



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY
UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION



INTERNATIONAL CENTRE FOR THEORETICAL PHYSICS
34100 TRIESTE (ITALY) • P.O. B. 506 • MIRAMARE • STRADA COSTIERA 11 • TELEPHONE: 2940-1
CABLE: CENTRATOM - TELEX 400892 - I

H4.SMR/193 - 11

"COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA SCIENCE DES MATERIAUX POUR L'ENERGIE".
(26 août - 11 septembre 1986).

L'UTILISATION DE PLASTIQUES LOCAUX
POUR LA FABRICATION DE CAPTEUR SOLAIRE

D. BEDARD, H. GRAGUIDI, S. SAR

Centre d' études et de Recherches
Sur les Energies Renouvelables

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA SCIENCE DES MATERIAUX ET L'ENERGIE

CENTRE INTERNATIONAL DE PHYSIQUE THEORIQUE
TRIESTE du 26 aout au 11 septembre

L'utilisation de plastiques locaux
pour la fabrication de capteur solaire

D. Bedard, H. Gbaguidi, S. Sar

CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES
SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES

1-Introduction

Pour realiser des produits manufactures a des couts acceptable l'utilisation de materiaux locaux est indispensable face aux taxes douanieres tres elevees en Afrique. Dans la technologie solaire les temperatures et l'environnement corrosif exigent souvent l'utilisation de materiaux importes. L'assemblage sur place de produits exportes est une solution particuliere qui n'est accessible qu'a une certaine couche de la classe sociale. Pour pallier a ces difficultes un compromis, serait d'utiliser une technologie importee au niveau du materiel de base. Dans cet optique nous avons utilise les profiles PVC extrudes a Dakar par la FUMOA dont la destination premiere est la menuiserie pour portes et fenetres.

2-Filiere technologique

Ce PVC tropicalise traite contre les U.V. a un point de ramollissement de 85 C. L'optimisation des configurations de profiles disponibles, nous a permis de realiser les capteurs solaires sans avoir a investir dans des matrices. Les capteurs ont ete configures pour demeurer a l'interieur d'un spectre de temperature adequat en tenant compte de l'effet de refroidissement de l'air ambiant.

Les premiers capteurs realises en juin 82 ont donne pleine satisfaction. L'utilisation des soudures en PVC apres 2 ans de vieillissement dans une gamme de temperature atteignant jusqu'a 75 C. s'est revelee insuffisante durant les manipulations de nettoyage (2 fois par mois). Le coin des cadres est maintenant renforce avec des equerres de P.V.C maintenues avec des rivets pop d'aluminium. Le type de capteur utilise etait un distillateur solaire a double pente (15 degre) en verre. La temperature max du cadre etait de 75 C cote interieur et de plus de 40 C cote exterieur. Ces extremités correspondaient a une temperature de l'eau de 75 C. et 90 C pour celle de l'absorbteur. Un debit de plus 5 l/m²-jr a ete atteint pour une insolation de 2500 J/cm²-jr. En statique avec le bassin sans eau, la temperature du cadre n'a pas depasse les 80 C lorsque celles de l'absorbteur depassaient les 100 C. Le cadre en plus de servir de canalisation a l'eau distillee est un support garantissant avec les autres materiaux (amiante ciment, polyurethane, silicone, verre) une duree de vie de plusieurs annees. Sur une base de 10 ans le prix de l'eau distillee

est d'environ 4 cfa/litre pour un investissement de 75,000 cfa (prix de revient) par unite de 2,3 m².

Un chantier de 50 m² de distillateurs solaires s'est acheve le 10 aout dernier au Centre National de Recherches Agronomiques de Bambey. Le but est de pourvoir en eau distillee les laboratoires d'analyse. Ce chantier a necessite la solution de nombreux problemes que la realisation d'unite simple n'avait pas revele. Ainsi de nombreux cadres empiles sans trop d'ordre et laisses au soleil avant le montage ont ete tordus par la chaleur qui depassait parfois 40 C a l'ombre. Le montage du verre assure le maintien du cadre et evite les deformations thermiques meme a plus haute temperature. Certains cadres manipules sans trop de soin ce sont casses aux soudures. A l'avenir pour ameliorer les proprietes mecaniques des soudures il serait souhaitable de limiter l'operation de moulage.

