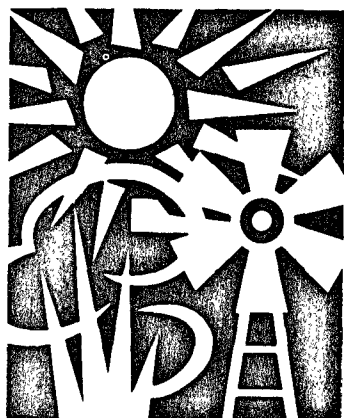




Distr.  
LIMITED

E/CONF.35/S/17/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.C.3 - Use of solar energy for heating purposes:  
Solar drying

Emploi de l'énergie solaire pour le chauffage:  
Séchage par la chaleur solaire

DRYING CROPS WITH SOLAR HEATED AIR

By Frederick H. BUELOW

Agricultural Engineering Dept., Michigan State University  
East Lansing, Michigan, U.S.A.

SECHAGE DES PRODUITS AGRICOLES AU MOYEN  
D'AIR CHAUFFE PAR LE SOLEIL

Par Frederick H. BUELOW

Service du Génie Agricole, Université de l'Etat de Michigan,  
East Lansing, Michigan, Etats-Unis

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 PRESENTE SUR INVITATION A LA CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR LES SOURCES NOUVELLES D'ENERGIE DES MEMOIRES QUI SERONT DISTRIBUES COMME DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA CONFERENCE. CES MEMOIRES SONT PUBLIES TELS QUE LES AUTEURS LES ONT REDIGES ET LES VUES QU'ILS CONTIENNENT SONT CELLES DES AUTEURS.

(Voir notes au verso)

## NOTES

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.

## Summary

1. a) Many farmers of the world need to reduce the moisture content of their harvested crops economically. The farmer who has large quantities of a crop to dry each year can usually justify the large capacity commercial drying equipment. It is primarily the farmer with limited drying requirements who needs a better system for crop drying.
- b) The paper presents a solar crop drying system design which consists basically of an unheated forced air drying system with the addition of a solar air heater to accelerate the drying process.
- c) When a crop is dried with forced air, the relative humidity must be below 62 percent in most cases to lower the moisture content of the crop sufficiently so it can be stored without spoilage. Air relative humidity can be lowered by heating. Excessively low humidities or high temperatures, however, may over dry or damage the quality of the crop.
- d) It can be shown that a given rate of heat energy input can be used most effectively for crop drying when the energy is used to raise the temperature of larger quantities of air a few degrees, rather than smaller quantities of air to higher temperatures.
- e) A psychrometric chart shows that air with a relative humidity of 85 percent can be reduced to a relative humidity favorable for crop drying by raising its temperature about 10 degrees F.
- f) The solar energy air heater proposed for crop drying consists essentially of a flat plate with the air to be warmed passing below it. The paper gives the mathematical equations that describe the characteristics of this type of air heater. Based on experimental evidence, the equation for such a heater may be simplified to the form

$$t - t_o = 0.108R(1 - e^{-8.08/v})$$

in which

$t_o$  = outside air temperature, °F

$t$  = temperature of the air leaving heater, °F

$R$  = rate at which solar energy falls on surface  
of air heater, Btu/(ft<sup>2</sup> hr)

$v$  = air flow rate, ft<sup>3</sup>/min per ft<sup>2</sup> of heater  
surface

- g) A graph showing most economical heater design, based on temperature rise required, incoming solar energy, and costs of various heater designs, is shown in the paper. For crop drying purposes, the unit without glass covering is shown to be the most economical.
- h) The distance between the absorbing plate and the sheeting at the bottom of the heater air passageway should be about 3.6 inches for most farm solar air heaters.
- i) The recommended solar air crop drying system has an air flow rate of 10 to 15 ft<sup>3</sup>/min of air for each ft<sup>2</sup> of absorbing surface. The metal absorber, which is coated with black asphalt roofing paint, is also used as the roof of the building. The outdoor air passes under the absorber to be heated, and is then blown through the crop by a fan.
- j) The solar crop drying building can be constructed for very little more cost than an unheated air crop drying building. The solar heating unit will cost only as much as the sheeting for the underside of the rafters or girts, the paint for the absorbing surface, and some ductwork.
- k) The drying time of a crop is reduced as much as 50 to 75 percent.

