

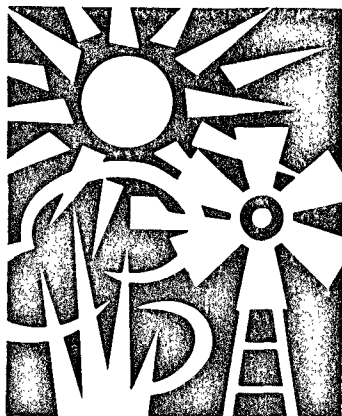


UN/SA COLLECTION

Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/S/9/SUMMARY  
10 April 1961

ORIGINAL: ENGLISH



UNITED NATIONS  
CONFERENCE  
ON NEW SOURCES  
OF ENERGY

CONFÉRENCE  
DES NATIONS UNIES  
SUR LES SOURCES NOUVELLES  
D'ÉNERGIE

SOLAR ENERGY, WIND POWER AND GEOTHERMAL ENERGY

ÉNERGIE SOLAIRE, ÉNERGIE ÉOLIENNE ET ÉNERGIE GÉOTHERMIQUE

Agenda item - Point de l'ordre du jour:

III.A - Solar energy availability and instruments for  
measurements: Radiation data - Networks -  
Instrumentation

Energie solaire disponible et instruments de mesure:  
Données sur le rayonnement - réseaux - instruments

**SIMPLE INSTRUMENTS FOR THE ASSESSMENTS OF  
DAILY SOLAR RADIATION INTENSITY**

By Harold HEYWOOD  
Principal, Woolwich Polytechnic  
London, S.E.18, England

**INSTRUMENTS SIMPLES POUR L'ÉVALUATION DE L'INTENSITÉ  
DU RAYONNEMENT SOLAIRE QUOTIDIEN**

Harold HEYWOOD  
Directeur, Woolwich Polytechnic  
Londres, S.E.18, Angleterre

PAPERS HAVE BEEN CONTRIBUTED TO THE UNITED NATIONS CONFERENCE ON NEW SOURCES OF ENERGY BY INVITATION AND ARE FOR DISTRIBUTION AS WORKING PAPERS FOR THAT CONFERENCE. THEY ARE PUBLISHED AS PRESENTED BY THE AUTHORS, AND THE CONTENTS AND THE VIEWS EXPRESSED ARE THOSE OF THE AUTHORS.

(See notes overleaf)

LES AUTEURS ONT PRÉSENTÉ SUR INVITATION À LA CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ÉNERGIE DES MÉMOIRES QUI SERONT DISTRIBUÉS COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFÉRENCE. CES MÉMOIRES SONT PUBLIÉS TELS QUE LES AUTEURS LES ONT RÉDIGÉS ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

## N O T E S

1. The working languages of the Conference are English and French. All papers contributed are reproduced in one or other of these two languages. Where a paper has been reproduced in both working languages for the convenience of a rapporteur, both language versions are provided as part of the Conference documentation.

2. Where any paper has been contributed in one of the official languages of the UN other than English or French, then it has been made available to the conference in that language. A translation of such papers in either English or French (according to the request of the relevant rapporteur) is provided.

3. Summaries of all papers, as presented by the authors, will be available in both working languages—English and French. Summaries will not include diagrams and photographs and should be read in conjunction with the paper proper, which will bear the same reference number as the summary.

4. Papers and summaries will not be generally available for distribution to other than participants and contributors to the Conference until after the Conference, under publication arrangements to be announced.

1. Les langues de travail de la Conférence sont l'anglais et le français. Tous les mémoires présentés sont reproduits dans l'une ou l'autre de ces deux langues. Lorsqu'un mémoire est reproduit dans les deux langues de travail sur la demande d'un rapporteur, la version anglaise et la version française du mémoire font toutes deux parties de la documentation de la Conférence.

2. Lorsqu'un mémoire est présenté dans une langue officielle de l'ONU autre que l'anglais ou le français, il est publié dans cette langue. Les mémoires appartenant à cette catégorie sont en outre publiés en traduction anglaise ou française (selon la demande du rapporteur chargé du sujet considéré).

