



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Madame Nidal MOUHSIN

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur

Spécialité : Génie Mécanique

Le Samedi 02 Décembre 2023 à 15h00 au Grand Amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

CONCEPTION ET SIMULATION NUMÉRIQUE D'UN DISTILLATEUR SOLAIRE EN CASCADE AVEC CHICANES

Président et Rapporteur:

Pr. Mohamed EL MAHI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse:

Pr. Mourad TAHA JANAN, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Mohamed MONKADE, PES, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat

Pr. Fatima Zahra CHRIFI ALAOUI, PH, Faculté de Sciences, Université Ibn Zohr, Agadir

Examineur :

Pr. Mohamed MOUNCIF, PES, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

Invité:

Pr. Samira OTMANI, PA, ENS, Université Mohammed V de Rabat





Résumé: L'approvisionnement en eau potable est un défi crucial dans de nombreuses régions du monde. La distillation des eaux saumâtres ou des eaux de mer par l'utilisation de l'énergie solaire est l'une des solutions les plus recommandées pour répondre à cette problématique. Cette technique consiste à chauffer une solution salée ou saumâtre en utilisant l'énergie thermique du rayonnement solaire pour produire de la vapeur d'eau. La vapeur obtenue est ensuite condensée, collectée et stockée pour une utilisation ultérieure. Cette méthode est particulièrement économique dans les régions isolées ou arides où le soleil est abondant. Différents types de distillateurs solaires ont été développés, notamment les distillateurs solaires à effet de serre qui sont largement utilisés. Cette technique est une solution durable pour l'approvisionnement en eau potable dans les régions où les sources d'eau douce sont limitées, contribuant ainsi à améliorer la qualité de vie des populations locales.

Dans ce travail, une approche expérimentale et numérique est proposée pour étudier les performances d'un distillateur solaire à cascade avec une plaque absorbante conçue de manière innovante dans le but d'optimiser sa productivité. La nouvelle plaque absorbante est inclinée de 35° pour augmenter l'absorption du rayonnement solaire. Elle contient des surfaces horizontales et inclinées avec des chicane pour ralentir l'écoulement et l'épaisseur de l'eau saumâtre ainsi que pour créer des surfaces d'évaporation supplémentaires qui conduisent à chauffer l'eau saumâtre dans le distillateur solaire plus rapidement.

Des tests expérimentaux ont été menés pour évaluer l'effet de la nouvelle plaque absorbante sur les performances d'un distillateur solaire à cascade dans la région de Rabat, au Maroc. Les tests ont été menés sur plusieurs jours pour différentes conditions météorologiques. L'étude comparative entre le distillateur solaire à cascade sans chicane et celui avec chicane a démontré que l'utilisation de la nouvelle plaque absorbante permet d'augmenter la production et d'atteindre un rendement de distillation plus important. La production journalière est augmentée de 45% par rapport au distillateur solaire sans chicane. Pour prédire les conditions de fonctionnement du système de distillation, une simulation numérique tridimensionnelle a été



réalisée en utilisant la CFD (Dynamique des Fluides Numériques). Cette simulation permet de modéliser l'évolution des températures en différents points à l'intérieur du distillateur. La validation du modèle proposé a été réalisée en comparant les résultats de simulation aux données expérimentales du distillateur, et les résultats de simulation ont été trouvés en bon accord avec les résultats expérimentaux. Cette étude a également permis d'étudier l'effet de la nouvelle conception de la plaque absorbante sur le rendement de distillation.

Abstract: The drinking water supply is a crucial challenge in many regions of the world. The distillation of brackish water or seawater using solar energy is the most suggested solution for this problem. This technique involves heating a saline or brackish solution using the thermal energy of solar radiation to produce water vapor. The obtained vapor is then condensed, collected, and stored for future use. This method is incredibly cost-effective in isolated or arid regions where the sun is abundant. A variety of solar stills have been developed, including greenhouse solar stills that are widely used. This technique provides a sustainable solution for drinking water supply in regions where freshwater sources are limited, thus contributing to improving the quality of life for local populations.

In this work, an experimental and numerical approach is proposed to study the performance of a solar cascade distiller with an innovatively designed absorber plate to optimize its productivity. The new absorber plate is inclined by 35° for better orientation and absorption of solar radiation. It contains horizontal and sloped surfaces with baffles to slow the flow and thickness of the salty water as well as to create additional evaporative surfaces that lead to faster heating of the salty water in the solar still.

Experimental tests were carried out to assess the impact of the new absorber plate on the performance of a cascade solar still in the region of Rabat, Morocco. These experiments were carried out over several days under varying weather conditions. A comparative analysis between the cascade solar still with baffles and without baffles demonstrated that using the new absorber plate enhances productivity. The use of the new absorber plate resulted in a 45% increase in daily



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

production compared to the cascade solar still without baffles. To predict the operating conditions of the distillation system, a three-dimensional numerical Computational Fluid Dynamics (CFD) was carried out to simulate temperatures in various points of the distiller. To validate the proposed model, simulation results were compared with experimental data, and it was found that the simulation results were in good agreement with the experimental data. Additionally, the impact of the new absorber plate design on the distillation yield was also examined.