SECHAGE DES PRODUITS AGRICOLES AU MOYEN D'AIR  
CHAUFFE PAR LE SOLEIL

par Frédéric H. Buelow

Service du Génie Agricole  
Université de l'état de Michigan  
East Lansing, Michigan, Etats-Unis

Résumé

1. a) Nombreux sont les agriculteurs qui, de par le monde entier, auraient besoin de réduire économiquement la teneur en eau des produits qu'ils récoltent. L'entreprise agricole dont une forte proportion des récoltes doit être séchée chaque année peut habituellement justifier l'emploi de matériel de séchage commercial à grande capacité. C'est, au premier chef, l'agriculteur dont les besoins de cet ordre sont plus réduits, qui a besoin de meilleurs systèmes de séchage de ses récoltes que ceux dont on dispose actuellement.

b) On passe en revue, dans le mémoire, un système solaire de séchage des produits agricoles constitué essentiellement par un circuit de séchage à l'air non chauffé, complété par un chauffe-air solaire destiné à accélérer le processus.

c) Quand on fait sécher un produit dans un courant d'air forcé il faut, dans la plupart des cas, que l'état hygrométrique relatif soit inférieur à 62% pour réduire la teneur de ce produit en eau suffisamment pour permettre son emmagasinage sans pertes. L'état hygrométrique relatif de l'air peut être abaissé par le chauffage. Les états hygrométriques in-

dûment bas ou les températures trop élevées, cependant peuvent sécher trop complètement les produits ou porter préjudice à leur qualité.

d) On peut démontrer qu'un régime donné de fourniture d'énergie peut être utilisé avec un maximum d'efficacité pour le séchage des produits agricoles quand cette énergie sert à faire monter la température de quantités d'air importantes de quelques degrés, plutôt qu'à élever davantage celle de masses d'air plus réduites.

e) La table psychrométrique indique qu'il est possible de ramener l'état hygrométrique de l'air de 85% à une valeur favorable au séchage des produits agricoles en élevant sa température d'une dizaine de degrés F.

f) Le chauffe-air ou réchauffeur à énergie solaire, dont on propose l'utilisation pour le séchage des produits agricoles, se compose essentiellement d'une plaque plate au-dessous de laquelle on fait circuler l'air à chauffer. Le mémoire donne les équations mathématiques qui décrivent les caractéristiques des chauffe-air de ce genre. Sur la base des indications expérimentales, l'équation d'un tel dispositif de chauffage peut être simplifiée et s'écrire:

$$t - t_o = 0.108R \left(1 - \frac{-8.08}{v}\right)$$

expression dans laquelle:

$t$  = température de l'air extérieur en °F

$t_o$  = température de l'air à la sortie du réchauffeur en °F

$R$  = régime d'apport de l'énergie solaire à la surface du réchauffeur d'air en BTU/pied carré/heure

$v$  = débit d'air en pieds cubes par minute par pied carré de surface de réchauffeur

g) Un graphique indiquant le mode de réalisation le plus économique du réchauffeur pour la montée de température cherchée, la quantité d'énergie solaire fournie et les frais afférents aux diverses conceptions de réchauffeurs est reproduit dans le mémoire. Pour le séchage des produits agricoles, le dispositif sans couvercle de verre s'avère être le plus économique.

h) La distance entre la plaque absorbante et la tôle qui se trouve à la partie inférieure du passage d'air doit être de l'ordre de 3,6 pouces

(91mm) pour la plupart des réchauffeurs solaires agricoles.

i) Le système de séchage solaire des produits agricoles utilise un régime d'écoulement d'air s'échelonnant de 10 à 15 pieds cubes d'air par pied carré de surface absorbante. L'absorbeur en métal, revêtu de peinture pour toitures à l'asphalte noire sert également de toit au bâtiment. L'air qui vient de l'extérieur passe sous l'absorbeur, est chauffé et chassé dans les produits à sécher par une soufflante.

j) Le bâtiment qui abrite les séchoirs de produits agricoles à énergie solaire peut se réaliser moyennant un supplément très modique sur les frais qui s'imposent pour un bâtiment de séchage à l'air naturel. Le groupe de chauffage solaire ne coûte pas plus que la tôle destinée à la surface inférieure des chevrons ou fermes, la peinture destinée à la surface absorbante et quelques conduites.

k) La durée de séchage d'un produit se trouve ainsi réduite de 50 à 75%.

