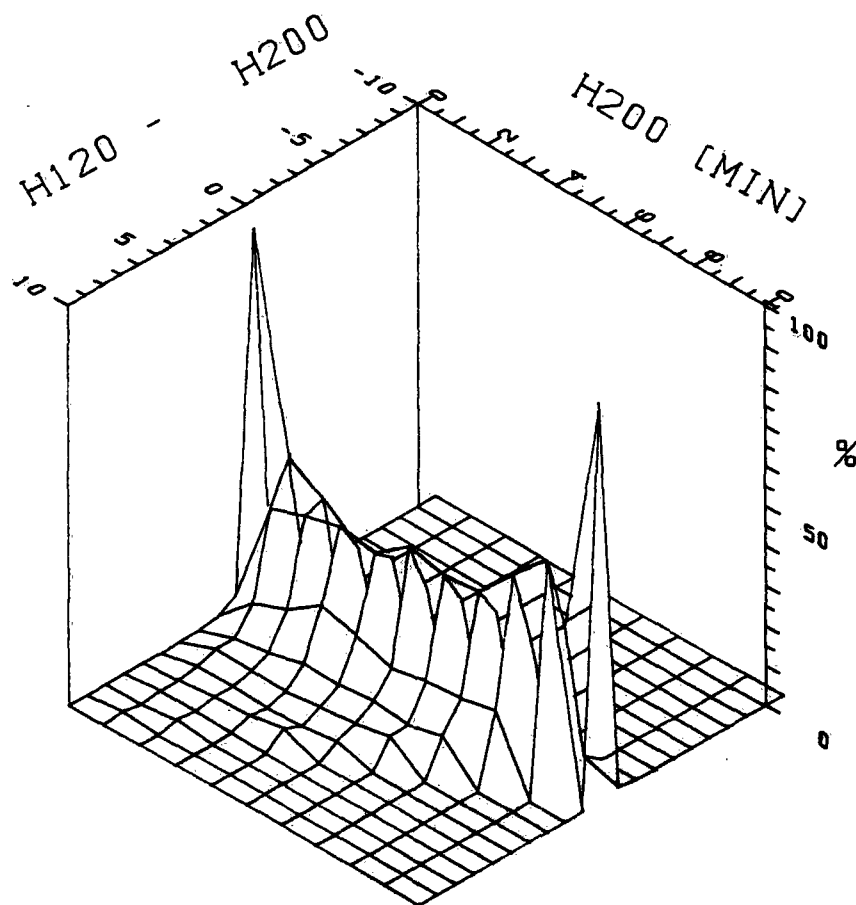


Figure 4

Représentation graphique tri-dimensionnelle des valeurs du tableau 2.

Axe x: durée d'insolation mesurée.

Axe y: déviation entre H120 et H200.

Axe z: pourcentage.



## 2 - Test de qualité des instruments SONI

La double fonction annoncée du nouveau capteur SONI en fait en principe un instrument particulièrement bien adapté aux besoins d'un réseau de mesure du rayonnement. Une étude des caractéristiques de cet instrument doit donc être effectuée pour s'assurer