Le systeme d'alimentation et de recuperation des 20 distillateurs a pose quelques problemes. L'ensemble etant alimente par un systeme de vase communicant, actionne par un robinet flotteur, exigeait une parfaite planete. Le genie civil pour la construction des bases en ciment, a ete refait 3 fois avant de donner satisfaction. Par contre malgre un bon genie civil certains bassins demeurent en dehors du niveau moyen. Ceci provient du gonflement du polyurethane qui s'est dilate cause d'un mauvais dosage a l'usine lors de sa fabrication. L'utilisation de la mousse de polystyrene a ete ecartee par suite de sa deterioration aux temperatures atteintes. Pour résoudre le probleme de la planete, une alimentation et une recuperation separees ont ete realisees pour chaque rangee de 5 distillateurs. Les resultats solaires obtenues sont de l'ordre de 200l/j.

Un autre probleme rencontre sur le chantier vient de l'emploi du bassin en toile de PVC flexible. Cette toile tend a faire des plis qui creent des petits tuyaux qui vident le bassin si le niveau depasse un certain seuil. Des bassins de plus de 3 ans d'age sont encore utilises. Le bassin est taille pour permettre un retrecissement de l'ordre de 10% dans le sens de la longueur. L'usage a demontre qu'il etait difficile d'eviter les déchirures ou a l'emboitement des cadres au niveau des coins. Des tests sur un bassin en fibre de verre ayant une duree de vie plus elevee seront effectues. L'utilisation de bassin en resine de polyester aurait l'inconvenient de modifier le ph selon certaine reference. Pour eviter ce phenomene un gelcoat alimentaire peint sur le bassin sera mis a l'essai.

Un distillateur solaire a ete installe dans une mission catholique a Ngeniema. Le fluor contenu dans l'eau nuit aux cultures et cause parmi les habitants un phenomene de decalcification des os. Le distillateur devrait permettre l'obtention d'une eau potable apres recombinaison dans un rapport 1 a 10. Actuellement un probleme de gout de plastique reste a regler. Ce gout peut disparaître avec l'utilisation de filtre de ceramique disponible dans le commerce. L'utilisation du charbon de bois comme absorbteur dans le bassin contribue aussi en partie a enlever les odeurs. Servi avec un zeste de citron ou en recombinaison avec du sel de mer disponible partout, l'eau a bon gout.

Une analyse microbiologique sera effectuée prochainement pour déterminer la limite d'utilisation du distillateur dans le cas d'eau douteuse. Une installation (15 m²) sera testée dans une commune dont l'eau du forage est saumâtre.

D'autres recherches sont présentement en cours afin de trouver d'autres applications solaires à ses profiles de PVC. Ces recherches portent sur:

-La distillation solaire à double effet:

Les résultats obtenus après de nombreux efforts pour résoudre des problèmes techniques dans le cas du refroidissement du verre ont révélés un rapport (productivité/cout) inférieur à celui de la distillation à simple effet. La complexité du mécanisme de refroidissement associé au faible gain obtenu (20%) du à la non homogénéité de l'écoulement du fluide nous a conduit à écarter ce type d'installation. Par contre le faible débit obtenu sans refroidissement (0,3 l/m²-j) pourrait avoir d'autres créneaux d'utilisation.

-L'utilisation combinée du distillateur (double ou simple vitrage) et du chauffe eau solaire:

L'utilisation du double vitrage permet d'obtenir une meilleure performance du chauffe eau avec un faible débit d'eau distillée. Pour le simple vitrage on règle le mode chauffe-eau et distillateur en ajustant l'eau dans le bassin. Quelques problèmes pour obtenir la circulation en thermosiphon ont dû être surmontés pour obtenir un bon fonctionnement de l'appareil. A cause de l'horizontalité du capteur et de la faible section du tuyau de l'échangeur (12mm diam. int.) le mode thermosiphon n'a pu être obtenu qu'en amorçant la circulation. Pour ce faire il s'agit de laisser l'eau s'écouler à la sortie de l'échangeur pour permettre l'admission d'eau froide dans une partie du serpentin. Une fois le procédé amorcé l'écart de température dans le réservoir suffit pour entretenir le système pour les autres jours. Des températures de sorties au niveau de l'échangeur atteignant près de 85°C ont été obtenues. Nous avons utilisé un échangeur fabriqué en tuyau rigide PVC plié à chaud en forme de serpentin dans de l'eau bouillante. Les sections en U après pliage étaient raccordées avec du flexible et recouvertes d'un absorbeur en toile de PVC souple noir. Nous avons réalisé 3 types d'échangeurs avant d'obtenir un échangeur parfaitement étanche.

