

Mise au point et test d'un banc expérimental destiné à l'identification de fluides à transmission spectrale sélective pour l'amélioration du fonctionnement des cellules photovoltaïques

[Development and test of an experimental bench intended for the identification of fluids with selective spectral transmission for the improvement of photovoltaic cell operations]

Roméo BAMBARA¹, Stanislas SANFO¹⁻², Oumar BAILLOU³, Tizane DAHO¹, and Abdoulaye OUEDRAOGO¹

¹Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (LPCE), Département de Physique, Université Joseph KY-ZERBO, Ouagadougou, Kadiogo, Burkina Faso

²Unité de Formation et de Recherche en Sciences et Technologies, Université Lédéa Bernard OUEDRAOGO, Ouahigouya, Yatenga, Burkina Faso

³Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables (LETRE), Département de Physique, Université Joseph KY-ZERBO, Ouagadougou, Kadiogo, Burkina Faso

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this work is to implement an experimental bench for pre-selecting potential fluids that would have the property of filtering the sun's rays from inappropriate spectral bands for photovoltaic cells. In fact, they are responsible of the overheating and low efficiency. For this purpose, an experimental set-up based on in situ recording is applied. It adopts a comparative process of the effects of fluid layers on the electrical production and operating temperature of photovoltaic solar cells. A total of fifteen (14) fluids were analyzed for their ability to improve ICC current and reduce the operating temperature of PV cells. From this study, it emerged that three of the fluids tested, in particular the combination {vinegar + hydro alcohol}, the combination {sugar water + salt water} and vinegar, resulted in permanently positive increases in the I_{cc} characteristic of around +25%, +26,57% and 5,69% accompanied by a decrease in the operating temperature of the cells of around 30%, 22% and 24%, respectively. Other fluids also had an average positive effect on the I_{cc} current, such as sunflower oil (+1.5%), bleach (+3%) and yellow engine fluid (+3%). On the other hand, these stocks showed fluctuations that could become negative. The main observation is that the spectral splitting action is not constant and varies in real time.

KEYWORDS: implementation, experimental bench, liquid spectral splitting, photovoltaic improvement.

RESUME: Il est connu qu'une baisse de performance des cellules solaires photovoltaïques est attribuable à une augmentation de la température associée aux rayonnements de bandes spectrales non exploitables par ces dernières. Dans ces travaux nous présentons un banc expérimental conçu dans la perspective de procéder à la présélection de fluides dotés des meilleurs potentiels de filtration spectrale des rayons inappropriés pour les cellules photovoltaïques. Dans cette optique, un banc expérimental prévu pour fonctionner in situ a été développé afin de procéder à des analyses comparatives des effets de couches de fluides sur la production électrique et la température d'opération des cellules solaires photovoltaïques. Au total, quinze (14) fluides ont été examinés sur leur capacité à améliorer le courant de court-circuit tout en réduisant la température d'opération des cellules PV. De cette étude, il ressort que trois des fluides testés, notamment l'association {vinaigre+hydro alcool}, l'association {eau sucrée + eau salée} et le vinaigre, ont entraîné des augmentations permanemment positives de la

caractéristique I_{cc} d'environ +25%, +26,57%, et 5,69%, accompagnée d'une baisse du niveau de la température de fonctionnement des cellules d'environ 30%, 22% et 24%, respectivement. D'autres fluides ont également présenté des actions en moyenne positives sur le courant I_{cc} telles que l'huile de tournesol avec +1,5%, l'eau de javel avec +3% et le liquide moteur jaune avec +3%. Par contre, ces actions présentaient des fluctuations pouvant devenir négatives. Une observation particulière est le caractère variable de l'effet induit par les fluides sur les performances des cellules solaires, montrant que les taux de filtration subissent des influences paramétriques qu'il est nécessaire d'établir.

MOTS-CLEFS: implémentation, banc expérimental, fluide sélectif, bande spectrale, optimisation, cellule photovoltaïque.

1 INTRODUCTION

Nous disposons aujourd'hui de ressources en énergie solaire inépuisable et le spectre de l'énergie solaire est constitué de 9 % UV, 48 % VIS et 43 % IR, [1]. Ce rayonnement polychromatique couvre une bande spectrale large aux longueurs d'onde allant de 0,25 μm à 2,5 μm [2]. Dépendamment de la technologie PV considérée, certaines de ces longueurs d'onde sont exploitables dans l'effet photovoltaïque, tandis que d'autres sont nuisibles et occasionnent une baisse de productivité. En effet, pour chaque type de cellules solaires, il existe des domaines de bandes spectrales non exploitables qui ont pour incidence d'activer des processus thermiques. Ces processus thermiques enclenchés conduisent à une augmentation de la température de la cellule et l'entraînent à produire moins qu'elle aurait fait dans des conditions de température plus basses [3], [4]. Quand bien même une longueur d'onde est exploitable, il est prouvé que des phénomènes de recombinaison limitent le taux effectif de conversion en énergie électrique [1].

