

2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

QUALIFICATION DE LA CONVECTION DES MODULES PHOTOVOLTAIQUES FLOTTANTS AVEC LEURS ENVIRONNEMENTS

Baptiste AMIOT^{a,b}, Rémi LE BERRE^b, Hervé PABIOU^a, Stéphanie GIROUX—JULIEN^a

^a Université de Lyon, CETHIL UMR CNRS 5008, Villeurbanne, France

^b EDF R&D, Les Renardières, Moret sur Loing, France

Contact e-mail :

baptiste.amiot@edf.fr

RÉSUMÉ

La collecte solaire dépend de la capacité du module photovoltaïque à dissiper la chaleur absorbée avec son environnement. Dans le cas des centrales solaires flottantes, les premières études ont établi que les gains de production dus aux phénomènes convectifs sont plus importants au-dessus des lacs et des étangs comparativement à une centrale au sol. Cependant, les modes de transferts convectifs (naturels, forcés) sont difficiles à appréhender, et le formalisme adopté pour le quantifier (U-values) est trop imprécis pour permettre de conjecturer sur le poids de chaque type de transfert thermique dans la déperdition de chaleur constatée.

Dans ces recherches, une méthode numérique permettant de qualifier et quantifier les gains liés à la convection autour des modules photovoltaïques flottants est présentée. Celle-ci est construite en deux étapes et repose sur la différenciation des dissipations thermiques à l'échelle du système. Dans un premier temps les effets convectifs sont dissociés des effets radiatifs, puis dans un second temps les deux modes de convections (naturelle, forcée) sont séparés. Prenant appui sur un prototype instrumenté, une étude statistique sur un jeu de données est ensuite menée. Les corrélations qui décrivent les modes convectifs sont finalement discutées à la lueur de la comparaison modèle/expérience.

Nos travaux montrent notamment que les cellules solaires bénéficient d'une convection forcée majorée de 5 à 20% dans une situation de photovoltaïque flottant. Ces gains sont aussi le résultat d'un système de flottaison ouvert qui permet au vent de souffler sur la face avant et sur la face arrière des modules. En particulier, la déperdition thermique est fortement majorée lorsque le mode de transfert convectif naturel (en face arrière) prédomine. Ces résultats pourraient permettre d'optimiser la géométrie des systèmes de flottaison et en conséquence la production d'électricité de la centrale.

Mots Clés : *Photovoltaïque flottant, Convection forcée, Convection naturelle, Modèle unidimensionnel*

Thèmes (choisissez au plus 2 thèmes parmi): Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion

Statut (gardez la mention utile): PhD



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

ETUDE EXPERIMENTALE DE L'IMPACT DE L'IMPLEMENTATION D'UN NOUVEAU GENERATEUR COMBINE SUR LES PERFORMANCES D'UNE MACHINE A ABSORPTION NH₃-H₂O POUR LE RAFRAICHISSEMENT SOLAIRE

M. Wirtz¹, B. Stutz^{2*}, H.T. Phan¹, F. Boudéhenn¹

*Corresponding author, e-mail: benoit.stutz@univ-smb.fr

¹ Univ. Grenoble Alpes, CEA, LITEN, DTBH, F-38000 Grenoble, France

² LOCIE, Univ. Savoie Mont Blanc, F-73376 Le-Bourget-du-Lac, France

RÉSUMÉ

La nécessité de répondre à la demande de production de froid croissante, ainsi que de privilégier la valorisation des énergies renouvelable ou de la chaleur fatale comptent parmi les nombreux enjeux de la transition énergétique. Les machines à absorption permettent de répondre à ces deux problématiques, en produisant du froid pour l'industrie ou la climatisation des bâtiments, en valorisant des sources de chaleur abondantes et à faibles coûts, telles que l'énergie solaire. Parmi les fluides de travail existants, le couple NH₃-H₂O présente des propriétés physiques intéressantes, en plus d'avoir un très faible impact environnemental. L'une des contraintes pour de meilleures performances d'une machine à absorption NH₃-H₂O est la pureté de la vapeur générée, qui doit être élevée. Or, le faible écart de volatilité entre l'ammoniac et l'eau induit la présence de traces d'eau dans la vapeur d'ammoniac en sortie des générateurs.