L'idée de l'utilisation mixte du chauffe eau et du distillateur est venue des besoins exprimés par le dispensaire de Pété. L'eau déminéralisée est nécessaire pour certaines préparations ou analyses. L'eau chaude obtenue sera portée à ébullition pour la stérilisation. Cette eau ainsi préchauffée permettrait de faire des économies d'énergie. Ainsi pour optimiser la fonction chauffe eau on peut placer uniquement la quantité à distiller x 2 pour les pertes et la variation de niveau. Actuellement les chauffe-eaux solaires (importés et assemblés à Thiès) disponibles sont 3 fois plus onéreux que cet appareil. Malgré une performance moindre on peut obtenir une différence de température de plus de 25°C entre l'eau du réservoir et l'air ambiant. On envisage d'améliorer ses résultats avec l'utilisation d'un double vitrage et d'un réservoir de stockage mieux isolé. Le réservoir

de 125 l en polyuréthane recouvert de fibre de verre est fabriqué à Dakar. Le cout de ce réservoir représente 50% du cout de l'installation. Dans le cadre d'une industrialisation on pourrait s'attendre à une baisse appréciable du cout actuel qui atteint 125.000 Fcfa. Deux prototypes ont été réalisés jusqu'à maintenant. Un est utilisé par le personnel du CERER et l'autre une fois les tests terminés sera installé au dispensaire de Pété.

-Réalisation d'un séchoir solaire pour le séchage des plantes médicinales ou du poisson utilisant l'effet de la cheminée solaire: Un (C.T.P.F.V.) couvert transparent à base de polyester clair armé de fibre de verre est utilisé en combinaison avec un film de PVC noir pour créer la cheminée solaire. Trois prototypes ont été réalisés malgré quelques petits problèmes, ils ont donné de bons résultats. Les séchoirs ont été utilisés par des femmes encadrées par une volontaire CECI au centre de pêche artisanale de Mbour. Les résultats obtenus ont démontré un gain en temps de séchage de 50 à 150% selon les conditions météo et d'utilisation. Le cout du poisson contrairement aux expériences précédentes ne s'est pas altéré. L'utilisation de moustiquaire permet de diminuer les pertes par déprédation. De plus l'appareil a été réalisé de façon à modifier le moins possible leur façon de procéder habituelle. Ses résultats ont pu être obtenus par l'effet de cheminée solaire qui transforme l'énergie calorifique de l'effet de serre en énergie cinétique. Les faibles températures obtenues (10°C (temp. amb.)) ne change pas les propriétés biochimiques de la réaction du séchage. Pour les mêmes raisons l'appareil sera utilisé pour le séchage des plantes médicinales. Un autre séchoir sera tester par une femme Bassari pour le séchage de la viande dont cette ethnique est très friande.

Le C.T.P.F.V. est fabriqué sur place par la SOSSADHIM entreprise spécialisée dans l'isolation et le moulage de pièces en polyester (parteu, caisson isolant, salle de bain, plaque transparente).

Ces projets visent l'utilisation du PVC extrudé localement pour la fabrication de capteur solaire à faible cout. Le rapport cout performance en fait un excellent compromis. La durabilité face à l'environnement corrosif garantit une durée de vie de plusieurs années.

Conclusion

La gamme de température exploitée par les capteurs solaires est en deça des normes du manufacturier. Le séchoir est l'application qui apporte le moins de contrainte thermique. Dans les autres applications malgré de plus grandes contraintes thermiques, des appareils réalisés en PVC ont pu résister à plus de 3 années d'utilisation intensive. L'utilisation du PVC et de C.T.P.F.V. permet d'obtenir des capteurs assez performants mais d'une plus grande durée de vie que ceux obtenus avec du bois de l'acier ou du ciment. Un autre avantage dans l'utilisation de ces matériaux plastiques est la facilité d'entretien. La légèreté du capteur est un atout non-négligeable quand on pense au cout de transport. Ces projets de recherches ont mis en évidence jusqu'à présent une certaine fiabilité technique. Les besoins et leur cout compétitif devraient justifier à plus ou moins brève échéance leur industrialisation.