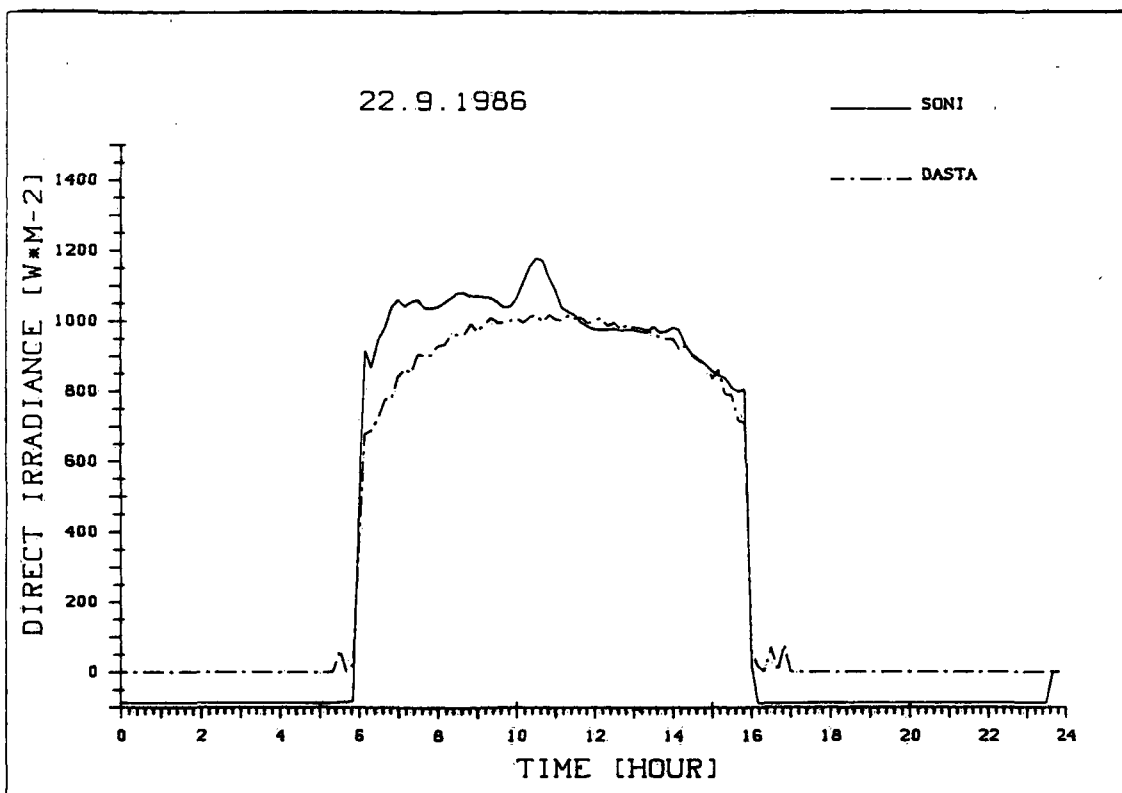
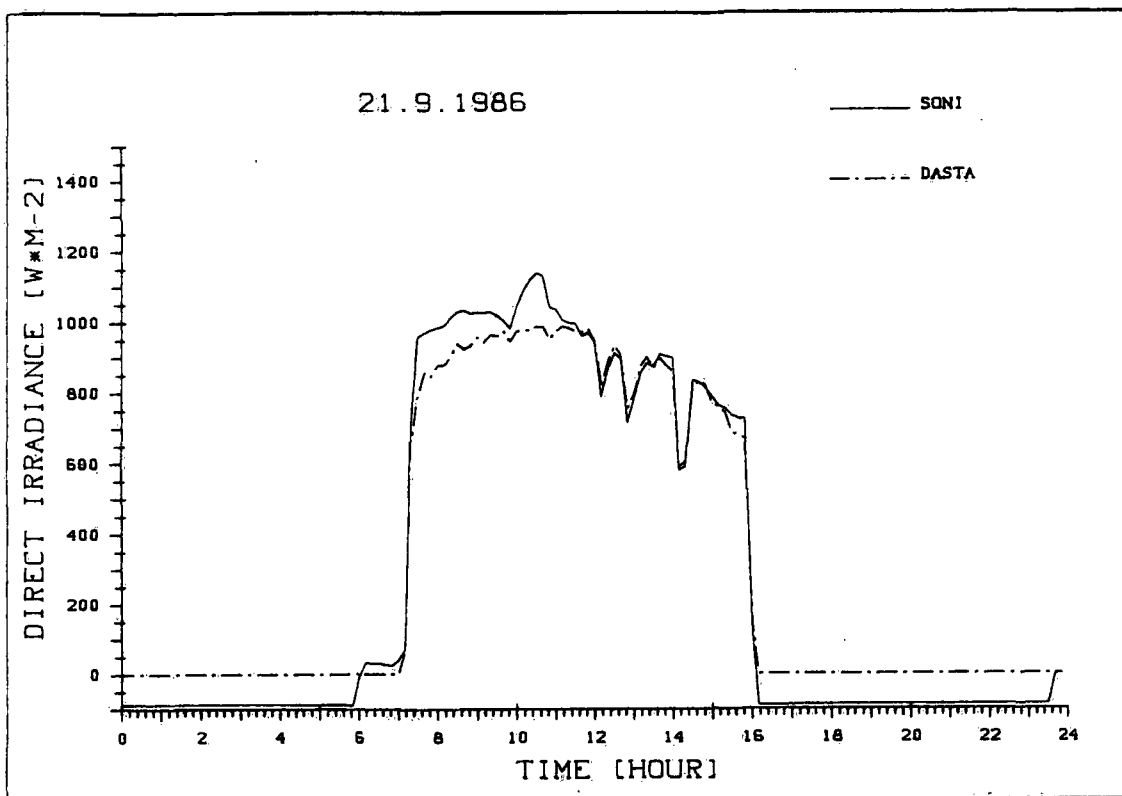
- du bon fonctionnement de l'enregistrement de la durée d'insolation,
- de la précision de la mesure de l'irradiance directe.