Le travail mené dans cette étude présente l'impact de l'implémentation d'un nouveau générateur combiné, associant la génération et la purification de la vapeur d'ammoniac dans un même composant, sur les performances d'une machine à absorption NH₃-H₂O conçue pour le rafraîchissement d'ambiance.

Tout d'abord, le nouveau générateur combiné est conçu, sous forme d'un échangeur à plaques et films tombants. En partie basse, le mélange eau-ammoniac est chauffé, générant de la vapeur, qui remonte à contre-courant le long des films tombants vers la partie haute, adiabatique, où une réabsorption partielle de cette vapeur la purifie. La zone adiabatique en haut du générateur combiné est composée d'un système de distribution de la solution et de rectification de la vapeur.

Ensuite, ce générateur combiné est implanté dans une machine à absorption NH₃-H₂O simple effet, d'une capacité de 5 kW froid. Des études paramétriques sont menées sur les conditions opératoires de la machine, en fixant tous les paramètres d'entrée du système au point nominal, et en faisant varier un seul paramètre à la fois. On détermine ensuite les plages de température de source chaude, de débit de solution et de débit de fluide caloporteur, permettant d'observer un optimum de fonctionnement de la machine en termes de coefficient de performance et de production de froid.

Un refroidisseur est implanté en entrée du générateur combiné, permettant de sous-refroidir la solution eau-ammoniac alimentant le générateur. Le sous-refroidissement de la solution induit une production de vapeur de meilleure qualité, mais s'accompagne dans les conditions de fonctionnement de la machine d'une baisse de ses performances énergétiques. Au point nominal, la vapeur générée est suffisamment pure pour que la machine produise du froid à un COP élevé, sans nécessiter le refroidissement de la solution, ni un système de rectification.

Cette étude a donc permis de caractériser le fonctionnement de la machine incluant le nouveau générateur combiné à travers ses conditions opératoires, puis, de définir les optimums de fonctionnement du générateur combiné, et finalement d'établir ses limites de fonctionnement.

Mots-clés : Machine à absorption NH₃-H₂O ; générateur combiné ; étude expérimentale

2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021

Odeillo

UN CALCUL PRÉCIS DU RAYONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE PAR LA MÉTHODE DE MONTE-CARLO POUR LE DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS SOLAIRES.

Yaniss **NYFFENEGGER-PÉRÉ**^a, Stéphane **BLANCO**^b, Richard **FOURNIER**^c, Mouna **EI Hafid**^d

^{a,b,c} *laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie (LAPLACE), UMR 5213 CNRS, Université Toulouse III, France*

^d *laboratoire RAPSODEE, UMR CNRS 5302, Mines Albi, Campus Jarlard, 81013 Albi CT Cedex 09, France*

Contact e-mail : yaniss.nyffenegger-pere@laplace.univ-tlse.fr

RÉSUMÉ

Dans le contexte de la transition énergétique, les modélisations couplant la dimension énergétique au sol et la météorologie locale sont aujourd'hui au centre de très nombreuses études. La météorologie impacte le flux solaire incident (dimensionnement des centrales solaires à concentration en fonction de la météorologie [2,5,6], stratégie de commande en fonction des prédictions de son évolution), mais aussi le rayonnement infrarouge qui peut avoir un impact sur l'installation soit directement, via les transferts thermiques au sein de l'installation, typiquement la thermique de la ville (rendement d'un panneau photovoltaïque fonction de sa température), soit indirectement via la micro-météorologie résultant du couplage entre l'installation et l'atmosphère localement (stabilité atmosphérique, brouillard, îlot de chaleur). De nombreux outils ont été développés par les différentes communautés concernées pour permettre la quantification des transferts radiatifs dans ces contextes, et les précisions affichées sont pleinement satisfaisantes. Mais ils ont tous été pensés dans un cadre applicatif donné sur la base de fortes simplifications de la physique des transferts radiatifs au sein de l'atmosphère, notamment de la dépendance fréquentielle de l'absorption gazeuse.

