

PROPOSITION DE THÈSE 2021

>Réf: Avant-projet de thèse N°ED/03/2021

Titre du projet	Développement et démonstration d'un pilote de microcentrale solaire à concentration avec forte valeur ajoutée locale
Mots clés	Microcentrale solaire à concentration ; Électrification rurale ; Huile végétale ; Stockage thermique ; Industrialisation
Contexte et enjeux	<p>L'accès à l'énergie électrique en Afrique subsaharienne est en moyenne de 23% en milieu rural, où vit pourtant près de 70% de la population. La technologie solaire à concentration (CSP) est considérée comme une des voies futures les plus prometteuses pour une production durable de l'électricité. Contrairement au solaire photovoltaïque, une grande partie des composants de telles centrales peut être fabriquée localement avec de la main d'œuvre locale, ce qui permettrait de jouer sur les coûts de production finale. En outre, cela favoriserait le développement de petites unités industrielles de production locale, la création d'emplois et le renforcement des capacités locales. Cependant, jusqu'à présent, la viabilité économique de centrales CSP n'a été démontrée que pour des centrales de grande puissance (plusieurs MW électriques), ce qui demande de grands investissements.</p> <p>Le Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique (LabEREE) a travaillé sur la conception d'un pilote de microcentrale solaire à concentration avec forte valeur ajoutée locale dénommée « CSP4Africa » [1]. Le concept mise sur la fabrication locale de composants de la centrale à partir de matériaux localement disponibles, en utilisant la main-d'œuvre locale. Le projet est conçu spécialement pour répondre aux questions énergétiques en zone rurale ou péri-urbaine en Afrique subsaharienne. De nombreuses simplifications de la centrale ont été effectuées dans la conception, afin de rendre possible la construction de nombre de ses composants par la main-d'œuvre locale, en utilisant autant que possible les matériaux localement disponibles [1,2]. Le champ solaire est basé sur un modèle d'héliostat pilote et un récepteur solaire qui ont été construits et testés [3]. L'idée de stockage thermique à base de l'huile de <i>Jatropha curcas</i> et de son utilisation a été introduite et testée [4–7]. On peut retenir comme résultats les éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ L'évaluation du potentiel de CSP et le classement des sites en Afrique de l'Ouest vis-à-vis de ce potentiel a été réalisé ; ▪ La conception globale de la centrale avec une forte valeur ajoutée locale a été réalisée ; ▪ La conception, la construction et la mise en place de l'ensemble des composants de la centrale, notamment le récepteur solaire, la tour, la boucle thermique comprenant les réservoirs de stockage, etc. ont été réalisées ; ▪ Des tests préliminaires ont été réalisés en s'appuyant sur une partie du champ solaire qui est fonctionnelle. <p>Dans le cadre du projet LEAP-RE, 2iE a obtenu un financement de l'Union Européenne en vue de l'opérationnalisation effective du champ solaire, le principal défi étant la correction des défauts des héliostats</p>