Ainsi, l'un des moyens envisageables pour optimiser les performances électriques d'une cellule PV, consisteraient à lui faire éviter l'augmentation de sa température de fonctionnement [3], [5], [6] en surplus des conditions naturelles de températures ambiantes généralement élevées des zones sahéliennes.

L'objectif visé par nos travaux est d'identifier des liquides transparents dont le pouvoir naturel de sélection spectrale favoriserait l'absorption des longueurs d'onde nuisibles [7], [8] pour une cellule solaire de type donné. Cette démarche nécessite d'identifier le (s) fluide (s) spécifique (s) [9], [10] dont le comportement sélectif spectral singulier correspondrait au domaine spectral de réponse de la cellule PV singulière considérée [11], [12]. Aussi, l'absence de formules empiriques sur le comportement spectral de toutes les substances liquides transparentes et l'absence de base de données scientifiques complètes sur leur pouvoir de transmission optique en fonction de la longueur d'onde du rayonnement solaire sont des difficultés qu'il nous sera nécessaire de contourner [12], [13].

En solution à cette difficulté, nous développerons un banc expérimental pour constater directement de potentielles influences positives de fluides dans des conditions in situ. Notre approche à l'image des travaux menés par [12], [13] permettra de limiter les candidats à des tests en laboratoire de spectrométrie: réflectivité, transmittivité ou d'absorbance spectrale [14].

Contrairement aux conditions contrôlées adoptées dans les travaux de [12], nous travailleront dans des conditions in situ très variables et imprévisibles. Aussi, nous avons opté pour l'implémentation d'une méthode comparative en temps réels, du fonctionnement de plusieurs cellules du même type sous l'influence de différents fluides. Par cette approche nous décelons le fluide recherché à travers les écarts significatif qu'il apporte au fonctionnement de sa cellule, pour des mesures de longue durée, dans des conditions identiques, réelles et évolutives de rayonnement et de température ambiante.

2 POINTS À VÉRIFIER AVANT LA SOUMISSION

La fig 1 montre le banc expérimental qui a servi à réaliser nos différents tests. Il est composé de 04 bassins cylindriques en plexiglass placés au-dessus de 04 cellules solaires PV. Le fond de chaque bassin est fermé de façon étanche au moyen d'une plaque de verre transparente et d'une colle silicone. Chaque plaque de verre repose sur des cadres rectangulaires creux en polystyrène, qui évitent le contact direct entre le verre et les cellules PV.

L'ensemble repose sur une planche en bois qui a été perforée de trous qui ont servis à faire passer les thermocouples et fils de connexions électriques jusqu'au dos de chaque cellule solaire. Une feuille en polystyrène a été placée aux dos des cellules afin d'éviter leurs contacts directs avec la planche.

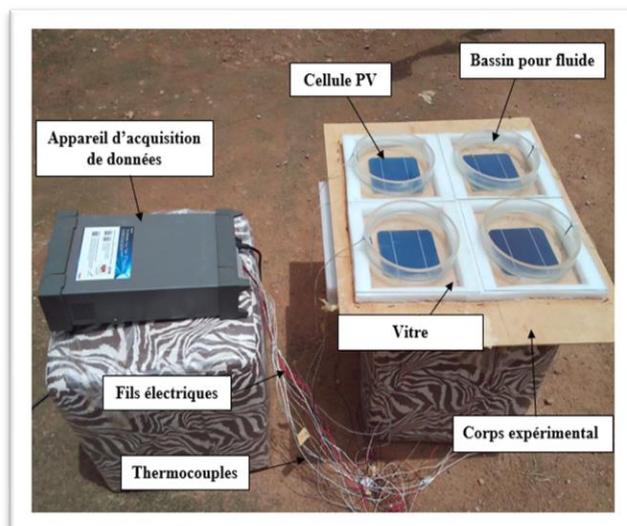


Fig. 1. Photo du banc expérimental

Au total neuf (05) thermocouples ont été placés soit quatre (04) collés aux dos des cellules pour relever leurs températures de fonctionnement et un (01) thermocouple a été disposé à l'air libre pour relever la température ambiante. L'ensemble des thermocouples et les huit 08 bornes électriques des cellules PV ont été connectés sur la carte multiplexeur 2000-Scan 20 channels, elle-même placée dans un data logger Multimètre DMM6500.

Le tableau suivant résume les dimensions des pièces en fonction des matériaux employés pour la fabrication du banc expérimental.