La multiplication actuelle des études et leur diversification impose de repenser à chaque fois la question de la validité de ces approximations radiatives, ce qui est une contrainte lourde dans un contexte d'ingénierie énergétique. Nous explorons ici la possibilité de contourner ses approximations grâce à des évolutions récentes de la gestion des non-linéarités par la méthode de Monte Carlo [1,3]. Nous verrons que chaque approximation radiative (modèles de bande, k-distribution) vise à contourner la non-linéarité de la loi d'extinction exponentielle de Beer et nous montrerons comment une utilisation de la méthode des collisions nulles combinée à de l'apprentissage machine permet d'employer directement les modèles raies par raies qui englobent toute la physique des transitions énergétiques dans les gaz moléculaires aux fréquences visibles et infrarouges [4]. On part alors directement des données spectroscopiques de référence disponibles au sein des banques de données spectroscopiques telles que HITRAN et GEISA. Il s'agit donc d'essayer de supprimer systématiquement toutes les sources d'incertitudes liées à des couches de modélisation supplémentaires et garantir une quantification en accord exact avec les données spectroscopiques.

[1] Dauchet, Jérémie, et al. « Addressing Nonlinearities in Monte Carlo ». *Scientific Reports*, vol. 8, n° 1, décembre 2018, p. 13302.

[2] Delatorre, J., et al. « Monte Carlo Advances and Concentrated Solar Applications ». *Solar Energy*, vol. 103, mai 2014, p. 653-81.

[3] El Hafi, Mouna, et al. « Three Viewpoints on Null-Collision Monte Carlo Algorithms ». *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, vol. 260, février 2021, p. 107402.

[4] Galtier, Mathieu, et al. « Radiative Transfer and Spectroscopic Databases: A Line-Sampling Monte Carlo Approach ». *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, vol. 172, mars 2016, p. 83-97.

[5] Moulana, Mustapha, et al. *First results to evaluate losses and gains in solar radiation collected by solar tower plants*. 2019, p. 190012.

[6] Ramon, Didier, et al. « Modeling Polarized Radiative Transfer in the Ocean-Atmosphere System with the GPU-Accelerated SMART-G Monte Carlo Code ». *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, vol. 222-223, janvier 2019, p. 89-107.

Mots Clés : *Transfert radiatif atmosphérique, Absorption gazeuse, Méthode de Monte-Carlo*

Thèmes: Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion

Statut : PhD



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021

Odeillo

PREVISION INFRA-HORAIRE DE L'ECLAIREMENT GLOBAL HORIZONTAL

Julien **NOU**^a, Hanany **TOLBA**^a, Jean-Baptiste **BEYSSAC**^b, Stéphane **GRIEU**^a

^a Laboratoire PROMES-CNRS, rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan

^b Solar Energy System Analytics, rambla de la thermodynamique, Tecnosud, 66100 Perpignan

Contact e-mail :

jeanbaptiste.beyssac@sesa-analytics.com ; stephane.grieu@promes.cnrs.fr

RÉSUMÉ

SESA (pour Solar Energy System Analytics), une start-up qui valorise les activités de recherche du laboratoire PROMES-CNRS en lien avec la gestion (le pilotage) des systèmes ayant trait à l'énergie solaire, propose des solutions matérielles et logicielles pour la prévision multi-horizon de la ressource solaire et de la production électrique des installations et des centrales solaires photovoltaïques. SESA a pour objectif de répondre aux besoins en matière de prévision des exploitants de centrales solaires, des gestionnaires de réseaux électriques de distribution et des responsables d'équilibre.

Les solutions proposées, à la pointe de l'état de l'art, sont fondées sur des mesures distribuées de l'éclairement global horizontal (ou GHI, pour *Global Horizontal Irradiance*) ou de l'éclairement global incliné (ou GTI, pour *Global Tilted Irradiance*) et/ou d'images du ciel à haute dynamique obtenues grâce à une caméra à grand angle de champ (ou *sky imager*). Ces images renseignent sur la présence de perturbations atmosphériques et sur l'influence de ces perturbations sur la ressource solaire disponible au sol. Les outils de l'apprentissage automatique/profond sont mis à profit.

