



**HAL**  
open science

# Étude numérique de structures 3D pour la production d'eau purifiée par évaporation solaire : Une approche innovante et durable

R. Fillet, V. Nicolas, A. Celzard, V. Fierro

## ► To cite this version:

R. Fillet, V. Nicolas, A. Celzard, V. Fierro. Étude numérique de structures 3D pour la production d'eau purifiée par évaporation solaire : Une approche innovante et durable. 5èmes Journées Annuelles du GDR TAMARYS, Jun 2023, Nancy (France), France. pp.683 - 718. hal-04376276

**HAL Id: hal-04376276**

**<https://hal.science/hal-04376276>**

Submitted on 6 Jan 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Étude numérique de structures 3D pour la production d'eau purifiée par évaporation solaire : Une approche innovante et durable

R. Fillet<sup>1</sup>, V. Nicolas<sup>\*1</sup>, A. Celzard<sup>1,2</sup>, V. Fierro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Lorraine, CNRS, IJL, F-88000 Epinal, France

<sup>2</sup>Institut Universitaire de France (IUF)

\*(auteur correspondant : [vincent.nicolas@univ-lorraine.fr](mailto:vincent.nicolas@univ-lorraine.fr))

En raison du réchauffement climatique, de la croissance de la population et de la pollution, l'approvisionnement en eau devient un enjeu important, urgent et local. D'ici 2050, il est probable que 3,9 milliards de personnes, soit plus de 40 % de la population mondiale, vivront dans des bassins hydrographiques soumis à un stress hydrique élevé [1]. En France, la situation hydrique se détériore également avec des effets de plus en plus perceptibles tels que les sécheresses précoces et les incendies. Le début de l'année 2023 a été marqué par une sécheresse hivernale de 32 jours sans précipitations. Un autre exemple est la diminution prévue de 10 % à 40 % des débits moyens annuels des cours d'eau en métropole d'ici 2050 [2,3]. Une des mesures importantes du plan "eau" proposé par le gouvernement en mars 2023 concerne la valorisation des eaux non conventionnelles, telles que les eaux usées et les eaux grises.

Une méthode de purification de l'eau est l'évaporation solaire, qui utilise l'énergie du rayonnement solaire pour vaporiser l'eau, puis la condenser et la récupérer pour la consommation humaine. Le système implique la mise en place d'un matériau à la surface de l'eau afin d'accélérer l'évaporation. Ce matériau doit être capable de capturer efficacement le rayonnement solaire tout en permettant la diffusion de l'eau vers la surface d'évaporation. De plus, le matériau doit limiter les transferts thermiques vers l'eau liquide afin de maintenir l'énergie à la surface. Pour répondre à ce critère, une mousse isolante est utilisée et associée à du coton pour diffuser l'eau jusqu'à la surface où repose une structure 3D. Plusieurs structures 3D ont été conçues, puis imprimées en 3D par stéréolithographie laser (SLA). Ces structures présentant des perforations géométriques sont ensuite recouvertes de charbon actif commercial pour former des évaporateurs 3D. Afin de mesurer l'impact du flux d'air observé lors de l'expérimentation, un modèle 3D tenant compte de l'écoulement de l'air, de la température, de l'humidité et du rayonnement solaire a été créé à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics. Cinq matériaux différents ont été testés et modélisés, y compris un disque plat recouvert de charbon actif en tant que référence 2D, ainsi que quatre structures concaves, à savoir un cône inversé, une sphère et un paraboloïde de révolution, avec ou sans perforations. L'évaporation a été la plus importante sur la structure paraboloïde avec perforations, atteignant  $1,91 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$  sous une illumination de  $1 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ . Il a également été constaté que l'évaporation dépend fortement de la surface d'échange. Enfin, le coefficient thermique à la surface de la structure 3D a été évalué afin d'étudier les différences entre les géométries.

[1] C. Chen, Y. Kuang, L. Hu, Challenges and Opportunities for Solar Evaporation, *Joule*. 3 (2019) 683–718. <https://doi.org/10.1016/j.joule.2018.12.023>.

[2] Plan d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau, (2023). <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-action-gestion-resiliente-et-concertee-eau> (accessed May 16, 2023).

[3] BRGM, Explore 2070, (2012). <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/44> (accessed May 16, 2023).



5<sup>èmes</sup> Journées Annuelles du GDR TAMARYS  
Nancy (France), 26-28/06/23

Catégorie : **oral** ou poster (surlignez en jaune votre choix).