Tableau 1. Les matériaux adoptés et leurs dimensions

Matériaux	Dimensions
Planche de bois	50 x 50 x 2 cm
Polystyrène expansé	100 x 50 x 4 cm
Polystyrène extrudé	40 x 35 x 10 cm
Plexiglass	∅(int) : 18,6 cm ∅(ext) : 20,1 cm Hauteur : 2,9 cm
Verre claire	25 x 21 x 0,4 cm
Feuille cartonnée	29 x 21 x 0,2 cm
Silicone	01 Tube
adhésif double face	01 rouleau 500 x 1,9 cm
Colle thermique	03 baguettes de 13 cm
Etain	01 rouleau

Quatre types de capteurs ont été utilisés pour le banc expérimental. Le tableau 2 présente les détails des différents capteurs utilisés pour nos mesures.

Tableau 2. Caractéristiques des capteurs et conducteurs servant aux mesures

Capteurs	Quantités	Caractéristiques
Cellule polycrystalline PV non encapsulée	04	2,8 W
Résistance shunt	04	50 A, 75 V
Thermocouple Type K	05	∅(ext) : 0,25 cm L : 200 cm
Rouleau de fils conducteurs	02	S: 0,4 mm ²

3 MÉTHODE D'ETUDE

3.1 CONSIDERATIONS ET HYPOTHESES DE L'ETUDE

Notre méthodologie s'appuie sur un certain nombre de considérations et d'hypothèses qui sont que:

- L'eau distillée est un bon fluide de référence pour les comparaisons d'effet de filtration spectrale à travers les mesures de productions électriques et de températures;
- Conformément aux effets escomptés, un fluide possédant un bon potentiel de sélection spectrale conduira simultanément à une hausse du courant de court-circuit et une baisse de la température d'opération de la cellule au-dessus de laquelle il se situe;
- L'influence du verre est assimilable à celui des verres adoptés pour les cellules encapsulées et est la même pour toutes les cellules;
- Le procédé envisagé fourni des résultats stables et répétables.

3.2 PROTOCOL EXPERIMENTAL

3.2.1 ETALONNAGE DES THERMOCOUPLES

Afin de réduire les marges d'erreurs du banc expérimental des équipements de mesure qui la composent ont été soumis à des tests d'étalonnage. En premier lieu, un étalonnage des thermocouples a été réalisé. Ces travaux ont suivi la démarche suivante:

- Un premier thermocouple a été soumis à un étalonnage auprès de l'Agence Burkinabè de la Normalisation (ABNORM, certificat N° 22CET0195) pour des points d'étalonnage compris entre 0°C et 90°C. Ce thermocouple est considéré pour toute la suite comme le thermocouple de référence.
- Le thermocouple de référence a ensuite été considéré comme étalon afin de procéder à l'étalonnage des autres thermocouples dont nous nous sommes servis. Plusieurs thermocouples ont été testés. Suite à ces tests, nous avons retenus les thermocouples qui décrivent les mêmes niveaux de température d'une part et proches du thermocouple étalon d'autre part dans les mêmes conditions d'opération en laboratoire entre 25° et 90°.

3.2.2 ETALONNAGE DES CELLULES SOLAIRES

L'étalonnage des cellules solaires a consisté à constituer des données d'écarts types qui nous servent de Baseline. Pour ce faire, des mesures de courants I_{cc} et de températures de fonctionnement ont été effectuées à vide durant un total de 8h d'exposition au soleil en 4 séances de 2h. Les écarts naturellement préexistant entre les 04 cellules PV ont été déterminés. L'intérêt de de cette manipulation est de relever les écarts maximums de productions électriques attribuables initialement à des différences intrinsèques entre les cellules solaires.

3.2.3 TESTS SUR LES FLUIDES ETUDIÉS

Sept (7) campagnes de tests ont été entreprises avec différents fluides liquides, répertoriés dans le Tableau 3. Chaque campagne de test a duré 02 heures de temps, durant lesquelles les données sont collectées avec un intervalle de temps de 5mn. Pour chacune de ces campagnes, l'un des bassins C1 était constamment réservé à un même fluide témoin tandis qu'un second bassin était constamment laissé à vide C4. L'eau pure a ainsi été utilisée comme fluide témoin réutilisé pour tous les tests en adéquation avec des pratiques mentionnées dans la littérature. Le témoin sert à rendre compte de la stabilité et de la

répétabilité des résultats pour un même fluide d'une campagne de test à l'autre. Le bassin à vide est considéré comme la référence du fonctionnement normal sans les effets qui pourraient être attribuables aux phénomènes de filtration spectrale des rayons solaires. Il reste deux bassins C2 et C3 qui servent à contenir les substances fluides sur lesquelles le test porte.

