

Résumé

Au fil des années, le problème de la disponibilité et l'approvisionnement de l'eau ne font que s'accroître. L'approvisionnement en eau douce devient un problème de plus en plus important et considéré comme l'un des problèmes les plus menaçants dans nombreuses régions du monde. Le manque d'eau ne concerne pas seulement les régions confrontées à la sécheresse ou à une démographie galopante, mais également une grande partie du monde agricole, où les importantes quantités d'eau consommées appauvrissent les réserves aquatiques naturelles.

Compte tenu des défis liés au changement climatique et la croissance démographique, il est aujourd'hui largement admis que la mise en place d'un développement durable exige de mettre en équation des différents aspects des questions liées à la ressource eau.

La distillation solaire comme moyen de dessalement et de purification des eaux saumâtres ou contaminées utilisant les énergies renouvelables est désormais considéré une alternative durable pouvant répondre aux besoins pressants en eau douce, notamment pour nombreuses populations vivant dans les zones arides ou zones agricoles.

Plusieurs chercheurs à travers le monde ont proposé des systèmes de distillation solaire de divers typologie. Toutefois, ces systèmes ont toujours fait l'objet de développement et d'amélioration continu tant que le but est toujours d'obtenir un débit élevé, un faible coût et une simple conception favorisant aussi bien une aisance de maintenance. Pour se faire, la nécessité d'implémentation de solutions intelligentes et de technologies innovantes semble être primordiale. Les réflecteurs cylindro-paraboliques figurent parmi les technologies de concentration les plus puissants assurant l'accès à une énergie thermique très élevée. Une meilleure association de ces deux dispositifs précités a constitué le centre de ce travail qui a porté sur la conception, la fabrication et l'expérimentation d'un système innovant de distillation solaire qui utilise l'effet de concentration pour augmenter l'énergie thermique reçue par un distillateur conventionnel.

En réalité, une partie de ce projet s'est reposé sur l'étude des anciens travaux de recherches scientifiques afin d'en tirer les paramètres optimaux de conception. A cet effet, le bassin a été conçu de manière à répondre à de nombreux paramètres bénéfiques tels que la pente optimale du vitrage, la profondeur optimale de l'eau et la capacité thermique élevée de l'absorbeur. Tandis que, la structure d'association a été pensée pour surmonter le défi de garder sur l'horizontalité d niveau d'eau tout en suivant le soleil sur deux axes, ainsi que la fixation continue du point de concentration au même endroit où les processus d'évaporation/condensation se produisent.

Le système innovant proposé a permis de combler un gap au niveau de la littérature. En effet, l'étude expérimentale présentée dans cet article a révélé, pour la première fois, l'effet de la concentration directe et continue sur l'absorbeur d'un distillateur solaire conventionnel réalisant un suivi parfait du soleil tant en élévation qu'en azimut. Des analyses théoriques des mécanismes de transfert de chaleur et de masse à l'intérieur de ce distillateur solaire ont été développées.

Les tests expérimentaux ont été effectués durant plusieurs jours d'été sous les conditions climatiques de la ville de Rabat. Une première étude a été menée pour relever les performances générales de ce distillateur solaire. Néanmoins, le problème de la chaleur élevée du vitrage de condensation s'est déclenché et a constitué une réelle contrainte affectant le rendement du système étudié. Afin de donner plus d'éclairage sur cet aspect, une seconde expérience a été réalisée et plusieurs aspects ont été dévoilés. A la lumière des pertinents résultats de cette dernière étude et dans une perspective de résoudre la problématique précitée, un nouveau bassin permettant l'intégration d'un protocole de refroidissement du vitrage de condensation a été développé et testé. Les résultats expérimentaux du nouveau système ont montré des améliorations très considérables notamment en matière de rendement, de débit et de coût.

Keyword : distillateur solaire, concentrateur, effet de serre, transfert de chaleur, dessalement.

ABSTRACT

Over the years, the problem of water availability has become more acute. The supply of fresh water is becoming an increasingly important issue and is considered one of the most threatening problems in many parts of the world. Water scarcity is not only a problem in regions facing drought or rapid population growth, but also in large parts of the agricultural world, where the large amounts of consumed water are depleting natural water reserves.

Taking into consideration the challenges of climate change and population growth, it is widely accepted today that the implementation of any sustainable development action requires addressing a particular focus on different aspects related to water issues.

Solar distillation is one of the techniques using renewable energies for the desalination and purification of brackish or contaminated water. It is considered a sustainable alternative that can face the pressing need for freshwater, especially for many populations living in arid or agricultural areas.

Several researchers around the world have proposed various types of solar distillation systems. Their proposed distillation units have always been subject to continuous development and improvement as long as the goal is always to obtain a high flow rate, low cost and simple design favoring ease of maintenance as well. For this purpose, the need to implement intelligent solutions and innovative technologies seems to be of paramount importance. Parabolic trough reflectors are one of the most powerful concentration technologies providing access to very high thermal energy. A better combination of these two devices has been the focus of this work, which has involved the design, fabrication and experimentation of an innovative solar distillation system that uses the concentration effect to increase the thermal energy received by a conventional solar still (CSS).

This project is based on the study of previous scientific research in order to derive the optimal design glass inclination, water depth and thermal capacity of the absorber. The supporting structure was designed to overcome the challenge of keeping on water level horizontality while following the sun on two axes, as well as fixing the concentration point at the same place where the evaporation/condensation processes occur.

The proposed innovative system has filled a gap in the literature. Indeed, the experimental study presented in this paper revealed, for the first time, the effect of direct and continuous concentration on the absorber of a conventional solar distiller achieving a perfect tracking of the sun in both elevation and azimuth. Theoretical analyses of the heat and mass transfer of solar distiller have been developed.

The experimental tests were carried out during many summer days under the climatic conditions of the city of Rabat. A first study was conducted to note the general performance of this solar distiller. However, a problem of the high temperature of the condensation glass was triggered and has constituted a real constraint affecting the performance of the studied system. In order to shed more light on this aspect, a second experiment was performed and several aspects were revealed. In light of the relevant results of this last study and to solve the aforementioned problem, a new basin allowing the integration of a cooling protocol for the condensation glass was developed and tested. The experimental results of the new system have shown considerable improvements in terms of performance, flow rate and cost.