DEBIT | RAYON.
~ (L/H) | ° GLOBAL

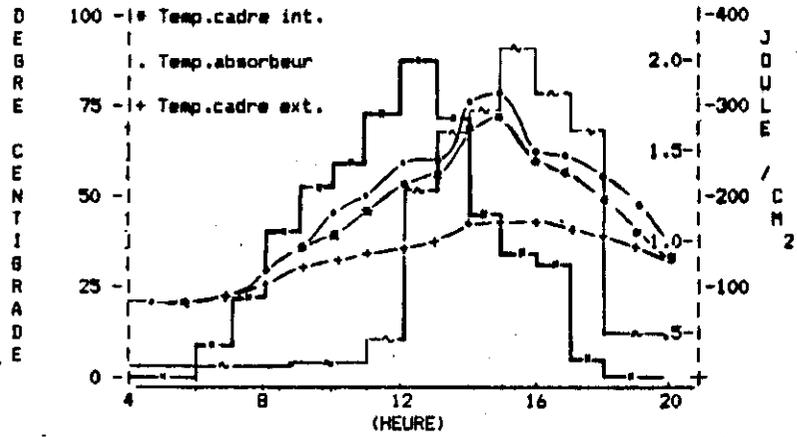


Fig-1: Variation de la temperature pour le distillateur solaire avec une insolation de 2123 J/cm2-jour.

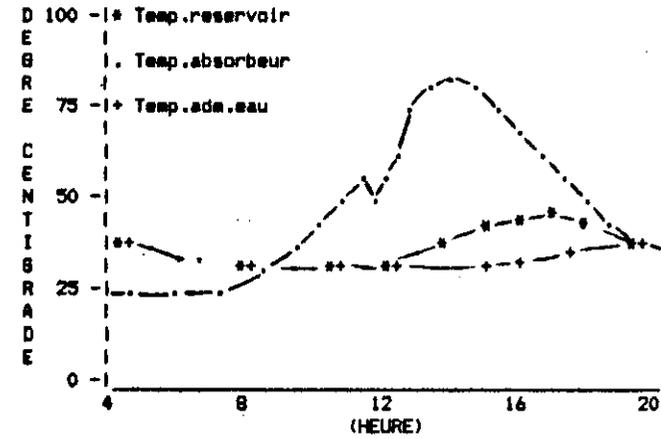


Fig-3: Variation de la temperature pour le chauffe-eau distillateur solaire.

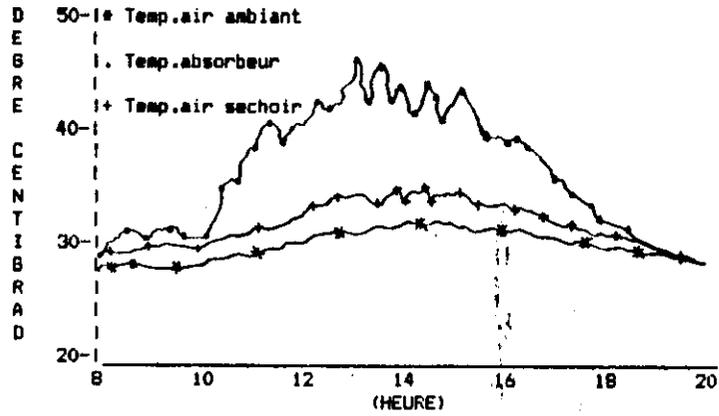


Fig-2: Variation de la temperature pour le sechoir solaire.