Tableau 3. Récapitulatifs des fluides testés

Tests	Désignation	Nature
Test N°1	Fluide 1	Eau De Javel
	Fluide 2	Eau de refroidissement moteur
Test N°2	Fluide 3	Eau potable
	Fluide 4	Eau + sucre
Test N°3	Fluide 5	Eau de refroidissement moteur Jaune
	Fluide 6	Solution hydro alcoolique
Test N°4	Fluide 7	Eau de refroidissement moteur vert
	Fluide 8	Eau de refroidissement moteur bleu
Test N°5	Fluide 9	Eau + sel
	Fluide 10	Vinaigre blanc
Test N°6	Fluide 11	Eau + sel + sucre
	Fluide 12	Vinaigre + solution hydroalcoolisée
Test N°7	Fluide 13	Huile de tournesol
	Fluide 14	Huile moteur shell

3.3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Une fonction de correction $\Delta f_{Ref}(T)$ a été établie sur la base des données d'étalonnage fournis par ABNORM de sorte que la température de correction T_{corRef} considérée lors de l'acquisition d'une mesure $T_{0,Ref}$ au moyen du thermocouple de référence soit prise:

$$T_{corRef} = T_{0,Ref} + \Delta f_{Ref}(T = T_{0,Ref}) \quad (1)$$

Grace aux données recueillies pour l'étalonnage des 4 thermocouples sélectionnés, les fonctions d'ajustement $\Delta f_k(T)$, $k = 1..4$ ont été établies de sorte que les températures de correction $T_{cor,k}$ considérées lors d'acquisitions de données de température $T_{0,k}$ au moyen de l'un de ces thermocouples soient prises:

$$T_{cor,k} = T_{0,k} + \Delta f_k(T = T_{0,k}) \quad (2)$$

$\Delta f_k(T)$ est une fonction de correction qui tient également compte de $\Delta f_{Ref}(T)$.

Nous avons procédé au calcul des écarts relatifs en temps réels entre les données relevées pour le bassin de référence (à vide) et les données relevées pour les autres bassins. Les formules qui ont servi à ces calculs sont:

- Moyenne dans le temps de l'écart relatif en courants Icc en %:

$$\frac{1}{T} \int_{t_i}^{t_f} 100 \frac{(I(t) - I_{ref}(t))}{I_{ref}(t)} dt \quad (3)$$

- Minimum dans le temps de l'écart relatif pour les courants Icc en %:

$$Min \left(100 \frac{(I(t) - I_{ref}(t))}{I_{ref}(t)} \right) \quad (4)$$

- Moyenne dans le temps des écarts relatifs de températures en %:

$$\frac{1}{T} \int_{t_i}^{t_f} 100 \frac{(T(t) - T_{ref}(t))}{T_{ref}(t)} dt \tag{5}$$

- Ecart relatif minimum des températures en %:

$$Min \left(100 \frac{(T(t) - T_{ref}(t))}{T_{ref}(t)} \right) \tag{6}$$

L'analyse consiste à s'assurer du caractère permanent de l'influence d'un fluide donné pour chaque grandeur mesurée à travers la comparaison des moyennes, des minimums et maximums de l'écart relatif.

Deux grandeurs doivent être analysées simultanément pour rendre compte de l'effectivité des effets positifs escomptés.

4 RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 RESULTATS DES TESTS D'ETALONNAGE

L'étalonnage du thermocouple de référence par l'ABNORM nous a permis d'établir la fonction de correction suivante en appliquant la méthode des moindres carrés polynomiales:

$$\Delta f_{Ref}(T) = -0,0002T^2 + 0,0393T - 1,0647 \tag{7}$$

L'écart moyen de température le plus élevé enregistré entre les 4 thermocouples retenus et le thermocouple de référence est de 0.26°C.

Le Tableau 4 présente les données du Baseline. Ces données ont été constituées sur la base des écarts minimums, moyens et maximums qui ont subsisté entre les cellules photovoltaïques dans les mêmes conditions de fonctionnement lors du test d'étalonnage destiné aux cellules solaires. On remarque par les niveaux des écarts que les cellules employées présentent des performances électriques et des niveaux de température de fonctionnement pratiquement identiques, dans les mêmes conditions d'exposition sans fluide sélectif. Il est à noter que les écarts les plus élevés tournaient autour de 2,19% pour les températures et de 2,17% pour les productions électriques. Pour la suite, et dans nos analyses nous admettrons que des écarts sensiblement plus élevés que les limites du Baseline pourront être attribuables à l'effet probable de la couche additionnelle de fluide.

Tableau 4. Données du Baseline selon le type de la grandeur de mesurées

	Ecart entre les productions électriques Icc (%)		Ecart entre les températures de fonctionnement (%)	
	Moyennes	Intervalles	Moyennes	Intervalles
C2	-0,37	[-2,14 ; 0,12]	1,36	[0,35 ; 2,15]
C3	-0,37	[-2,12 ; -0,17]	1,38	[-0,39 ; 2,17]
C4	-0,38	[-0,13 ; 2,17]	1,4	[-0,36 ; 2,19]

4.2 RESULTATS DES TESTS SUR LES FLUIDES

4.2.1 INFLUENCES DES FLUIDES SUR LES TEMPÉRATURES DE FONCTIONNEMENT DES CELLULES

La fig 2 présente les taux d'écarts entre les températures de fonctionnement des cellules en présence de fluides et celles en l'absence de fluide (à vide). Les résultats nous montrent des écarts relatifs de valeurs toutes négatives. Il ressort donc que chacun de ces fluides a influencé la composition du rayonnement solaire conduisant à diminution sensible de la température de fonctionnement des cellules PV. Les taux d'abaissement de la température de fonctionnement sont significatifs en comparaison avec les intervalles de confiance établis dans le Baseline.