3. Des résumés de tous les mémoires, établis par les auteurs eux-mêmes, seront publiés dans les deux langues de travail: anglais et français. Les résumés ne contiendront ni diagrammes ni photographies, et il conviendra de les rapprocher du mémoire lui-même, qui portera le même numéro de référence que le résumé.

4. Les mémoires et les résumés ne pourront en général être distribués à des personnes autres que les participants et les auteurs qu'après la Conférence et selon des modalités de publication qui seront annoncées ultérieurement.

## Simple Instruments for the Assessment of Daily Solar Radiation Intensity

Harold Heywood

Principal, Woolwich Polytechnic, London, S.E.18., England.

### Summary

1. The number of meteorological stations which possess accurate pyrheliometers and recorders is limited by the cost of such equipment and the need for trained personnel. A much closer network of instrumentation is necessary to assess solar energy availability over the whole of a large country, and the Author has given much study to the design of simple instruments which would assess the radiation received daily on a flat surface, primarily with the object of predicting performance of flat-plate types of solar water heater.

2. The conditions of design which should be fulfilled by a simple instrument for the purpose described in paragraph 1 are stated below.

- (a) Ability to withstand all weather conditions.
- (b) Minimum cost, hence the use of a chart recorder is inadmissible.
- (c) Simplicity of construction with no fragile parts which cannot be replaced easily.
- (d) The radiation received during a complete day to be registered as an integrated record.
- (e) No electrical supply or running water required.
- (f) Minimum attention required for operation, and not at any fixed times.
- (g) No scientific training or knowledge required by the operator.

3. The basic operating principles of pyrheliometers in general use are described briefly and it is explained why existing instruments do not fulfill the conditions postulated in paragraph 2. The reasons are given for the decision to use a capacity instrument in which the heat gained during a period which may vary from a few minutes to the whole day is measured by the rise in temperature of a suitable mass of water or metal.

4. Description of the Solar Calorimeter. Various models have been constructed and tested during the past three years, and the final model has been reduced to the simplest possible form compatible with a practical degree of accuracy. The water capacity consists of a standard 'Thermos' flask (1 pint = 570 ml). The radiation absorbing surface is a copper disk 5.08 cm diameter soldered co-axially to a copper tube 2.15 cm external diameter, the end of the tube being spun to a flange so that improved thermal contact with the disk is obtained. The top surface of the disk is blackened and the under surface and part of the tube are chromium plated. The screw cap of the flask is bored to take the tube, and a plastic disk aluminised on both surfaces reduces radiation loss from the underside of the copper disk. A perspex dome replaces the flat top of the flask cup, which is aluminised on the interior surface. A roll of corrugated copper foil between the tube and the inner surface of the flask acts as a heat equalizer. As a further protection against heat flow from or to the atmosphere, the flask is enclosed in a square plastic box with aluminium foil filling the space between. The cost of materials for the solar calorimeter is about 6 dollars; including manufacturing costs, it should be possible to produce the instrument for about 18 dollars. A patent has been applied for.

5. The principle of operation needs little explanation. Radiation impinges on the copper disk and the heat generated is conducted through the walls of the tube to the water in the flask. The temperature rise of the water is a measure of the radiation received during a day, and since the area of the disk and the water capacity are so proportioned that the temperature rise rarely exceeds 15°C, the heat losses are relatively small. The temperature rise is measured by means of a specially designed maximum and minimum thermometer. The capillary tube contains the normal indexes to indicate the maximum and minimum positions of a mercury piston 3 mm long, which is moved by the change in volume of the liquid in the bulb. This thermometer is placed within the copper tube, which is slotted to enable the indexes to be observed. The use of this thermometer ensures that the periods of attention are limited to twice a day.

