

INFLUENCE DE LA VITESSE DE CHARGE ET DE DÉCHARGE SUR LES PERFORMANCES D'UN SYSTÈME DE STOCKAGE THERMIQUE SENSIBLE DE TYPE RÉGÉNÉRATIF SOLIDE/FLUIDE

Thibaut **ESENCE** ^a, Arnaud **BRUCH** ^a, Jean-François **FOURMIGUÉ** ^a, Benoit **STUTZ** ^b

^a Laboratoire de Stockage Thermique, CEA, Grenoble

^b LOCIE, Université de Savoie, Le Bourget du Lac

Contact e-mail : thibaut.esence@cea.fr

RÉSUMÉ

Une installation pilote de régénérateur huile/roche a été conçue et qualifiée afin de caractériser le fonctionnement d'un stockage thermique sensible de type thermocline dual destiné à des applications en centrale solaire à concentration. Le système de stockage consiste en un réservoir de 3 m de haut et de 1 m de diamètre rempli d'un mélange de roche et de sable, et parcouru par une huile thermique servant de fluide caloporteur (cf. Fig. 1). Le système a été finement caractérisé grâce à plus de 250 thermocouples placés dans le lit de sable et à l'intérieur même des roches. Des essais en cyclage, fondés sur la répétition successive de charges et de décharges dans des conditions de pilotage identiques ont été étudiés. Le cyclage conduit à un comportement établi différent de celui observé en charge/décharge simple. Chaque cycle charge/décharge peut être caractérisé à travers le taux d'utilisation, qui représente l'énergie effectivement stockée en charge et restituée à la décharge suivante, rapportée à la capacité théorique maximale du stockage (représentées respectivement par l'aire hachurée et l'aire grisée en Fig. 2). En cyclage, le taux d'utilisation tend au fur et à mesure des cycles vers une valeur constante qui caractérise le régime établi. L'influence du débit de charge et de décharge sur une large gamme (vitesse interstitielle du fluide en entrée de réservoir de 0,5 à 4,0 mm/s) a été étudiée pour trois conditions de fin de cycle. La condition de fin de cycle est définie par la portion du gradient thermique (appelé thermocline) extraite à chaque fin de charge et fin de décharge (illustrée par ΔT en Fig.2). Les résultats montrent que le débit de charge/décharge (et donc la vitesse du fluide) n'a pas la même influence sur le taux d'utilisation du stockage selon la condition de fin de cycle adoptée. Lorsque la thermocline est largement extraite du réservoir au moins en fin de charge, l'augmentation du débit conduit à l'augmentation du taux d'utilisation du fait de la réduction du temps de séjour et donc des pertes thermiques subies par le fluide caloporteur. En revanche, lorsque la thermocline est moyennement à faiblement extraite à la fois en fin de charge et en fin de décharge, l'influence du débit se caractérise par une chute de taux d'utilisation à relativement faible et haute vitesses (cf. Fig. 3). À faible vitesse, la chute du taux d'utilisation est due aux pertes thermiques liées au temps de séjour. À haute vitesse, les premières analyses montrent que la chute du taux d'utilisation est due à la dé-stratification partielle du stockage, c'est-à-dire à l'épaississement de la thermocline. Deux phénomènes principaux à l'origine de cette dé-stratification ont été identifiés : premièrement, la réduction de l'énergie échangée entre le fluide et le solide par unité de distance parcourue par le fluide à l'intérieur du réservoir ; secondement, les limites de l'installation expérimentale qui, à haut débit, conduisent à injecter non pas un échelon mais une rampe de température en entrée du réservoir. La part relative de ces deux phénomènes est en cours d'étude notamment grâce à des simulations numériques.



Fig. 1 – Réservoir de stockage avant isolation.

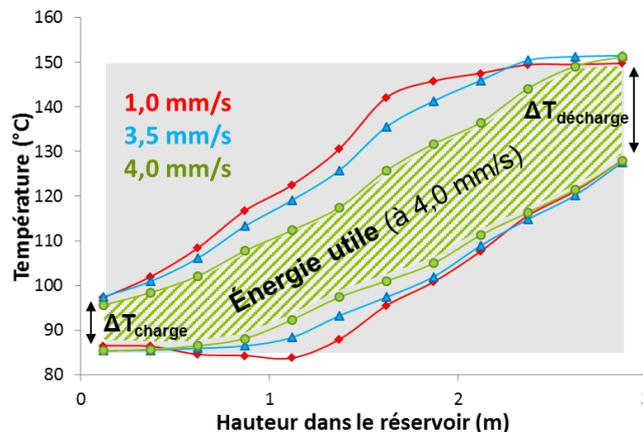


Fig. 2 – Profils de température en fin de charge et en fin de décharge lors du régime établi pour plusieurs vitesses de charge/décharge (faible extraction de la thermocline).

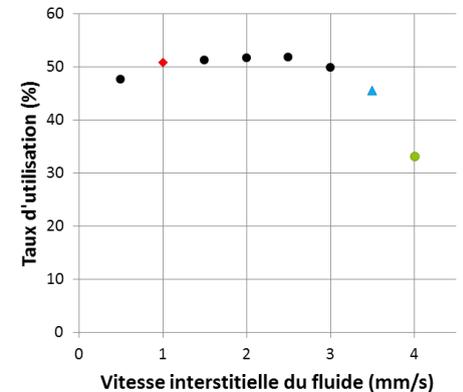


Fig. 3 – Évolution du taux d'utilisation en régime établi en fonction de la vitesse de charge/décharge (faible extraction de la thermocline).