Ce résultat conforte dans l'idée qu'une action de filtration du rayonnement solaire peut être obtenue au moyen de fluide, de sorte à effectivement abaisser la température de fonctionnement des cellules PV.

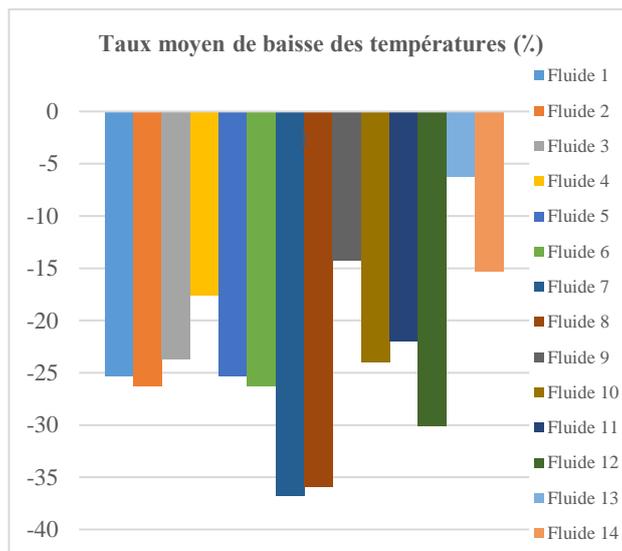


Fig. 2. Moyennes des taux de baisse des températures de fonctionnement des cellules sous l'influence des fluides

4.2.2 INFLUENCES DES FLUIDES SUR LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE DES CELLULES

La Fig 3 présente l'évolution en fonction du temps des écarts relatifs entre les courants de court-circuit avec l'influence de fluides, comparés au cas sans influence, lors d'une campagne de test. On peut constater que la cellule solaire soumise à l'influence du fluide 2 a produit un courant I_{cc} moins élevé d'environ -10% à -40%. Tandis que la cellule solaire soumise à l'influence du fluide 1 a produit un courant légèrement supérieur, jusqu'à +6,32% et quelques rares fois inférieurs de -5,30%.

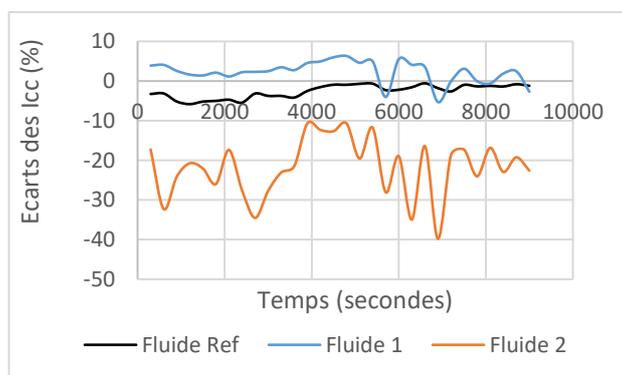


Fig. 3. Écarts enregistrés entre les courants de courts circuits en fonction du temps lors d'une campagne de test

Une observation intéressante que nous pouvons faire est que l'influence du fluide peut ne pas avoir un caractère constant tout au long de la durée du test. Aussi, il pourrait être plus intéressant d'analyser et d'apprécier l'influence des fluides sur la base de comparaisons qui portent les écarts moyens et les écarts minimums sur toute la durée de chaque campagne.

Les figs 4a, et 4b présentent les niveaux des écarts sur le courant I_{cc} enregistrés lors des 7 campagnes de tests. En se référant aux deux diagrammes, on constate que trois (04) fluides donnent des écarts moyens positifs. Il s'agit du fluide 3, fluide 10, fluide 11 et du fluide 12. En effet, pour le cas de ces fluides les productions électriques des cellules PV présentent des améliorations moyennes positives de l'ordre de +5,69%, +3,29%, +25%, +26,57%, respectivement.

