



2016

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

28 au 30 juin 2016 Campus université Perpignan

ESTIMATION DE L'ÉTAT DE CHARGE D'UN STOCKAGE DE CHALEUR LATENTE

Abdelhalim BENBERRAH^a, Olivier FARGES^a, Sandrine PINCEMIN^b, Régis Olivès^c, Jean-Jacques BEZIAN^a

^aRAPSODEE, Ecole des Mines d'Albi

^bIES / EPF, Montpellier

^cPROMES, UPVD, Perpignan

Contact e-mail : abenberr@mines-albi.fr

RÉSUMÉ

Les technologies de captation et de conversion du rayonnement solaire en énergie utilisable par l'activité humaine ont connu d'importants développements au cours du siècle écoulé, qui restent contrecarrés par la nature intermittente de la ressource. De nombreux avantages liés à l'incorporation d'un stockage thermique dans une centrale électro-solaire ont été démontrés, parmi lesquels la réduction du coût de l'énergie produite (Levelized cost of electricity LCOE) et l'augmentation du taux de disponibilité de la centrale. Il a aussi été démontré que combiner du stockage thermique sensible (différence de température) et latent (changement de phases isotherme, en l'occurrence solide/liquide) dans les différents étages du processus d'évaporation (préchauffage, évaporation, surchauffe) permettait d'échanger la chaleur à de faibles différences de température, augmentant ainsi l'efficacité exégétique du cycle thermodynamique de la centrale. Le stockage de chaleur sous forme latente se caractérise aussi par une densité énergétique plus élevée, permettant de réduire la quantité de matériaux nécessaires.

Le défi que pose la mise en place de stockage de chaleur latente est que le matériaux à changement de phases (PCM) reste à température constante pendant qu'il fond, rendant impossible la connaissance de l'état de charge du stockage par des mesures de température. Il est par contre remarquable que la partie fondue correspond à la partie chargée du stockage. Quantifier les fractions solides et liquides permet donc de quantifier l'énergie stockée. Un travail de master ayant abouti à cette thèse a déjà démontré un comportement différents des phases solides et liquides vis à vis de la propagation de la lumière visible. L'une atténue sensiblement la lumière qui la traverse là ou l'autre est quasiment transparente. Ceci s'explique par des changements d'indices optiques (indice de réfraction) et radiatifs (coefficient d'absorption, diffusion, fonction de phases de diffusion) lors du changement d'état.

Une première phase exploratoire de ce travail de thèse consiste en l'identification de fenêtres de semi-transparence de ces PCM aux rayonnement électromagnétiques, au delà du spectre du visible (proche, moyen et lointain Infra-Rouge). Le but est de pouvoir mesurer l'atténuation du rayonnement traversant le PCM et de distinguer la mesure prise à l'état solide de celle à l'état liquide. Mais aussi, potentiellement, de trouver des longueurs d'ondes auxquelles les matériaux servant de contenant aux PCM (béton, plastiques, etc.) sont aussi transparents afin de mettre en place une mesure non intrusive.

Un modèle numérique basé sur la simulation des transferts radiatifs par Méthodes de Monte Carlo est écrit en parallèle, fruit du travail de nombreux chercheurs et doctorants de l'équipe Rayonnement du centre RAPSODEE de l'Ecole des Mines d'Albi et de leurs partenaires. Le modèle prend en entrée les caractéristiques du PCM ainsi que son état, et produit une carte de flux sortant d'un rayonnement traversant le stockage.

Ce modèle est ensuite inversé : à partir des cartes de flux obtenues expérimentalement, et en fonction des paramètres qui caractérisent les PCM, il devient alors possible d'estimer l'état de charge du stockage grâce à la connaissance de la répartition solide/liquide.

Mots Clés : CSP, Stockage Thermique, chaleur latente, état de charge, Monte Carlo, Méthodes Inverses