



Contribution à l'étude du nettoyage des panneaux photovoltaïques par procédé électrostatique

Zeid Bendaoudi^{1,2*}, Nezha Kadous^{1,3}, Khelifa Yanallah⁴,
Yassine Bellebna² et Amar Tilmatine²

¹ Département d'Electrotechnique et automatique, Université Ahmed Zabana, Relizane, 48000, algérie

² Laboratoire APELEC, Université Djillali Liabes, Sidi Bel-Abbes, 22000, Algérie

³ Département d'Electrotechnique, Université Mustapha Stambouli, Mascara, 20000, Algérie

⁴ Laboratoire LSTE, Université Ibn Khaldoun, Tiaret, 14000, Algérie

* Corresponding author: Tel./Fax: +213-667-136-642;

E-mail: Zeid.bendaoudi@univ-relizane.dz

DOI: <https://doi.org/10.58452/jpcr.v2i2.161>

Historique de l'article

Article reçu March 09, 2023

Accepté pour publication November 02, 2023

Resume

Le but de cette étude est d'examiner l'utilisation d'un vent électrique généré par une décharge couronne à deux électrodes pour nettoyer les panneaux photovoltaïques de la poussière. La première électrode est un fil alimenté par la haute tension continue négative allant jusqu'à 30 kV, tandis que la seconde est reliée à la terre. Le dispositif permet de générer un vent ionique et se déplacer sur toute la surface du panneau en nettoyant la poussière. L'alimentation de l'actionneur de nettoyage à décharge couronne est assurée par la cellule photovoltaïque elle-même, et le nettoyage électrostatique par décharge couronne peut atteindre un taux de nettoyage de 90 % et améliorer l'efficacité des panneaux photovoltaïques. Cette technologie offre l'avantage d'un nettoyage à sec par des phénomènes électrostatiques et à tout moment, avec une faible consommation d'énergie, le courant étant pratiquement nul, de l'ordre des micro-ampères.

Mots Clés : décharge couronne, haute tension, nettoyage, panneaux photovoltaïques.

1. Introduction

Special Issue of the National Seminar of physics, Chemistry and their Applications "NSPCA '23"
March 6-7th, 2023, Mohamed El Bachir El Ibrahimi University, Bordj-Bou-Argeridj, Algeria.

L'énergie solaire photovoltaïque est une source d'énergie renouvelable très prometteuse en raison de son caractère propre et inépuisable. Toutefois, la conversion de l'énergie solaire incidente en électricité par les cellules photovoltaïques est limitée et la présence de poussière sur la surface des panneaux solaires affecte leur efficacité [1].

Pour remédier à cet effet négatif de la poussière, il est nécessaire de nettoyer régulièrement les panneaux solaires. Plusieurs techniques de nettoyage ont été proposées, notamment l'utilisation d'eau comme nettoyant, mais cette méthode a l'inconvénient de nécessiter une grande quantité d'eau [2-4].

Une nouvelle technique de nettoyage basée sur un phénomène électrostatique utilisant la décharge couronne a été développée pour améliorer l'efficacité de rendement des panneaux photovoltaïques. Cette technique consiste à utiliser des fils alimentés en haute tension pour générer un flux de vent ionique qui nettoie la surface du panneau.

2. Matériel

2.1 Matériel utilisé:

- Panneau photovoltaïque
- Source d'alimentation CC haute tension
- Dispositif de nettoyage
- Hygromètre
- Anémomètre
- Ampèremètre
- l'appareil Nettoyeur
- Véhicule.

2.2 Méthodes

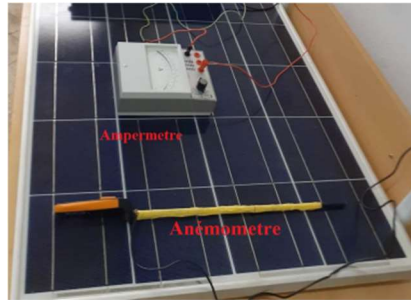
Ce travail de recherche a consisté à tester les capacités de nettoyage d'un appareil produisant un vent ionique. Pour cela, un système expérimental a été mis en place pour mesurer les caractéristiques de courant, de vitesse et de puissance de cet appareil.

La figure 1(a) présente une photographie de l'appareil nettoyeur, qui est composé d'une carcasse contenant deux électrodes: une électrode active sous forme de fil reliée à une haute tension et une électrode collectrice sous forme de rectangle en aluminium reliée à la terre.