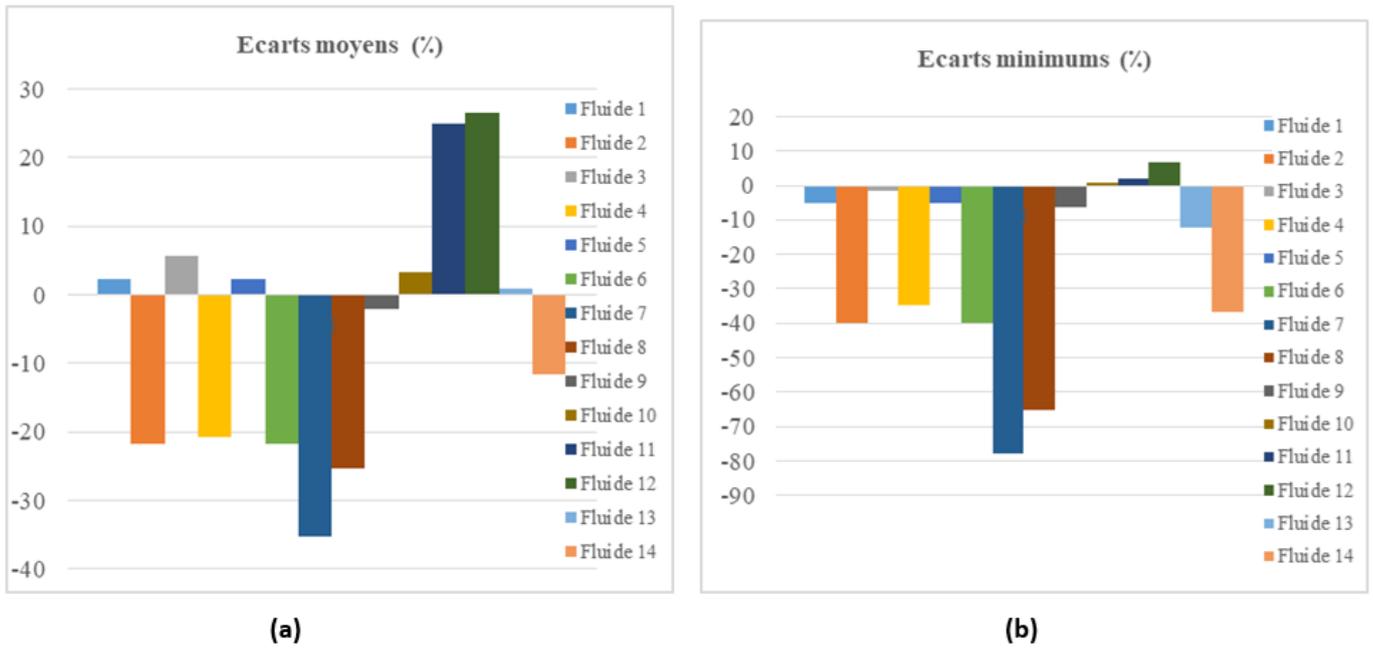


Fig. 4. *Ecarts entre les courants générés sous influence de fluide et les courants sans influence de fluide en fonction du fluide a) écarts moyens; b) écarts minimums;*

Ces fluides se démarquent des autres d'autant plus que leurs effets d'amélioration de la production électrique sont permanemment positifs en témoignent les écarts les plus faibles enregistrés qui sont situés respectivement à -1,42%, +0,5%, 2,12% et +6,76%. Les Fluides 11 et 12 ont tout particulièrement conduit à des résultats situés au-delà de l'intervalle de confiance établi par nos données de Baseline (Voir Tableau 4).

D'autres fluides ont également conduit à des améliorations en moyenne positives de la production électrique telles que les Fluides 1, 5 et 13 avec des moyennes de +2,31%, +2,31% et +0,95%, respectivement. Cependant, ces valeurs sont dans l'intervalle de confiance de notre Baseline. De plus, les actions des fluides concernés ne sont pas permanemment positives car des valeurs minimales négatives ont été enregistrées, notamment -5,29%, -6,36% et -12,12%, respectivement.

4.2.3 ANALYSE DES RÉSULTATS SUR LE FLUIDE TÉMOIN

Ces résultats montrent une grande variation des résultats portant sur les données électriques et une stabilité des résultats portant sur les données de température. Les données électriques sont particulièrement différentes lors des campagnes 6 et 7.