Est ici présenté un modèle hybride pour la prévision infra-horaire du GHI, combinant modèle de connaissance pour les situations dites « ciel clair » (exploitant des mesures du GHI fournies par un pyranomètre) et modèle fondé sur l'apprentissage automatique (exploitant des images du ciel obtenues grâce à un *sky imager*) pour les autres situations (ciel partiellement ou entièrement couvert).

Mots Clés : ressource solaire, éclairement global horizontal, prévision, solaire photovoltaïque

Thèmes (choisissez au plus 2 thèmes parmi) : optimisation de la collecte et stratégie de conversion, gestion de l'intermittence et stockage.

Statut (gardez la mention utile) : enseignant-chercheur



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

ETUDE D'UNE MACHINE A ABSORPTION DE PRODUCTION COMBINÉE DE FROID ET D'ÉLECTRICITÉ

Nolwenn **Le Pierrès**^a, Simone **BRACCIO**^{a,b}, Hai Trieu **PHAN**^b, Nicolas **TAUVERON**^b

^aLaboratoire LOCIE, Université Savoie Mont Blanc CNRS UMR 5271, 73376 Le Bourget Du Lac, France

^bUniv. Grenoble Alpes, CEA, LITEN, DTCH. F-38000 Grenoble, France

Contact e-mail :

nolwenn.le-pierres@univ-smb.fr ; simone.braccio@univ-smb.fr

RÉSUMÉ :

Dans le contexte actuel d'augmentation croissante de la demande mondiale d'énergie, les systèmes à absorption, jusqu'ici des technologies relativement de niches, se prêtent bien à la valorisation d'énergie à basse température pour la production de froid et de travail mécanique.

Le présent travail se concentre sur l'étude et le développement d'un système de valorisation de la chaleur pour la production combinée de froid et d'électricité. L'étude s'appuie en partie sur un pilote expérimental fonctionnant avec le couple NH₃-H₂O pour produire 5 kW de froid et 1 kW d'électricité. La plage de température visée pour la source chaude, 80-150 °C permet de cibler la ressource solaire thermique non ou faiblement concentrée.

Dans une étude précédente, la modélisation thermodynamique du cycle réalisée a permis la définition d'une architecture en parallèle : la vapeur d'ammoniac en sortie du générateur peut être utilisée pour alimenter une turbine pour produire l'électricité et/ou être conduite vers un évaporateur pour la production de froid.

De gros défis techniques sont liés à la production d'électricité avec la turbine, notamment le faible débit massique, l'importance des pertes liées aux fuites et le milieu corrosif. Par conséquent, une turbine supersonique à action à admission partielle (avec un distributeur composé par un seul injecteur) a été retenue permettant d'éviter des vitesses de rotation trop élevées ou des dimensions trop petites. En outre le fait que dans ce type de turbomachine toute la détente a lieu dans le distributeur devrait limiter l'influence des fuites et garantir un bon niveau de production de travail.

Un modèle 1D compressible (avec loi de gaz réel) du turbo-expandeur axial a été développé et l'influence des conditions d'entrée du fluide détendu sur ses performances énergétiques et sur le débit traité par celui-ci a tout d'abord été étudiée. Ensuite, le comportement de l'organe de détente intégré dans le cycle global a été étudié pour évaluer ses performances et limites d'utilisation.

Cette étude apporte de premières informations sur l'intégration de ce type d'expandeur dans un cycle thermodynamique combiné tritherme à absorption eau/ammoniac, dans l'attente de résultats expérimentaux du pilote.

Mots Clés : Cycle combiné ; Absorption; eau/ ammoniac, expandeur; Froid; Cycle de puissance ;

Thèmes : Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion, Concentration et Solaire thermodynamique

Statut : Enseignant Chercheur et PhD



Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021

Odeillo

OPTIMISATION DE CENTRALES SOLAIRES À CONCENTRATION: CALCUL DE SENSIBILITÉ PAR MONTE CARLO ET COUPLAGE AVEC UN ALGORITHME À DESCENTE DE GRADIENT

Zili HE^a, Jean-jacques BEZIAN^a, Mouna ELHAFI^a, Oliver Farge^b, Paule Lapeyre^c Simon EIBNER^a

^a laboratoire RAPSODEE, UMR CNRS 5302, IMT Mines Albi, Campus Jarlard, 81013 Albi CT Cedex 09, France