6. Results of tests. Continuous daily readings have been taken on a calorimeter in the outer London area since September 1959. Figure 3 of the paper shows the daily minimum and maximum temperatures attained for the year 1960. The daily heat collection, averaged for periods limited by selected solar declinations as detailed in Annex 1 of the paper, is compared in Annex 2 with readings of the total of direct and diffuse radiation received on a horizontal surface at Kew Observatory, situated about 40 km from the place of the experiments. These results show that the efficiency of heat collection by the solar calorimeter averages 80 to 90 per cent. More exact comparisons on individual days indicate that the calorimeter is about 90 per cent efficient with direct radiation, decreasing to about 50 per cent efficiency with diffuse radiation. Further comparisons are in progress, using Kipp pyrheliometers at the same site as the calorimeters. Anomalous results are sometimes obtained and the readings do not always coincide with the radiation measured by a standard pyrheliometer, taking into consideration the widely varying conditions from brilliant sunshine in a cloudless sky to complete cloud cover. Thus the temperature rise on a particular day is to some extent affected by previous conditions, such as the storage effect of the previous day's heating or a change in night air temperature, but statistically these effects should balance since changes of atmospheric and radiation conditions occur in both directions.

7. Conclusions. The tests results described substantiate the claim that the particular design of solar calorimeter described will assess the availability of solar radiation as regards the operation of flat-plate water heaters. Further tests are under consideration, and it is hoped that comparative experiments may be made in other types of climate.

INSTRUMENTS SIMPLES POUR L'EVALUATION DE L'INTENSITE  
DU RAYONNEMENT SOLAIRE QUOTIDIEN

par Harold Heywood

Directeur, Woolwich Polytechnic,  
Londres, S.E.18, Angleterre

Résumé

1. Le nombre des stations météorologiques dotées de pyréliomètres et d'appareils enregistreurs précis est limité par le prix de ce matériel et le besoin de personnel spécialisé. Il faut un réseau d'instrumentation beaucoup plus dense que celui qui existe actuellement pour évaluer les disponibilités en énergie solaire sur l'ensemble d'un grand pays et l'auteur de ce mémoire a porté son attention tout spécialement sur la réalisation d'instruments simples qui permettraient de déterminer le rayonnement reçu chaque jour par une surface plane, au premier chef dans le but de prévoir le rendement des chauffe-eau solaires à plaques plates.
2. Les caractéristiques que doit présenter un instrument simple, pour réaliser les objectifs passés en revue ci-dessus, sont les suivantes :
  - a) Résistance à toutes les conditions météorologiques.
  - b) Coût minimum - ce qui rend inadmissible tout enregistreur à bande.

- c) Simplicité de construction, présupposant l'absence de toutes pièces fragiles qui ne peuvent pas se remplacer facilement.
- d) Possibilité d'enregistrer le rayonnement reçu pendant toute une journée sous une forme intégrée.
- e) Absence du besoin d'une source d'électricité ou d'eau courante.
- f) Besoins réduits de surveillance en fonctionnement, exclusion des heures fixes d'observation.
- g) Possibilité d'être mis entre les mains d'opérateurs n'ayant besoin d'aucune formation ou de connaissances scientifiques.

3. Les principes fondamentaux de fonctionnement des pyréliomètres d'emploi généralisé font l'objet d'une brève description et on explique pourquoi les instruments actuellement en service ne remplissent pas les conditions postulées au paragraphe 2. On présente les raisons qui militent en faveur de l'emploi d'un instrument à capacité, dans lequel la chaleur acquise pendant une période qui peut durer de quelques minutes à la journée entière, est mesurée par l'entremise de la montée de température d'une masse d'eau ou de métal appropriée.

4. Description du calorimètre solaire. Il en a été réalisé et essayé divers modèles au cours de ces trois dernières années et le type final a été réduit à la forme la plus simple qui soit compatible avec un degré de précision pratique. La capacité d'eau est constituée par une bouteille thermos standard (1 pinte impériale ou 570 ml). La surface d'absorption du rayonnement est un disque en cuivre de 50,8 mm de diamètre, soudé coaxialement à un tube également en cuivre ayant un diamètre extérieur de 21,5 mm. L'extrémité du tube a été évasée en forme de bride par centrifugeage, pour qu'un meilleur contact thermique soit réalisé avec le disque. La surface supérieure du disque est noircie et sa surface inférieure, ainsi qu'une partie du tube, sont plaquées au chrome. Le chapeau à vis de la bouteille présente un évidement approprié pour recevoir le tube et un disque en composition plastique traité à l'aluminium sur ses deux faces réduit les pertes de la partie inférieure du disque en cuivre par rayonnement. Un dôme en perspex remplace la surface plate du gobelet habituel de la bouteille thermos et il est revêtu d'aluminium