Il est à priori évident que, de par le concept de ce capteur, c'est la qualité de la mesure de l'irradiance directe et la détermination la plus exacte possible de la courbe de réponse de l'instrument qui permettra de fixer de façon précise un seuil déterminé pour la mesure de la durée d'insolation.

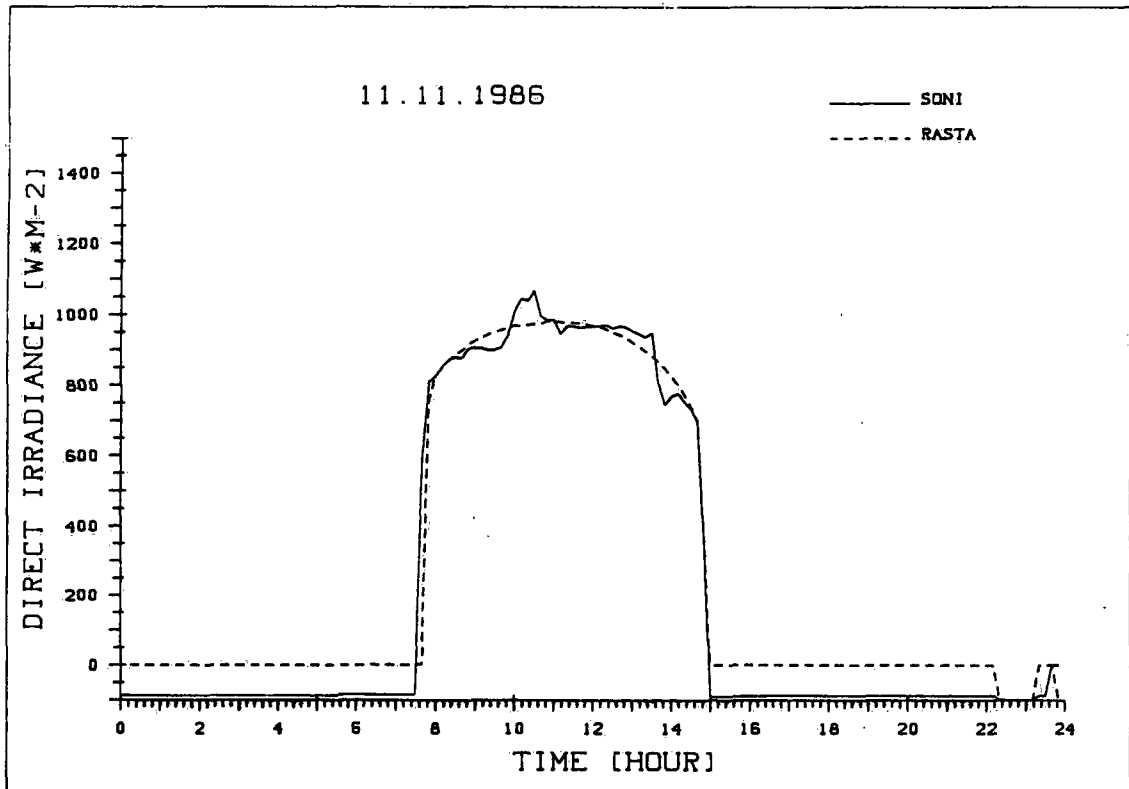
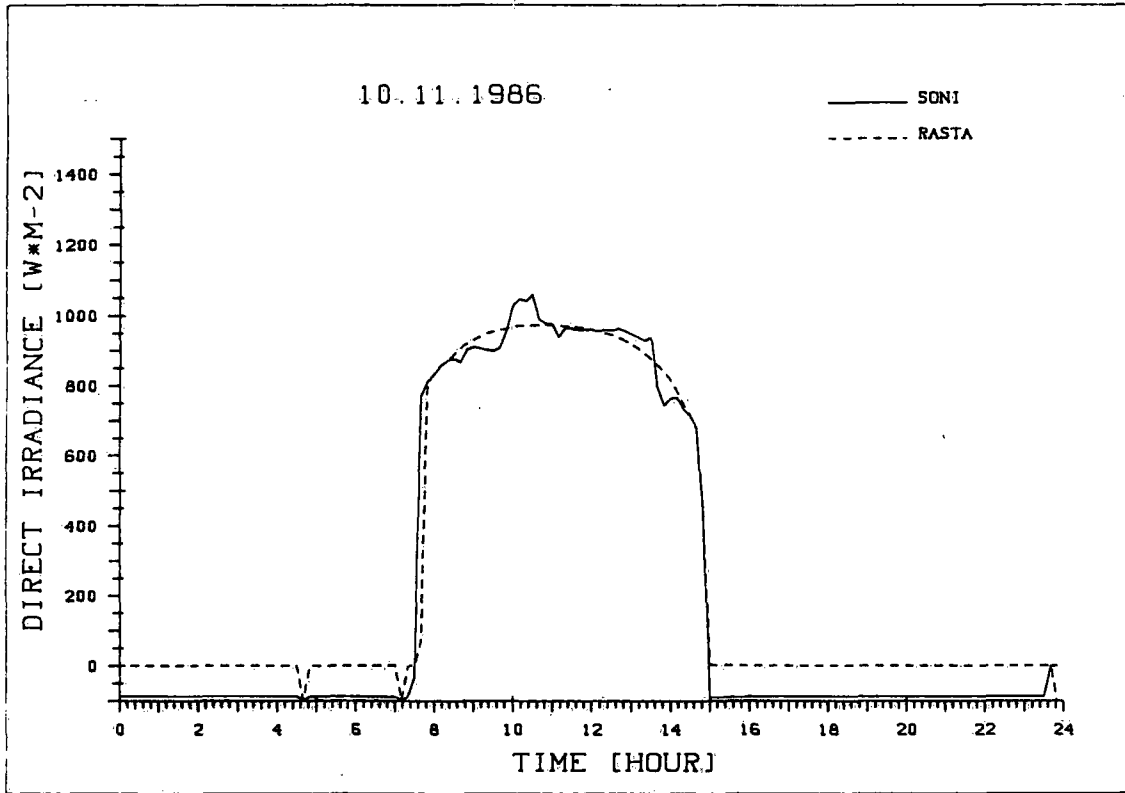
### 2.1 - Résultats des mesures