^b Université de Lorraine, LEMTA, UMR 7563, Vandoeuvre-lès-Nancy, France

^c PROMES CNRS, Université Perpignan Via Domitia - 7, rue du Four Solaire, 66120 Font Romeu Odeillo, France

Contact e-mail :

zili.he@mines-albi.fr

RÉSUMÉ

Le flux absorbé par le récepteur d'une centrale solaire à concentration est principalement estimé par des algorithmes basés sur les méthodes de Monte Carlo [1]. Ces méthodes permettent de tenir compte de la complexité géométrique des centrales à concentration et d'obtenir le flux absorbé sous la forme d'un intervalle de confiance.

A notre connaissance, l'optimisation de la géométrie des centrales solaires à concentration est effectuée à partir d'algorithmes sans gradient (hauteur de la tour, distance entre les héliostats et le récepteur, surface des héliostats...) [3-6].

Néanmoins, de récents travaux démontrent la possibilité de calculer ce gradient par des méthodes de Monte Carlo [7] ce qui permet de bénéficier des avantages des méthodes d'optimisation avec gradient.

Nous présentons un exemple d'optimisation de la géométrie d'une centrale à concentration avec une méthode de descente de gradient et étudions le comportement de ces deux algorithmes couplés.

Cette méthodologie ouvre des perspectives pour la conception initiale des centrales solaires ou pour leur gestion en temps réel (stratégie de pointage...).

- [1] Wang, Y., Potter, D., Asselineau, C.-A., Corsi, C., Wagner, M., Caliot, C., Piaud, B., Blanco, M., Kim, J.-S., Pye, J., 2020. Verification of optical modelling of sunshape and surface slope error for concentrating solar power systems. *Solar Energy* 195, 461–474.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.11.035>
- [2] Delatorre, J., G. Baud, J. J. Bézian, S. Blanco, C. Caliot, J. F. Cornet, C. Coustet, et al. “Monte Carlo Advances and Concentrated Solar Applications.” *Solar Energy* 103 (May 1, 2014): 653–81.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.02.035>.
- [3] Giannuzzi, Alessandra, Emiliano Diolaiti, Matteo Lombini, Adriano De Rosa, Bruno Marano, Giovanni Bregoli, Giuseppe Cosentino, Italo Foppiani, and Laura Schreiber. “Enhancing the Efficiency of Solar Concentrators by Controlled Optical Aberrations: Method and Photovoltaic Application.” *Applied Energy* 145 (May 1, 2015): 211–22. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.085>.
- [4] Besarati, S.M., Yogi Goswami, D., Stefanakos, E.K., 2014. Optimal heliostat aiming strategy for uniform distribution of heat flux on the receiver of a solar power tower plant. *Energy Conversion and Management* 84, 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.04.030>
- [5] Farges, Olivier. “Conception optimale de centrales solaires à concentration : application aux centrales à tour et aux installations ‘beam down.’” Phdthesis, Ecole des Mines d’Albi-Carmaux, 2014.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01135529>.
- [6] Zeltner, Tizian, Sébastien Speierer, Iliyan Georgiev, and Wenzel Jakob. “Monte Carlo Estimators for Differential Light Transport” 40, no. 4 (n.d.): 16.
- [7] Lapeyre, P., S. Blanco, C. Caliot, J. Dauchet, M. El Hafi, R. Fournier, O. Farges, J. Gautrais, and M. Roger. “Monte-Carlo and Sensitivity Transport Models for Domain Deformation.” *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 251 (August 1, 2020): 107022.
<https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2020.107022>.

