

Variabilité des indices de performances des panneaux solaires photovoltaïques en condition d'exploitation dans la zone Littoral du Cameroun

Regine Fouda Bella^{□,§}, Simon Koumi^{□,§}, Salomé Ndjakomo E. ^{#,□,§}, Aristide Tolok N. ^{#,*}, Mathieu J.P. Pesdjock[□]

[□] Higher Technical Teachers' Training College, University of Yaounde I in Ebolowa, Cameroon

[§] Laboratory of technology and applied sciences, University of Douala, Cameroon

[#] Laboratory of Electrical Mechatronic Engineering and Signal Processing, University of Yaounde I, Cameroon

^{*} University Research Centre on Energy for Health, University of Yaounde I, Cameroon

RESUME – Les cellules photovoltaïques sont généralement sont fabriquées suivant des conditions standard de test. Les conditions d'exploitation, induisent très souvent des pertes de performances différentes de celle données par le constructeur initialement. Nous présentons dans cet article, un système d'acquisition expérimental et d'analyse qui intègre le taux de rendement synthétique (TRS) afin d'évaluer les performances d'un panneau photovoltaïque monocristallin en l'occurrence du panneau LW-MS90 dans la ville de Douala. Par comparaison aux données météorologiques de PVGIS, les résultats quantifient à travers un certains nombres d'indice, une chute de puissance fonction de l'irradiante acquise estimée à 3,45%. L'intérêt de cette approche est de contribuer à la prédiction des performances d'exploitation des panneaux PV en phase installation.

Mots-clés—panneau photovoltaïque – performances – erreurs de prediction.

1. INTRODUCTION

L'énergie est un facteur incontournable pour toute société qui se voit émergente tant dans le domaine socio-économique et/ou socio-industriel. Elle apporte avec satisfaction notoire au rendu économique et contribue fortement au développement durable. Toutefois, certaines sources énergétiques deviennent de plus en plus problématiques avec la flambée des prix du pétrole d'une part et les conséquences environnementales induites par l'utilisation des ressources fossiles [1]. Aujourd'hui, différentes formes d'énergies renouvelables (solaire, éolienne, hydroélectricité, biomasse...) offrent une grande flexibilité et une fiabilité satisfaisantes pour atténuer le déficit énergétique. L'Afrique subsaharienne en particulier dispose d'un grand potentiel en énergies renouvelables. Le solaire avec une durée d'ensoleillement estimée à 3500 heures/année et un potentiel énergétique de 2650kWh/m²/année [2]. L'exploitation de ce potentiel s'est nettement améliorée ces dernières années avec l'évolution des technologies de conversion et de conditionnement. Néanmoins, les constructeurs ne tiennent pas suffisamment compte des conditions environnementales dans lesquelles les modules photovoltaïques sont appelés à fonctionner (température, humidité, irradiation UV, poussière, etc...). Les caractéristiques techniques sont données dans les conditions standards de test (STC) correspondant à une température de 25°C et un ensoleillement de 1000W/m² pour des garanties

constructeur tournant autour de 25 ans. Les conditions d'exploitation des systèmes photovoltaïques en Afrique Sahélienne caractérisées par une climatologie aride impactent sur la durée de vie et le rendement de ceux-ci. Un verrou scientifique réside quant à l'estimation réelle de la durée de vie en fonction de la dégradation des performances des modules. Il s'y ajoute le déficit d'information sur les différents modes de dégradation des modules photovoltaïques et leurs impacts sur la fiabilité des modules [3]. Les recherches sur les modules photovoltaïques se focalisent sur le développement de nouvelles technologies sans avoir suffisamment de retour d'expériences sur celles qui sont déjà opérationnelles [2]. Au Cameroun et dans la sous-région Afrique subsaharienne, nous n'avons pas recensé de structure de recherche qui s'intéresse à la question. Ainsi, une bonne maîtrise du comportement et de l'évolution des performances des modules photovoltaïques durant leur cycle de vie serait un grand atout pour le développement de la filière au Cameroun. Notre étude est principalement axée sur l'évaluation des performances des modules photovoltaïques de type monocristallin qui constituent la technologie dominante avec 93% dans le marché camerounais. Les outils et les méthodes utilisés pendant les procédures de calcul des indicateurs de performance sont comparées sur la base de trois valeurs du TRS. Cet indicateur appelé en anglais « Overall Equipment Effective Ness OEE ») est devenu au travers de la norme NFE 60-182, l'un des indicateurs de performance des systèmes de production [4] [5]. Actuellement, il est reconnu comme outil fondamental d'évaluation de performances des systèmes de production et rend compte de l'utilisation effective d'un moyen de production, et permet d'identifier les pertes. Il permet de mieux comprendre et d'optimiser les flux de production et de se doter d'outils d'aide permettant d'organiser une politique de maintenance adaptée.