L'instrument S120 est préparé pour l'acquisition des valeurs de l'irradiance directe. Le système prototype RASTA est en principe utilisé en tant que référence: lorsque ce dernier n'a pas fonctionné de manière correcte (ce qui fut parfois le cas pendant la période concernée) les mesures pyranométriques de l'irradiance globale et diffuse sont converties en valeurs de l'irradiance directe, avec une perte sensible de précision [3].

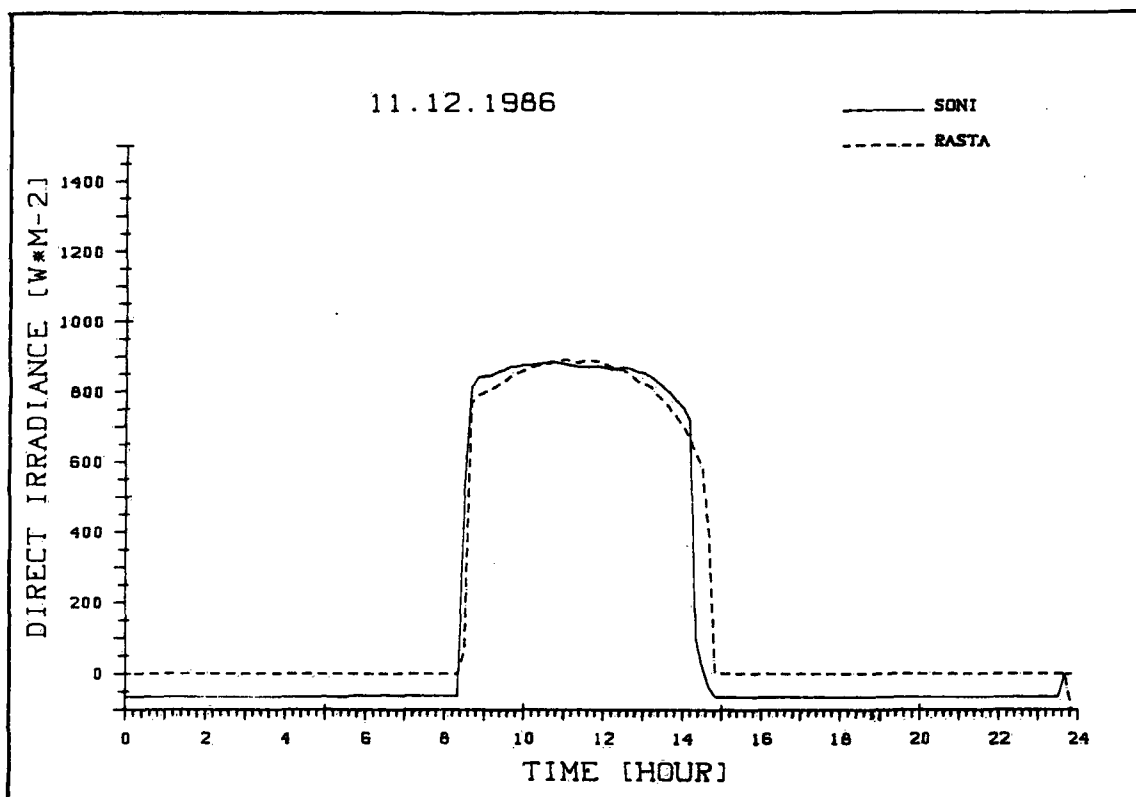
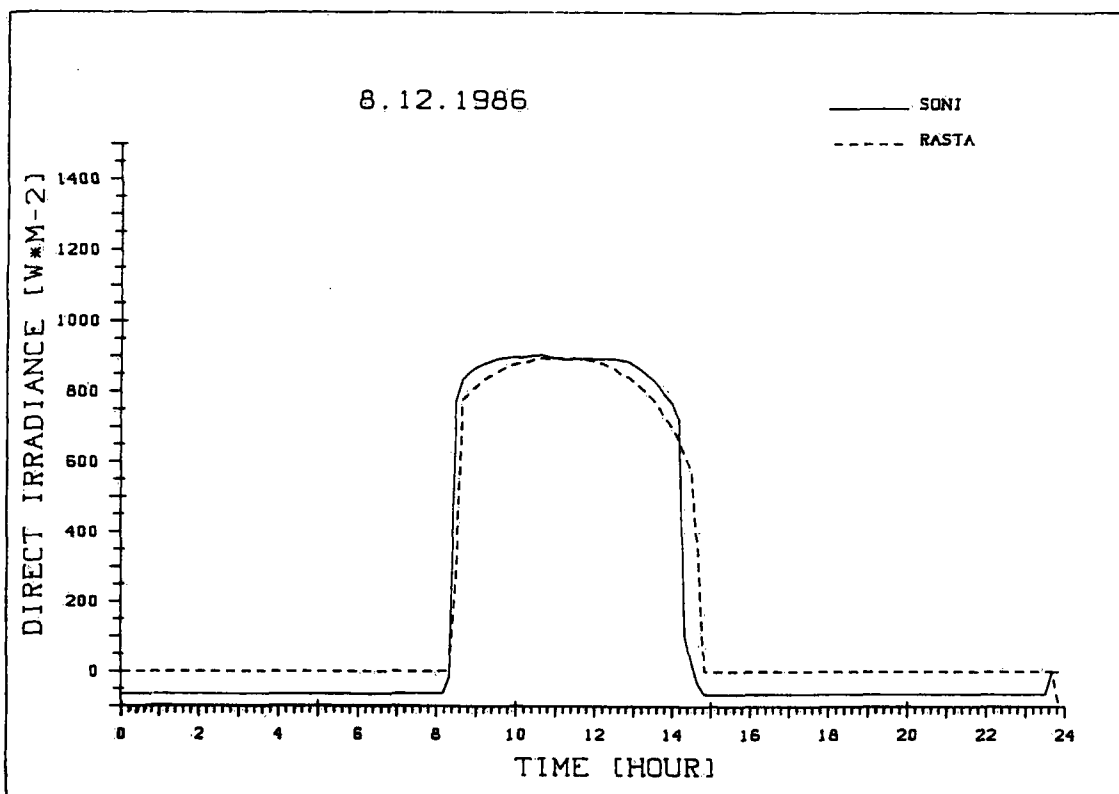
Les figures 5 et 6 présentent pour deux jours consécutifs les résultats d'une telle comparaison avec les valeurs calculées de l'irradiance directe (le système RASTA étant en panne). Les figures 7 et 8 sont consacrées à 2 jours consécutifs du mois de novembre pour lesquels les valeurs RASTA sont disponibles et les figures 9 et 10 illustrent deux cas du mois de décembre. Il faut noter que pour ces deux dernières figures les instruments SONI ont été échangés pour des raisons inconnues de l'auteur (20.11.1986) et que le facteur d'étalonnage a été adapté en conséquence. Les figures 11 et 12 présentent les variations relatives de l'instrument SONI par rapport à la référence pour les deux journées de décembre.