Mots Clés : *Energie solaire à concentration, Monte-Carlo, Optimisation*

Thèmes (choisez au plus 2 thèmes parmi): Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion, Concentration et Solaire thermodynamique

Statut (gardez la mention utile): PhD

Résumé à envoyer à l’adresse suivante : jnes2021@univ-smb.fr



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

REVETEMENTS ABSORBEURS SELECTIFS NANOCOMPOSITES MULTICOUCHES W/SICH STABLES A L'AIR DÉPOSÉS PAR PLASMA POUR RÉCEPTEURS DE CENTRALES SOLAIRES À CONCENTRATION

Aissatou **DIOP**^a, Danielle **NGOUE**^{a,b}, Amine **MAHAMMOU**^{a,b}, Babacar **DIALLO**^c, Alex **CARLING PLAZA**^a, Hervé **GLENAT**^a, Sébastien **QUOIZOLA**^{a,b}, Angélique **BOUSQUET**^d, Antoine **GOULLET**^e, Thierry **SAUVAGE**^c, Audrey **SOM-GLAUDE**^a, Eric **TOMASELLA**^c, Laurent **THOMAS**^{a,b}

^a Laboratoire PROMES-CNRS, Perpignan/Odeillo, France, ^b Université Perpignan Via Domitia, France

^c CEMHTI CNRS, Orléans, France, ^d Université Clermont Auvergne, CNRS, ICCF, Clermont-Ferrand, France

^e Institut des Matériaux Jean Rouxel (IMN), Nantes, France

Contact e-mail :

Audrey.Soum-Glaude@promes.cnrs.fr

RÉSUMÉ

L'amélioration des performances des technologies solaires à concentration (CSP), nécessaires à leur déploiement, passe par le développement de composants optiquement sélectifs et innovants. Dans ce cadre, nous élaborons par technologies plasma sous vide des revêtements composites à sélectivité spectrale, c'est-à-dire très absorbants dans le domaine solaire (visible et proche infrarouge) et peu émissifs dans le domaine thermique infrarouge. Ces matériaux doivent présenter plusieurs caractéristiques en conditions d'applications solaires, notamment une résistance à haute température et à l'air et une forte tenue aux contraintes thermomécaniques engendrées par les cyclages thermiques rapides sous flux solaire concentré.

Différentes solutions performantes sont développées au laboratoire PROMES dans le cadre du projet ANR NANOPLAST (2019-2024, nanoplast-project.cnrs.fr) : d'une part, des multibicouches métal-céramique, savoir-faire du laboratoire, et d'autre part des composites métal-céramique. Par rapport aux multibicouches, les nanocomposites sont connus pour être plus résistants à l'oxydation et à la corrosion. Ils permettent en effet de limiter la diffusion de l'oxygène dans le revêtement. Ils présentent de plus, comme les systèmes multibicouches Métal/Céramique, des propriétés mécaniques adaptées à l'application visée (blocage des fissures, résistance à la déformation, etc.).

Les composites sont élaborés de deux manières différentes : (i) à partir de matériaux multicouches recuits. Il s'agit d'empilements associant un métal réfractaire (W) déposé par PVD et une céramique (SiC:H) déposée par PACVD permettant d'améliorer l'absorptance solaire dans le visible (~89%) et de limiter les pertes thermiques (faible émissivité) ; (ii) par élaboration directe d'une matrice de SiC:H avec des inclusions de W, par PVD réactive, avec assistance ou non de sources microondes ECR. Pour mettre en évidence la performance de ces matériaux, le diagnostic des procédés (SEO, diffusion laser), l'élaboration et la caractérisation (MEB, EDS, XPS, RBS, AFM, Ellipsométrie, Réflectométrie) des couches, et leur association dans des empilements performants conçus par simulation optique, sont les différentes étapes réalisées.

D'une part, pour les multicouches, le couplage de mesures SEM/EDS, RBS et réflectométrie sur des multicouches recuites (500°C sous air pendant 96 h) montre une diffusion de W aux interfaces W/SiC:H et une oxydation du silicium à la surface supérieure des empilements (O ~16 %at.) (Figure 1). La formation d'une couche supérieure d'oxyde auto-protectrice à base de silicium, avec un faible indice de réfraction, et la création d'intercouches SiC:H-W complexes, pourraient expliquer l'amélioration observée des performances solaires des multicouches après traitement thermique sous air (absorptance solaire ~92%). D'autre part, l'AFM multimode montre que la réalisation par voie directe de composites par pulvérisation magnétron réactive assistée avec une excitation ECR micro-ondes donne lieu à des matériaux dans lesquels les nanoparticules de métal W sont incorporées de manière homogène dans la matrice SiC:H (Figure 2).