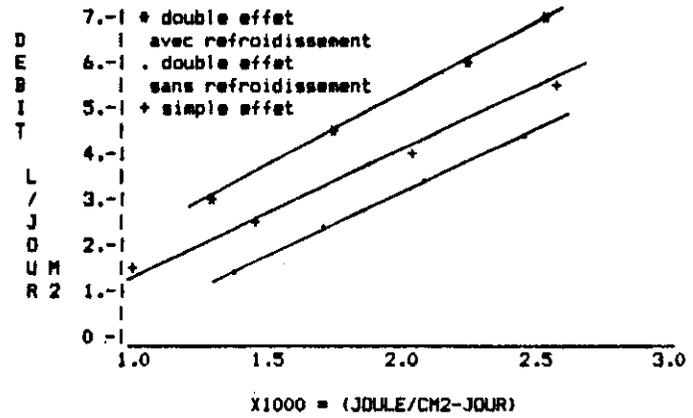


Fig-4: Production d'eau distillee pour le distillateur solaire

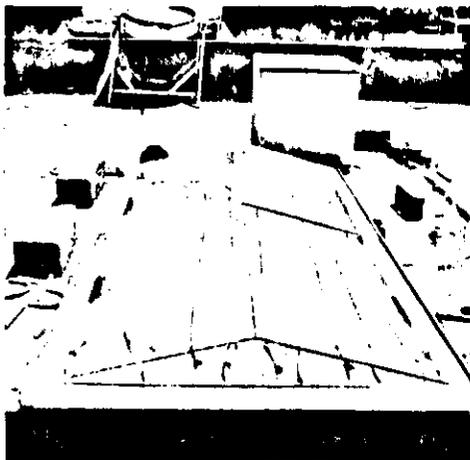


Fig-7:Le distillateur chauffe-eau solaire avec échangeur en PVC.

REFERENCES:

- 1-Bbaquidi H.: Etude de paramètres de fonctionnement d'un distillateur solaire plan à effet de serre. Mémoire de DEA, Université Dakar, Mars 84.
- 3-GUETTI M.: Evaluation du potentiel solaire et solien au Sahel. Thèse d'ingénieur docteur à l'université de Dakar Juin 84.
- 4-BENE M.: Dessalement de l'eau de mer et / ou des eaux saumâtres. Mémoire de fin d'étude EPT, Juillet 85
- 5-NDIAYE I.: Distillateur solaire à double effet de serre. Mémoire de fin d'étude EPT, Juillet 85
- 6-Wibulsawas P. Review of research & development on solar distillation in thailand. King Mongkuts Institute of technology Thonburi, Bangkok
- 7-Sy B., Gauthier A.: Evaluation du potentiel solaire et solien du Senegal. CERER, Université de Dakar, Aout 84

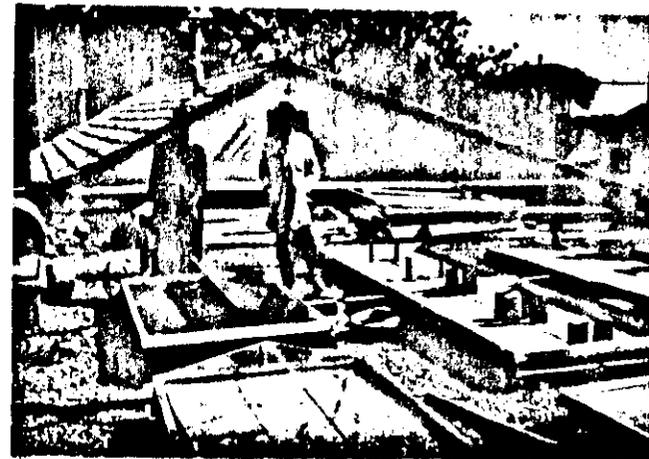


Fig-5:Chantier de distillateurs solaires au CNRA de Bambey, Senegal.

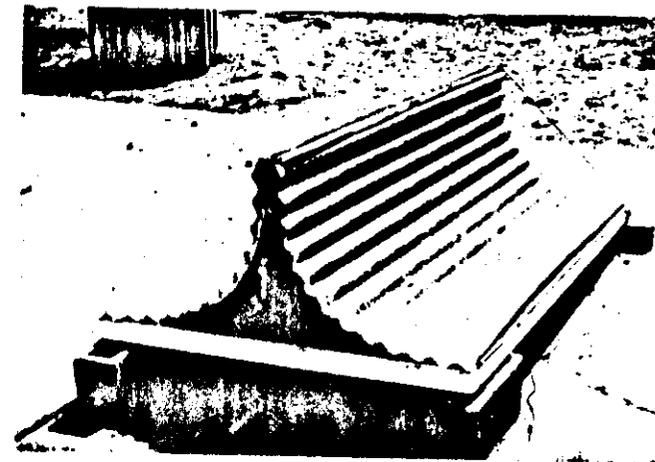


Fig-6:Sechoir solaire utilisant l'effet de cheminée solaire