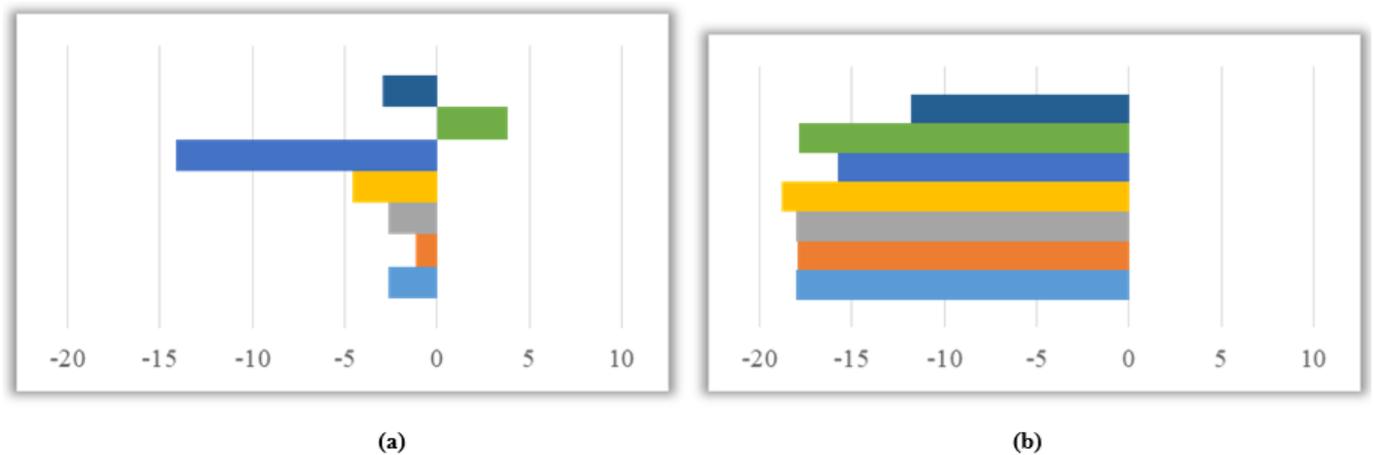


Fig. 5. *Ecarts observés avec le fluide témoin pour différentes campagnes de tests a) courants Icc, b) températures*

Ces deux campagnes ont particulièrement connues des moments de couvertures nuageuses qui pourraient certainement expliquer ces différences. Ceci soulève la question de la variation de la composition spectrale du rayonnement solaire en fonction de l'état du ciel et du taux d'ensoleillement. Les figs 5 a et 5b nous situent sur la variabilité des résultats de notre méthodologie en relatant l'évolution des écarts moyens obtenus pour le même fluide témoin lors de différentes campagnes de test.

4.2.4 DISCUSSIONS DE L'ENSEMBLE DES RÉSULTATS

De l'ensemble des tests sur les fluides sélectifs investigués, il ressort qu'ils ont tous une action sélective sur le rayonnement solaire qui se traduit par leurs influences significatives sur la baisse des températures de fonctionnement. En effet, si les températures sont relativement plus basses cela pourrait s'expliquer par le fait de l'absorption d'une certaine quantité d'énergie par les fluides, réduisant ainsi l'énergie impliquée dans l'effet photovoltaïque ou/et les processus d'échauffement. D'où une baisse de température.

Cependant, si dans certains cas, les baisses de température ne sont pas suivies d'une hausse de la production électrique, cela signifie qu'une portion du spectre électromagnétique utile pour les cellules solaires a dû être absorbée par les fluides concernés. Les deux fluides qui se démarquent particulièrement en maintenant des effets permanent d'augmentation de la productivité moyennes sont le mélange {vinaigre + hydro alcool}, {eau sucrée + eau salée}. Ces deux fluides peuvent potentiellement représenter des cas favorables d'action sélective spectrale permanente pour le type de cellules solaires utilisées.

Les fluctuations des résultats dans le temps pour un même fluide, de même que les fluctuations des écarts pour le fluide témoin au fil des campagnes de test nous permettent de conclure du caractère non constant de l'influence effective des fluides. La température des fluides peut être écartée car dans leurs travaux, [13], ont trouvé que l'action des fluides sélectifs sur le courant I_{cc} à 25°C ne différerait pas sensiblement de leurs actions à 80°C.

Nous pouvons attribuer les fluctuations pour un même fluide à une possible altération de la composition spectrale du rayonnement solaire. Dans cette hypothèse, l'idée de prospection de fluides sélectifs trouve pleinement son sens dans des conditions réelles fluctuantes. Par conséquent, une approche plus holistique telle que nous le proposons dans nos travaux serait mieux indiquée comparativement aux approches de la littérature, [13] où les conditions de rayonnement sont maintenues constantes.

Dans la mesure où certaines substances prises séparément, ne sont pas parvenues à apporter des améliorations, tandis que leurs associations ont donné un tout autre effet, il peut être supposé que le changement de propriétés chimiques soit à l'origine de modifications non superposables des caractéristiques optiques. Par-là, des tests en considérant les concentrations chimiques des molécules doivent être entrepris pour la comparaison des effets y afférent.

5 CONCLUSION

Notre travail a porté sur la mise en œuvre d'un procédé d'identification de fluide à transmission spectrale sélective pour des cellules photovoltaïques. L'objectif principal a été de mettre au point un procédé alternatif de comparaison de plusieurs fluides liquides sur leurs pouvoirs à absorber des bandes spectrales nuisibles pour une cellule photovoltaïque commerciale de type poly cristalline. Le banc expérimental composé de quatre bassins placés au-dessus de quatre cellules PV a été utilisé pour les différents tests.