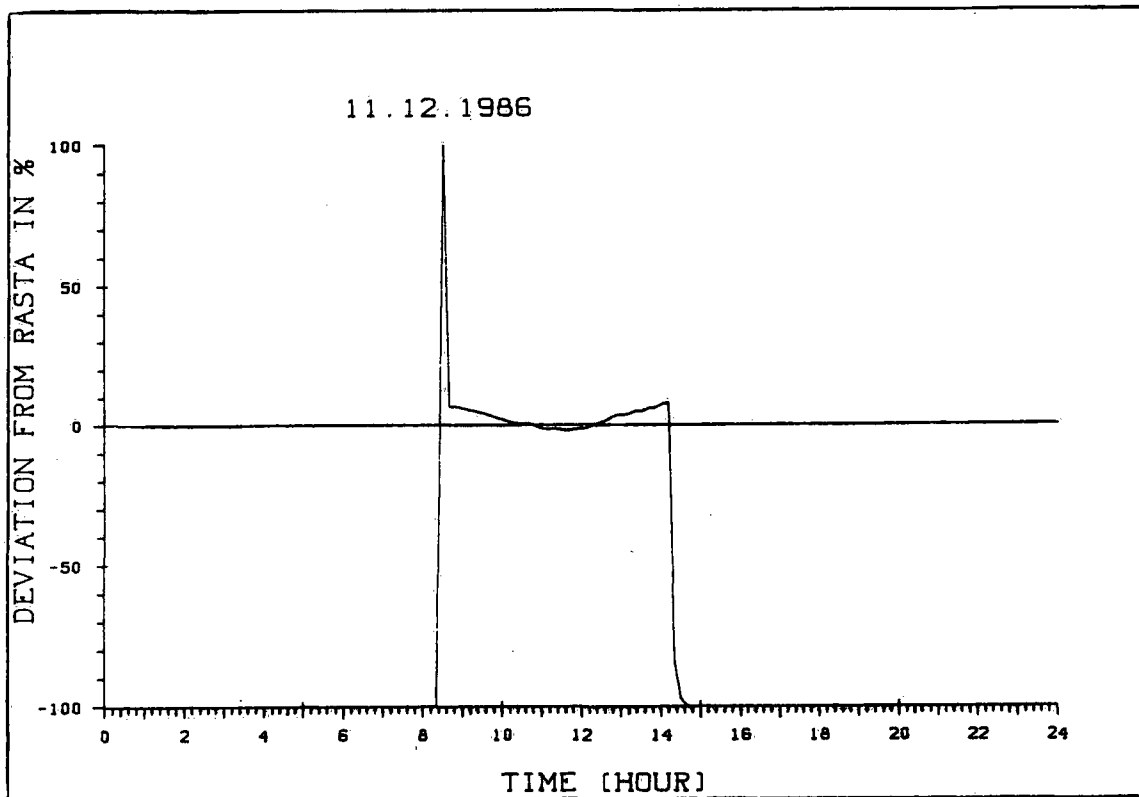
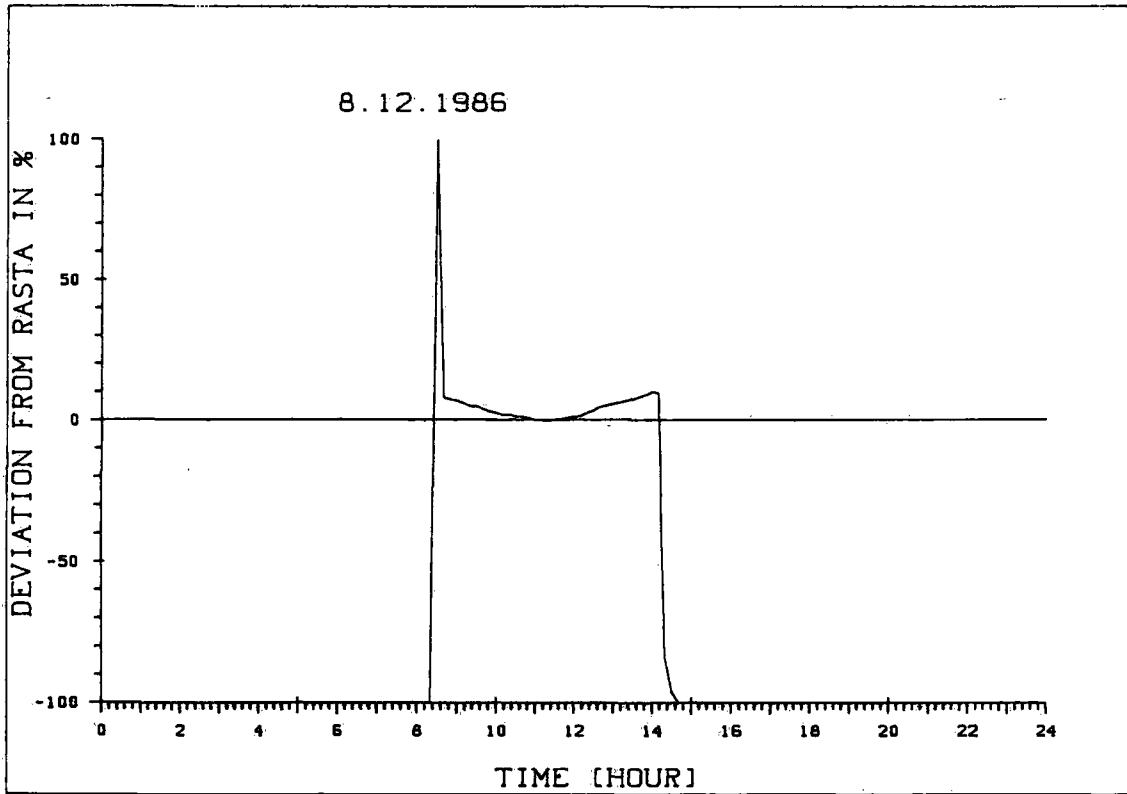
Figures 5 et 6 Variation journalière de l'irradiance directe mesurée par l'instrument SONI et calculée (DASTA) le 21.9.1986 et le 22.9.1986.



