

Simulation numérique des besoins énergétiques d'une serre agricole sous le climat de Marrakech – Maroc

F. Berroug ¹, E.K. Lakhali ¹, M. El Omari ¹ et H. El Qarnia ²

¹ Laboratoire d'Automatique de l'Environnement et Procédés de Transfert,

² Laboratoire de Mécanique des Fluides et Énergétiques,
Département de Physique, Faculté des Sciences Semlalia,
Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc

Résumé – Dans ce travail, on présente un modèle du bilan énergétique d'une serre agricole basé sur un ensemble d'équations théoriques intégrant les processus d'échanges thermiques entre les différentes composantes de la serre en tenant compte du couvert végétal. Le modèle ainsi développé prend en considération les conditions météorologiques instantanées du lieu de plantation de la serre (température, humidité, radiations solaires, vitesse du vent). Le système d'équations non linéaires obtenu est résolu par la méthode itérative de Newton-Raphson. Elle permet de prédire les paramètres climatiques suivants: la température de la plante, l'humidité et la température de l'air intérieur de la serre et les flux de chaleur sensible et latente des plantes. Pour une température de consigne exigée par la plante et dans le but d'estimer instantanément les besoins énergétiques de la serre (chauffage/refroidissement), le modèle a été inversé numériquement. Afin d'obtenir une évaluation des besoins en chauffage des serres à l'échelle régionale de Marrakech, pour une base de temps adéquate (période hivernale), une simulation dynamique a été conduite pour mieux gérer les apports énergétiques et les calendriers culturels de la zone. Dans le cadre de ce travail, une quantification des différentes composantes des pertes thermiques à travers la structure d'une serre en plastique pour un débit d'énergie de chauffage donné a été réalisée. Pour minimiser les dépenses énergétiques, des mesures doivent être prises comme l'utilisation d'une double couverture en plastique, l'amélioration de l'étanchéité de la serre et l'installation d'un système de stockage d'énergie diurne pour une éventuelle restitution nocturne.

Abstract – In this work, we introduce a model of the energy balance sheet of an agrarian conservatory based on a group of theoretical equations inserting the processes of thermal exchanges between the different elements of the conservatory by taking into account plant place setting. Such a developed model takes into consideration, the instantaneous meteorological conditions of the conservatory place (temperature, humidity, solar expulsions, and speed of the wind). A system of no linear equations is obtained and solved by the iterative method of Newton-Raphson. This model can predict says following climatic parameters as the temperature of the plant, the temperature and the humidity of the internal air of the conservatory and the fluxes of sensitive and latent heat of plants. For a desired temperature of baggage room demanded by the plant and with the intention of estimating instantly the energy needs of the conservatory (heating / cooling), the model was numerically reversed. With the intention of acquiring a valuation of needs in heating of conservatories on a regional scale from Marrakech for an appropriate foundation of time (winter period), a dynamic simulation was accomplished to manage better energy provisions and cultural calendars of the zone. As part of this work, a quantification of the different elements of thermal losses across the structure of a plastic conservatory for a debit side of energy of given heating has been driven. To minimize energy expenses, measures must be taken as the use of a double plastic coverage, the improvement of the waterproof quality of the conservatory and the installation of a system for the stocking of daytime energy for a possible nocturnal restitution.

Mots clés: Serre agricole - Equilibre énergétique - Besoins énergétiques - Pertes thermiques - Energie de chauffage.