Ces nanocomposites sont proposés pour être insérés dans des empilements en multicouches performants (simulations/mesures expérimentales). Ces deux solutions présentent des compatibilités thermomécaniques avec les applications CSP.

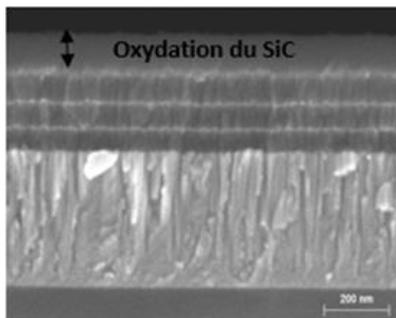


Figure 1. Image MEB en tranche de multicouches W/SiCH

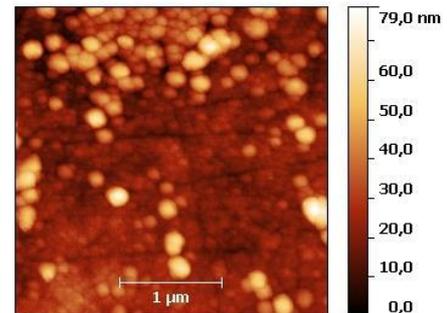


Figure 2. Image AFM en surface d'un nanocomposite W-SiCH

Mots-Clés : CSP, Absorbeurs sélectifs, Nanocomposites, Multicouches

Thèmes : Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion, Concentration et Solaire thermodynamique

Statut (1^{ère} auteure): PhD



2
0
2
1

Journées Nationales sur l'Énergie Solaire

25 au 27 Août 2021
Odeillo

ETUDE D'UNE MACHINE A ABSORPTION MULTI-FONCTION POUR INTEGRATION DE L'ENERGIE SOLAIRE DANS LES RESEAUX DE CHALEUR

Gaétan Chardon^a, Nolwenn Le Pierrès^a, Julien Ramousse^a

^aLaboratoire LOCIE, Université Savoie Mont Blanc CNRS UMR 5271, 73376 Le Bourget Du Lac, France

Contact e-mail :

nolwenn.le-pierres@univ-smb.fr

RÉSUMÉ :

Ce travail étudie l'opportunité d'intégrer des pompes à chaleur à absorption (PàCs) dans les sous-stations des réseaux de chauffage (RdC). L'enjeu est de contribuer à une meilleure efficacité énergétique des RdC et d'y permettre une meilleure intégration des énergies renouvelables, en particulier solaire thermique non ou faiblement concentrée. Trois modes de fonctionnement de la PàCs sont proposés pour répondre aux besoins des bâtiments tout au long de l'année à partir de la chaleur du RdC, en :

- augmentant localement la température disponible du RdC pour couvrir les besoins de chaleur à haute température des bâtiments, à partir d'un RdC à basse température par exemple ;
- rafraichissant les bâtiments à partir de la chaleur du RdC, en été par exemple ;
- améliorant le transfert de chaleur entre le RdC et le bâtiment.

Pour comparer les performances atteintes avec plusieurs couples absorbant/réfrigérant, un modèle en régime permanent a été développé pour simuler la PàCs dans des conditions de fonctionnement typiques des sous-stations de RdC, pour les trois modes de fonctionnement considérés. Ce modèle a permis d'identifier le couple NH₃-LiNO₃ comme couple le plus pertinent. Puis, un modèle dynamique a été développé pour simuler le système lors de variations de conditions de fonctionnement.

Un prototype expérimental d'une puissance froid de 3 kW, utilisant le couple NH₃-LiNO₃, a été dimensionné, construit et testé pour valider la faisabilité du concept, quantifier ses performances et valider le modèle numérique. Suite à cette validation, le modèle a été utilisé pour étudier la pertinence de l'utilisation de PàCs en sous-station de RdC pour répondre aux besoins de chaleur et de froid des bâtiments et ainsi améliorer les performances du RdC et favoriser l'intégration de nouvelles sources d'énergie renouvelable à basse température.

Mots Clés : Cycle multi fonction ; machine à Absorption; réseau de chaleur ;

Thèmes : Optimisation de la Collecte et Stratégie de conversion

Statut : Enseignant Chercheur et PhD