Figures 7 et 8 Variation journalière de l'irradiance directe mesurée par l'instrument SONI et le système RASTA le 10.11.1986 et le 11.11.1986.



Figures 9 et 10 Variation journalière de l'irradiance directe mesurée par l'instrument SONI et le système RASTA le 8.12.1986 et le 11.12.1986.



Figures 11 et 12 Variation journalière relatives de la déviation du SONI par rapport au RASTA pour le 8.12.1986 et le 11.12.1986

Plusieurs remarques découlant de l'étude de ces 8 dernières figures peuvent être dégagées:

- Les facteurs d'étalonnage utilisés pour le S120 ont été adaptés selon les cas. Ils sont donc approximatifs et ne doivent pas être considérés comme définitifs.
- La présence d'un offset nocturne est toujours visible: ce phénomène reste pour l'instant inexpliqué.
- Pour la journée du 21.9.1986, le comportement du S120 est instable jusqu'aux environs de 11.30 UT, puis semble se stabiliser pour évoluer parallèlement à la référence de façon assez précise pour le reste de la journée.
- Le jour suivant montre un comportement équivalent.
- Les deux journées de novembre sont remarquables par le fait que le comportement du S120 est absolument identique dans les deux cas: le maximum de 1000 UT ainsi que la brusque chute d'intensité de 1345 UT se recouvrent parfaitement.
- Les deux cas de décembre démontrent un comportement fondamentalement différent. Les courbes d'intensité SONI se recouvrent également pour les deux jours et se rapprochent nettement des valeurs de la référence RASTA. Les figures 11 et 12 indiquent un signal symétrique par rapport au midi solaire vrai avec une déviation positive le matin et le soir par rapport à la référence.