La carcasse en FOREX sert à isoler électriquement les électrodes et à les fixer. L'appareil est entraîné par un véhicule contrôlé par une carte ARDUINO et est placé au-dessus d'un panneau photovoltaïque pour assurer son nettoyage dès le premier passage.



(a)



(b)

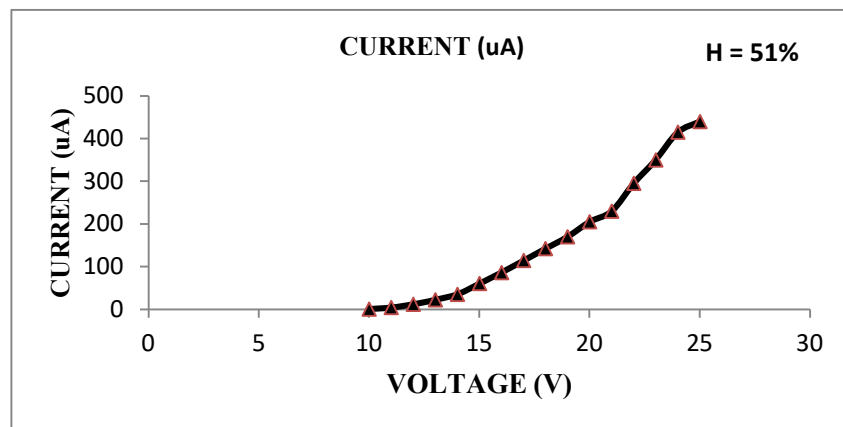


(c)

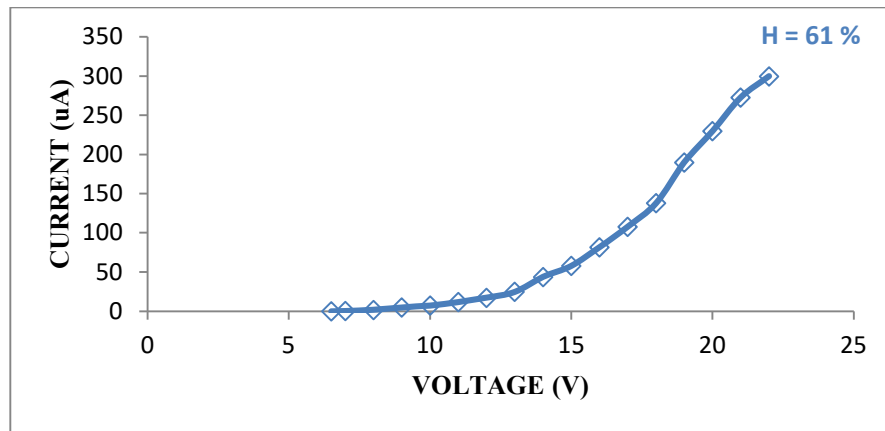
La figure 1: l'appareil nettoyeur et matériel utilisé, (a):l'appareil nettoyeur ,(b):Ampèremètre + Anémomètre,(c):source d'alimentation haute tension

3. Résultat:

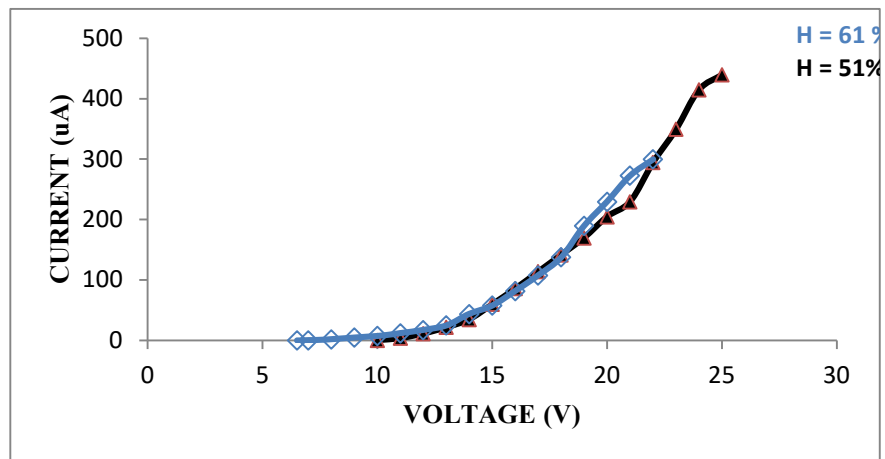
3.1 Résultat de l'humidité



La figure 2. La variation du courant en fonction de la tension avec humidité différentes H=51%