2. METHODE D'EVALUATION DES INDICES DE PERFORMANCE

Afin d'évaluer les performances de notre système photovoltaïque, nous utilisons le TRS qui permet d'identifier les pertes, il représente un excellent outil d'investigation. Pour permettre une meilleure évaluation de performance des systèmes de production, nous avons utilisé comme procédure de calcul du TRS, deux grands aspects : d'une part, l'aspect productivité qui est défini comme un rapport du nombre de

produits bons sur le nombre de produit théoriquement réalisables. D'autre part, nous avons considéré l'aspect Sûreté de fonctionnement, qui permet de définir le TRS comme un rapport du temps utile (temps pendant lequel on fabrique les produits bons) sur le temps requis (temps pendant lequel on aurait théoriquement réalisé un certain nombre de produits). Cette deuxième approche utilise des taux (taux de Performance, taux de Qualité et Disponibilité Opérationnelle), lesquels serviront de données pour la modélisation de l'efficacité des systèmes de production par automates d'états.

2.1. Methodologie d'évaluation de l'efficacité du système photovoltaïque

L'efficacité d'une entité de production est un indicateur de performance global-local, pouvant être calculé pour n'importe quel niveau de décomposition (système ou sous système). Le lien entre toutes les efficacités d'un outil de production est créé directement à partir des liaisons intrinsèques entre les tâches et/ou composants physiques de l'outil de production. L'efficacité est une fonction de la disponibilité, de la qualité et de la productivité. Elle peut être étendue à la sécurité ou tout autre élément périphérique affectant les performances de l'outil tel qu'un système photovoltaïque pour le cas de notre étude représenté par la figure 1.

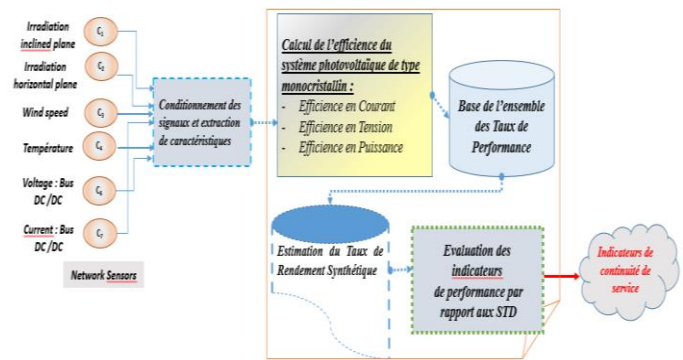


Fig. 1. Synoptique d'évaluation des performances.

$$TRS = T_{qu} T_{qi} D_0 \tag{1.1}$$

$$T_{qi} = \begin{bmatrix} T_{qu} & T_{qi} & T_{qp} \end{bmatrix}^T = \begin{pmatrix} \frac{v_{pv}}{V_{pv,N}} \\ \frac{i_{pv}}{I_{pv}} \\ \frac{v_{pv} i_{pv}}{P_{pv,N}} \end{pmatrix} \tag{1.2}$$