## 2.2 - Interprétation

Il est possible de formuler quelques hypothèses pour tenter d'expliquer ces comportements.

- 1 - Pour la période précédant le changement de capteur, il est probable qu'un phénomène tel que la présence de vapeur d'eau dans l'appareil ou une dépendance quelconque de la vitesse de rotation de la coupole à un événement extérieur (p. ex. influence de la température ou éléments perturbateurs sur le réseau ou dans la station ASTA) est à l'origine du comportement erratique de l'instrument. Comme il n'a jusqu'ici pas été possible de prendre connaissance des améliorations apportées aux instruments au mois de novembre, cette question reste pour l'instant en suspens.

- 2 - Les deux exemples du mois de décembre indiquent un comportement beaucoup plus proche de celui du RASTA. Les déviations systématiques du matin et du soir pourraient être expliquées par le fait que la diode photoélectrique du S120 n'est pas corrigée spectralement et a donc son maximum de sensibilité dans le proche infrarouge (env. 850 [nm]). Ceci augmente la réponse relative de l'instrument par rapport à la référence (corps noir) pour les faibles élévations du soleil. En effet, la diffusion dans les courtes longueurs d'onde provoque un déplacement du spectre vers l'infrarouge en fonction de la masse d'air traversée. Une autre explication de ce phénomène pourrait provenir de l'albedo élevé des pentes enneigées de la vallée de Davos, l'instrument SONI enregistrant une fraction du rayonnement diffus dans la verticale du soleil.
- 3 - Les deux remarques précédentes en amènent une dernière concernant la mesure de la durée d'ensoleillement: en considérant que les problèmes de la période précédant novembre sont dus à des imperfections techniques et que les valeurs du mois de décembre sont représentatives du comportement de l'appareil, il est clair que la position du seuil de sensibilité va elle-même varier au cours de la journée ce qui est foncièrement en contradiction avec le but recherché. Il est donc peu utile de procéder à une étude équivalente à celle présentée dans le premier chapitre pour ces instruments tant que les problèmes décelés ci-dessus ne seront pas résolus. Il serait d'ailleurs intéressant d'effectuer la même étude pour les instruments du type Haenni.

Ces résultats quelque peu négatifs ne doivent pas cacher que le potentiel de ces instruments est réel: des tests complémentaires effectués en liaison avec le fabricant de l'instrument doivent être effectués de manière à apporter les améliorations nécessaires pour assurer un fonctionnement correct du capteur. Ces travaux devraient être effectués sur le terrain d'essai de l'ISM conjointement à l'installation du futur système RASTA, et, auparavant, à l'aide d'un système équivalent provisoire (p.ex instruments du MORAS [3]).

## Conclusion

L'adaptation du réseau ANETZ aux nouvelles directives de l'OMM concernant le seuil de sensibilité de la durée d'insolation est techniquement réalisable moyennant un étalonnage correct des instruments. Les conséquences, du point de vue de la climatologie du rayonnement, sont quant à elles plus difficiles à cerner du fait de l'utilisation très répandue de ce paramètre dans de multiples domaines.

L'introduction de nouveaux instruments permettant de procéder à des mesures de la durée d'insolation parallèlement à des mesures d'irradiance solaire directe est vivement recommandée. Cependant, des améliorations techniques sérieuses doivent y être apportées avant d'envisager leur intégration dans le réseau. La précision de ce type de capteurs n'atteindra certainement pas celle des radiomètres absolus des systèmes RASTA. C'est donc par la présence sur le réseau ANETZ de quelques unités de référence, localisées de façon optimale, que la mise en valeur des mesures de l'irradiance directe SONI sera la meilleure.

## Adresse de l'auteur

Alain Heimo  
physicien, Dr. sc. nat.  
Institut suisse de météorologie  
Krähbühlstrasse 58

8044 Zurich



Références

- [1] WMO Recommendation No. 10, CIMO VIII, Mexico City 1981
- [2] Caractéristiques des données ANETZ,  
Colloque sur les données ANETZ tenu à Zurich le 17 avril 1985,  
Institut Suisse de Météorologie, 1985.
- [3] A. Heimo  
Quality Control of the Swiss Network Radiation Data,  
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute No 134,  
December 1985.
- [4] A. Heimo  
The Mobile Radiation Station of the Swiss Meteorological Office.  
Description, Sample Results of Non-Spectral Measurements,  
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute No 136,  
December 1985.