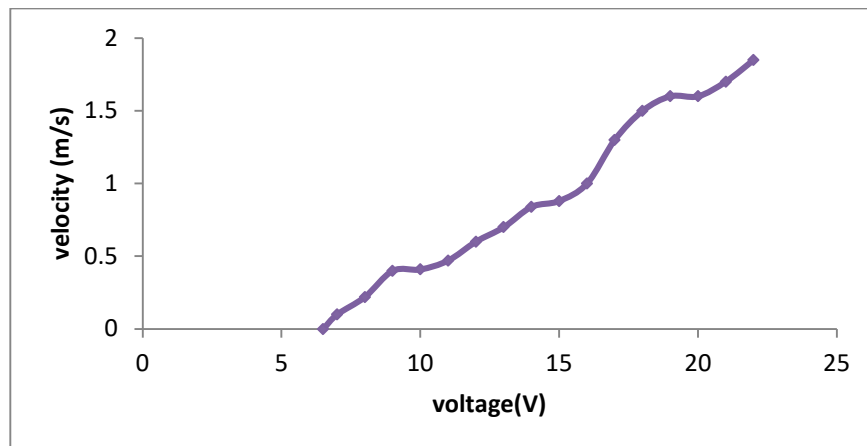


La figure 3. La variation du courant en fonction de la tension avec humidité différentes H=61%



La figure4. La variation du courant en fonction de la tension avec humidité différentes H=51% et H= 61%

3.1 Résultat de la vitesse du vent ionique



La figure5. La variation de la vitesse du vent en fonction de tension

4. Discussion

En se basant sur les différentes figures obtenues, les observations suivantes ont été faites :

Le courant consommé par le dispositif de nettoyage augmente en fonction de l'augmentation de la tension, depuis la tension d'apparition jusqu'à la tension de claquage.

4.1 Variation de l'humidité

La tension d'apparition du phénomène de décharge couronne et la tension de claquage varie légèrement en fonction du taux d'humidité. Pour un taux d'humidité de 51 % (voir figure 2), la tension d'apparition de la décharge couronne est de 10 kV avec une consommation de courant de 0,5 μ A et la tension de claquage est de 25 kV avec une consommation de courant de 440 μ A, tandis que pour un taux d'humidité de 61 % (voir figure 3), la tension d'apparition est de 6,5 kV avec une consommation de courant de 0,1 μ A et la tension de claquage est de 22 kV avec une consommation de courant de 300 μ A.

4.2 Variation de La vitesse du vent ionique

La vitesse du vent ionique augmente à mesure que la tension de la décharge couronne augmente jusqu'à une valeur proche de la tension de claquage, et en fonction du courant, la meilleure valeur pour le vent ionique est de 1,9 m/s pour une tension de 25 kV et un courant de 420 μ A, avec une consommation de 11 W. En utilisant les paramètres optimaux de la configuration étudiée, le nettoyage des panneaux photovoltaïques par décharge couronne peut atteindre une efficacité de nettoyage allant jusqu'à 95%.

5. Conclusion

Ce travail présente une nouvelle méthode pour nettoyer les panneaux photovoltaïques. Les résultats de cette étude montrent que le dispositif proposé

peut générer un vent ionique important de 2m/sec avec une consommation d'énergie de seulement 11 W. Ces caractéristiques de courant et de vent ionique peuvent être utilisées pour développer des configurations plus performantes et améliorer l'efficacité du nettoyage.

Références

- [1] W. Javed, Y. Wubulikasimu, B. Figgis, B. Guo, Characterization of dust accumulated on photovoltaic panels in Doha, Qatar, *Sol. Energy* 142 (2017) 123–135.
- [2] Saravanan, S. & Darvekar, K. S. Solar Photovoltaic Panels Cleaning Methods A Review. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118(24), 1–17. (2018).
- [3] K. Ilse, L. Micheli, B. W. Figgis, K. Lange, D. Daßler, H. Hanifi, F. Wolfertstetter, V. Naumann, C. Hagedorf, R. Gottschalg, J. Bagdahn, Techno-economic assessment of soiling losses and mitigation strategies for solar power generation. *Joule* 3, 2303–2321 (2019)
- [4] R. K. Jones, A. Baras, A. Al Saeeri, A. AlQahtani, A. O. Al Amoudi, Y. Al Shaya, M. Alodan, S. A. Al-Hsaien, Optimized cleaning cost and schedule based on observed soiling conditions for photovoltaic plants in Central Saudi Arabia. *IEEE J. Photovoltaics*. 6, 730–738 (2016).