Au regard des résultats expérimentaux obtenus, les mélanges eau + sucre + sel et le mélange vinaigre + hydro alcool ont montré les meilleurs impacts sur l'amélioration des courants générés par les cellules PV et l'amélioration des niveaux de température de fonctionnement. De cette étude, il est ressorti que ces deux mélanges sont parvenus à entraîner une baisse moyenne appréciable de la température de fonctionnement des cellules solaires de -22% et -30% respectivement et une hausse de production en moyenne de +25% et +26,57% respectivement. Les influences des fluides pouvaient présenter des caractères non constants qui subissent de probables influences du niveau d'ensoleillement ou de phénomènes d'évaporation, ou encore de convection. Pour établir la portée de chacune de ces influences, des tests additionnels doivent être menés avec des instruments de mesure pour déterminer l'évolution des facteurs extérieurs entrevus.

REFERENCES

- [1] Solanki, C. S., *Solar Photovoltaics Fundamentals: Technologies and Applications*, 2nd Ed. PHI Learning, New Delhi, India, 2013.
- [2] Sukhatme, S. P., and Nayak, J. K., *Solar Energy Principles of Thermal Collection and Storage*, 3rd Ed. Tata McGraw-Hill Education, New Delhi, India, 1996.
- [3] D. Evans and L. Florschuetz, «Cost studies on terrestrial photovoltaic power systems with sunlight concentration,» *Solar Energy*, vol. 19, pp. 255-262, 1977.
- [4] E. Skoplaki and J. Palyvos, «On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations,» *Solar Energy*, vol. 83, pp. 614–624, 2009.
- [5] Wysocki, J. J., and Rappaport, P., «*Effect of Temperature on Photovoltaic Solar Energy Conversion*,» *J. Appl. Phys.*, Vol. 31 (3), pp. 571–578, 1960.
- [6] Singh, P., Singh, S. N., Lal, M., and Husain, M., «*Temperature Dependence of I–V Characteristics and Performance Parameters of Silicon Solar Cell*,» *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, Vol. 92 (12), pp. 1611–1616, 2008.
- [7] Imenes, A. G., and Mills, D. R., «Spectral Beam Splitting Technology for Increased Conversion Efficiency in Solar Concentrating Systems: A Review,» *Sol. Energy Mater. Sol. Cells*, Vol. 84 (4), pp. 19–69, 2004.
- [8] Felipe Crisostomo, Robert A. Taylor, et al., «Spectral splitting strategy and optical model for the development of a concentrating hybrid PV/T collector,» *Applied Energy*, Vol. 141, pp. 238–246, 2015.
- [9] Chendo MAC, Jacobson MR, Osborn DE, «*Liquid and thin-film filters for hybrid solar energy conversion systems*,» *Solar & Wind Technology*, Vol. 4, pp. 131–138, 1987.
- [10] Taylor, R. A., Otanicar, T. P., Herukerrupu, et al., «*Feasibility of Nanofluid Based Optical Filters*,» *Appl. Opt.*, Vol. 52 (7), pp. 355–361, 2013.
- [11] Mojiri, A., Taylor, R., Thomsen, E., and Rosengarten, G., 2013. «*Spectral Beam Splitting for Efficient Conversion of Solar Energy—A Review*,» *Renewable Sustainable Energy Rev.*, Vol. 28, pp. 654–663.
- [12] A., Otanicar, T., and Rosengarten, G., «*Nanofluid-Based Optical Filter Optimization for PV/T Systems*,» *Light: Sci. Appl.*, 1, p. 34, 2012.
- [13] S. S. Joshi, A. S. Dhoble, P. R. Jiwanapurkar, «Investigations of Different Liquid Based Spectrum Beam Splitters for Combined Solar Photovoltaic Thermal Systems,» *Journal of Solar Energy Engineering ASME*, Vol. 138, 2016.
- [14] Xinyue Han, Dengshuai Xue, «Spectral characterization of spectrally selective liquid absorption filters and exploring their effects on concentrator solar cells,» *Renewable Energy*, Vol. 131, pp. 938–945, 2019.
- [15] Otanicar, T. P., Phelan, P. E., and Golden, J. S., «*Optical Properties of Fluids for Direct Absorption Solar Thermal Energy Systems*,» *Sol. Energy*, Vol. 83 (7), pp. 969–977, 2009.
- [16] E. Radziemska, «The effect of temperature on the power drop in crystalline silicon solar cells, *Renew. Energy*,» Vol. 28 (1), pp. 1–12, 2003.
- [17] A. Royne, C. J. Dey, and D. R. Mills, «*Cooling of photovoltaic cells under concentrated illumination: a critical review*,» *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 86 (2005), pp. 451–483, 2006.
- [18] R. Bernard, D. Mengury and M. Schuartz, *Le rayonnement solaire: conversion et application*, Edition Paris, 1979.