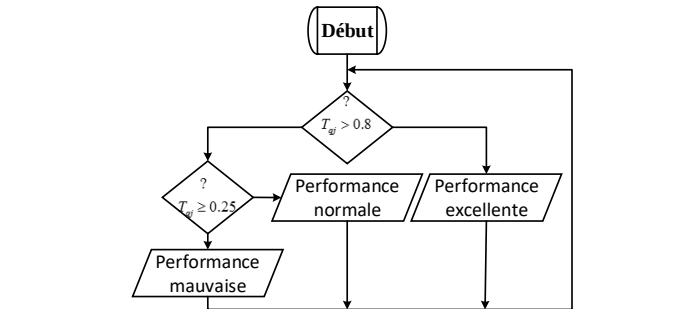


Figure 2: Organigramme d'analyse des performances

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Le système acquisition et de traitement est composé de deux blocs : une IHM développée sur Matlab qui permet de récupérer les paramètres du milieu ambiant pour prédire

l'irradiance et un module électronique constitué de capteurs de température, un capteur de vitesse de vent encore appelé anémomètre, et capteur de courant pour calculer le niveau de performance du panneau PV. Les résultats obtenus prouvent que les systèmes photovoltaïques sont une source de production énergétique qui doit être considérée pour tout pays qui se voit développé. Les indices de performances du système donnent une large bande de fonctionnement normale pouvant présenter d'excellentes performances lorsque les conditions climatologiques sont favorables. Toutefois, le constat est que, ce système ne peut fonctionner pour des durées longues.

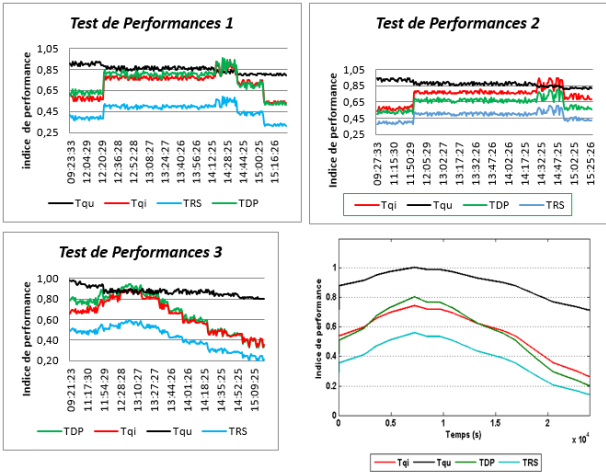


Figure 3: Résultats expérimentaux et en simulation

4. CONCLUSIONS

L'objectif visé était l'étude des performances des panneaux pv dans la zone du littoral. Les travaux que nous avons réalisés à partir d'un système d'acquisition permettent l'analyse des performances d'un panneau solaire photovoltaïque. Le système d'analyse est basé sur le taux de rendement synthétique (TRS) servant à établir le niveau de la performance. Cette approche nous a permis d'utiliser l'apprentissage supervisé (capacité propres aux êtres humains) dans un Système Expert pour prédire l'irradiance dans la ville de Douala au travers de la température et la vitesse du vent afin d'illustrer la performance du panneau PV. Pour une meilleure prédiction des performances, nous prendrons en compte dans un premier temps, les paramètres météorologiques annuels de la ville de Douala puis l'ensemble des données du triangle national afin que le système puisse être exploitable dans toutes les villes du pays.

5. REMERCIEMENTS

Cette partie (facultative) doit être placée entre la conclusion et les références.

6. REFERENCES

- [1] J. Adelstein et B. Sekulic. "Performance and reliability of a 1-kW amorphous Silicon photovoltaic roofing system". Proc. 31st IEEE Photovoltaic Specialists Conference, pp. 1627–1630, 2005.
- [2] H. Andrei, V. Dogaru-Ulieru, G. Chicco, C. Cepisca et F. Spertino. "Photovoltaic applications". Journal of Materials Processing Technology, Vol. 181, No. 1-3, pp. 267–273, 2007.
- [3] V. Bagdonavicius et M. Nikulin. "On accelerated testing of systems". European Journal of Diagnosis and Safety in Automation, Vol. 5, pp. 307–316, 1995.
- [4] D. Berman et D. Faiman. "EVA browning and the time-dépendance of I-V curve parameters on PV modules with and without mirror-enhancement in a desert environment". Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 45, No. 4, pp. 401–412, 1997.
- [5] A. Carabaye et R. Laulheret. "Evaluation de la sûreté de fonctionnement des systèmes dynamiques par modélisation récurrente". Proc. QUALITA, 2005.