	<p>pour avoir un champ complètement fonctionnel et ainsi atteindre la puissance thermique nominale.</p> <p>Par ailleurs, dans le cadre de la mise en valeurs des matériaux localement disponibles, l'huile végétale de <i>Jatropha curcas</i> a été identifiée pour son utilisation comme fluide caloporteur et comme fluide de stockage thermique pour la centrale solaire CSP4Africa et plus généralement comme fluide de transfert thermique à haute température. Les différents travaux réalisés par le LabEREE sur l'huile à haute température ont montré que l'huile a un potentiel réel pour son utilisation pour des procédés à haute température [4–7]. Cependant, comme tout fluide caloporteur ou de stockage thermique à haute température, la présence de l'oxygène est un facteur agissant négativement sur sa stabilité thermique. Nous avons identifié le HV205, une autre huile non comestible et localement disponible présentant une plus grande stabilité à l'oxydation selon des études préliminaires. La caractérisation de cette huile pour son utilisation comme fluide caloporteur ou fluide de stockage thermique pour centrale solaire à concentration et, plus généralement, dans les procédés à haute température nécessite un approfondissement de ces études préliminaires.</p>
<p>Objectifs</p>	<p>Le but de cette thèse est la démonstration d'un pilote de microcentrale solaire à concentration avec forte valeur ajoutée locale. La réalisation de cet objectif passe par l'atteinte des objectifs spécifiques suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ rendre opérationnel le champ solaire. Cela inclut le diagnostic et la correction des contreperformances du modèle d'héliostat actuellement utilisé et éventuellement un changement du concept de suivi solaire ▪ étudier les propriétés et réaliser la caractérisation de l'huile végétale HV205, à haute température en vue de comparer ses performances à celles de l'huile de <i>Jatropha curcas</i> et les huiles commerciales actuellement utilisées dans les procédés thermiques à haute température ▪ démontrer le concept global de microcentrale solaire à concentration pour la production d'électricité par la mise en route de la centrale
<p>Références citées</p>	<p>[1] K.E. N'Tsoukpoe, K.Y. Azoumah, E. Ramde, A.K.Y. Fiagbe, P. Neveu, X. Py, M. Gaye, A. Jourdan. Integrated design and construction of a micro central tower power plant. <i>Energy for Sustainable Development</i> 2016;31:1–13. doi:10.1016/j.esd.2015.11.004</p> <p>[2] E.S. Kenda, X. Py, K.E. N'Tsoukpoe, Y. Coulibaly, N. Sadiki. Thermal Energy Storage Materials Made of Natural and Recycled Resources for CSP in West Africa. <i>Waste and Biomass Valorization</i> 2018;9(9):1687–1701. doi:10.1007/s12649-017-9904-2</p> <p>[3] Y.M. Seshie. Modélisation et expérimentation d'une microcentrale solaire à concentration : cas de CSP4Africa. PhD. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 2018]. documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2671.</p> <p>[4] E.S. Kenda, K.E. N'Tsoukpoe, I.W.K. Ouédraogo, Y. Coulibaly, X. Py, F.M.A.W. Ouédraogo. <i>Jatropha curcas</i> crude oil as heat transfer fluid or thermal energy storage material for concentrating solar power plants. <i>Energy for Sustainable Development</i> 2017;40:59–67. doi:10.1016/j.esd.2017.07.003</p> <p>[5] E.S. Kenda Nitedem. Stockage thermique à base d'éco-matériaux locaux pour centrale solaire à concentration : cas du pilote CSP4Africa. Thèse de doctorat. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 2017. https://tel.archives-</p>

	<p>ouvertes.fr/tel-01753832/document</p> <p>[6] A. Gomna, K.E. N'Tsoukpoe, N. Le Pierrès, Y. Coulibaly. Thermal stability of a vegetable oil-based thermal fluid at high temperature. African Journal of Science, Technology, Innovation and Development 2020. doi.org/10.1080/20421338.2020.1732080</p> <p>[7] A. Gomna. Étude de l'huile de jatropha curcas pour son utilisation comme fluide de transfert et de stockage thermique haute température. Thèse de doctorat. Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 2020</p>
Approche et résultats attendus	<p>Les attendus de cette thèse sont listés de façon non chronologique comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ un modèle corrigé d'héliostat pleinement opérationnel pouvant être étendu à l'ensemble du champ solaire est disponible ▪ les propriétés thermophysiques de l'huile végétale HV205 entre 100 °C et 300 °C et des données pertinentes sur la stabilité thermique et chimique du HV205 entre 100 °C et 300 °C de même que sa compatibilité avec le cuivre, l'aluminium, l'acier inoxydable et l'acier galvanisé sont connues ▪ le concept de microcentrale solaire à concentration pour la production de l'électricité développé au LabEREE est démontré à travers des tests de la centrale dans son ensemble
Laboratoire d'accueil	Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique (LabEREE)
Direction et encadrement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N'TSOUKPOE Kokouvi Edem ▪ GOMNA ABOUBAKAR
Date de démarrage	1 ^{er} septembre 2021
Financement	Programme DAAD
Durée	3 ans
Profil du candidat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Master en génie mécanique ou en énergétique ou tout autre diplôme jugé équivalent ▪ Goût de l'expérimentation et encore goût de l'expérimentation : ce travail est basé sur des résultats expérimentaux à collecter par le doctorant ▪ Autonome, dynamique, bon relationnel ▪ Bonne maîtrise de l'anglais indispensable
Pour postuler	<p>Le dossier de candidature doit comprendre :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une lettre de motivation ▪ Un curriculum vitae ▪ Une photocopie du diplôme de Master ou équivalent ▪ Les photocopies des relevés de notes du Master ou équivalent ▪ Le rapport de mémoire de Master <p>Les candidatures se font exclusivement en ligne à l'adresse suivante : http://candidat-2ie-edu.org/</p> <p>Le délai de candidature est fixé au 30 novembre 2020 à 15h00 GMT.</p> <p>Aucun dossier physique ou envoyé par email ne sera recevable.</p> <p>Pour tout renseignement contacter : Igor W. K OUEDRAOGO Tél: (226) 25 49 28 00, Poste 1531 E-mail : igor.ouedraogo@2ie-edu.org</p>