en sa surface intérieure. Un rouleau de feuille de cuivre ondulée est prévu entre le tube et la surface intérieure de la bouteille pour égaliser les températures. Comme protection supplémentaire contre les échanges de chaleur avec l'atmosphère dans les deux sens, la bouteille est logée dans une boîte en composition plastique à section carrée et une feuille de papier d'aluminium comble l'espace ainsi laissé libre. Les matériaux nécessaires pour la réalisation du calorimètre solaire coûtent environ 6 dollars. En comptant les frais de fabrication, on doit pouvoir produire l'instrument pour 18 dollars environ. Une demande de brevet a été déposée.

5. On peut expliquer très vite les principes de fonctionnement de l'appareil. Le rayonnement frappe le disque en cuivre et la chaleur ainsi produite est communiquée par les parois du tube à l'eau qui se trouve dans la bouteille. La montée de température de cette eau est une mesure de la quantité de rayonnement reçue au cours d'une journée et, pour autant que le rapport entre la surface du disque et la capacité constituée par l'eau a été choisi de telle façon que cette montée de température dépasse rarement 15° C, les pertes de chaleur sont relativement faibles. La montée de température se mesure au moyen d'un thermomètre à maximum et à minimum spécialement conçu. Le tube capillaire porte les repères habituels qui indiquent les positions, pour le minimum et le maximum, d'un piston de mercure de 3 mm de long, dont la position change avec les variations de volume du liquide que contient le réservoir. Ce thermomètre est logé à l'intérieur du tube en cuivre dans lequel sont prévues des fenêtres permettant l'observation des repères. Avec ce thermomètre les périodes d'observation du matériel se limitent à deux par jour.

6. Résultats des essais. On a procédé à des lectures quotidiennes continues avec un tel calorimètre dans la banlieue immédiate de Londres depuis septembre 1959. La figure 3 du présent mémoire indique les maxima et les minima journaliers pour l'année 1960. La quantité de chaleur recueillie chaque jour, ramenée à une moyenne pour des périodes limitées par des déclinaisons solaires choisies et indiquées dans le détail à l'annexe 1 de la présente communication, est comparée à l'annexe 2 avec les lectures du rayonnement total, direct et diffus, reçu par une surface horizontale à l'observatoire de Kew, situé



à une quarantaine de kilomètres du lieu où se sont effectuées les expériences. Ces résultats montrent que le rendement de l'absorption de la chaleur par le calorimètre solaire se monte en moyenne à une valeur comprise entre 80 et 90 %. On procède à d'autres comparaisons en se servant de pyréliomètres de Kipp au même poste que les calorimètres. On obtient parfois des résultats anormaux et les lectures ne coïncident pas toujours avec le rayonnement mesuré au pyréliomètre standard, eu égard aux conditions qui varient largement entre un soleil brillant dans un ciel sans nuage et une couche de nuages couvrant tout le ciel. C'est dire que la montée de température, pour un jour donné, exprime dans une certaine mesure les conditions régnant avant que l'on procède aux lectures, par exemple l'effet d'emmagasiner de la chaleur de la journée précédente ou le changement de température de l'air nocturne mais, statistiquement, ces effets doivent se compenser, car les conditions atmosphériques et le rayonnement varient dans les deux sens.

7. Conclusions. Les résultats des essais dont la description a été donnée confirment l'affirmation que la conception du calorimètre solaire décrit ci-dessus permettra d'évaluer les disponibilités en rayonnement solaire pour les besoins des chauffe-eau à plaques plates. On envisage des essais ultérieurs et on espère pouvoir exécuter des expériences comparatives avec des climats différents.

