

## Étude et réalisation d'un suiveur solaire à l'aide de la carte Arduino pour une installation solaire photovoltaïque

### [ Study and realization of a solar tracker using the Arduino board for a solar photovoltaic installation ]

*Hamza Abarchi Halarou, Sani Dan Nomao Harouna, Harouna Souley Ousmane, Daouda Abdourahimoun, and Idrissa Mossi Moctar*

Département de physique, Laboratoire d'Énergétique d'Electronique d'Electrotechnique d'Automatique et d'Informatique Industrielle,  
Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Copyright © 2021 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:** This paper tackles about design of a device allowing a photovoltaic solar installation to follow the flat movement of sun in order to optimize electrical energy production. This device called solar tracking system is a structure that allows tracking the apparent movement of the sun in real time. To achieve this, we have chosen to use the active or slaved tracker. The improvement of the energy performances by using a double axis solar tracker is also studied. The observation of the power curves according to the influence of the received light intensity shows a maximum of 180W in the form of a plateau between 10: 50 and 14: 00 (for 3 hours) local time for the double axis system while a maximum of 175W is recorded from 12: 50 to 13: 50 (1 hour) for the single axis tracker and a maximum of 170W (for a few minutes) at noon for the fixed system. From the analysis of these results, a significant gain of about 26.20% for the dual axis tracker compared to a fixed installation was obtained.

**KEYWORDS:** Solar energy, photovoltaic cell, solar radiation, solar tracker, Arduino.

**RESUME:** Cet article aborde la question de la conception d'un dispositif permettant à un champ photovoltaïque de suivre la position apparente du Soleil afin d'optimiser la production de l'énergie électrique. Ce dispositif appelé système de suivi solaire est une structure qui permet de traquer en temps réel le mouvement apparent du soleil. Pour y arriver nous avons utilisé le suiveur dit actif ou asservi. L'amélioration des performances énergétiques par l'utilisation d'un suiveur solaire double axes y est également étudiée. L'observation des courbes de puissance en fonction de l'influence de l'intensité lumineuse reçue montre un maximum à 180W sous forme de plateau entre 10H50 et 14H (pendant 3 H) heure locale pour le système à double axes tandis qu'on enregistre un maximum à 175 W de 12 H 50 à 13 H 50 (1 heure) pour le suiveur mono axe et un maximum de 170W (pendant quelques minutes) à midi pour le système fixe. De l'analyse de ces résultats il en ressort un gain significatif de l'ordre de 26,20% pour le suiveur double axes par rapport à une installation fixe.

**MOTS-CLEFS:** L'énergie solaire, cellule photovoltaïque, rayonnement solaire, suiveur solaire, Arduino.

## 1 INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies de nombreux débats et conférences sur la transition énergétique ont eu lieu tant dans le monde universitaire qu'au niveau des différentes instances nationales et internationales concernées. L'objectif essentiel est de définir des stratégies et des politiques garantissant une énergie propre de qualité et en quantité suffisante. La pertinence de cet objectif a fait que les scientifiques se sont intéressés aux énergies renouvelables, principalement aux énergies éolienne et photovoltaïque [1].

L'exploitation directe de l'énergie provenant du soleil, au moyen de capteurs, relève de deux technologies bien distinctes: l'une produit des calories, ce sont les capteurs thermiques et l'autre transforme directement une partie du rayonnement solaire en électricité, ce sont les cellules photovoltaïques [2].

Pour cette dernière technologie, l'efficacité énergétique dépend principalement de la technologie liée à la qualité de fabrication de la cellule de conversion PV mais également à d'autres facteurs externes comme le taux de rayonnement, la température, la commande de point de puissance maximale...

Concernant le facteur taux de rayonnement, des études ont prouvé que le rendement optimal s'obtient si les cellules sont placées perpendiculairement par rapport au rayon solaire incident. Plusieurs recherches scientifiques ont donc été menées et les techniques qui en découlent permettent de poursuivre et d'exposer la face active des modules PV perpendiculairement au rayonnement solaire, en employant des systèmes d'orientation mécanique [3], [4], [5], [6], [7]. Ainsi et pour garder cette perpendicularité aussi longtemps que possible, nous avons opté pour un système suiveur solaire double axes.

Dans ce travail, l'objectif visé est de concevoir à moindre coût, un suiveur solaire double axes contrôlés à l'aide d'une carte Arduino suite à la détection du rayonnement direct avec (Notre système est basé sur des capteurs de lumière) des capteurs photorésistances afin d'optimiser la production de l'énergie électrique des systèmes photovoltaïques.

## 2 EXPERIMENTATION

Le système proposé comprend essentiellement sept (07) éléments (Fig. 1). L'assemblage de ces éléments, passe par l'installation des modules photovoltaïques sur une structure métallique (5), le tout mis en hauteur via un support vertical (7). Afin que le système puisse suivre le mouvement du soleil, il faut fixer deux photorésistances (1) sur des plaques (2) comportant un séparateur. Les informations envoyées par les photorésistances sont traitées par la carte Arduino (3) qui commande aux vérins (6), alimentés par une batterie (4), de positionner les modules perpendiculairement aux rayons solaires.

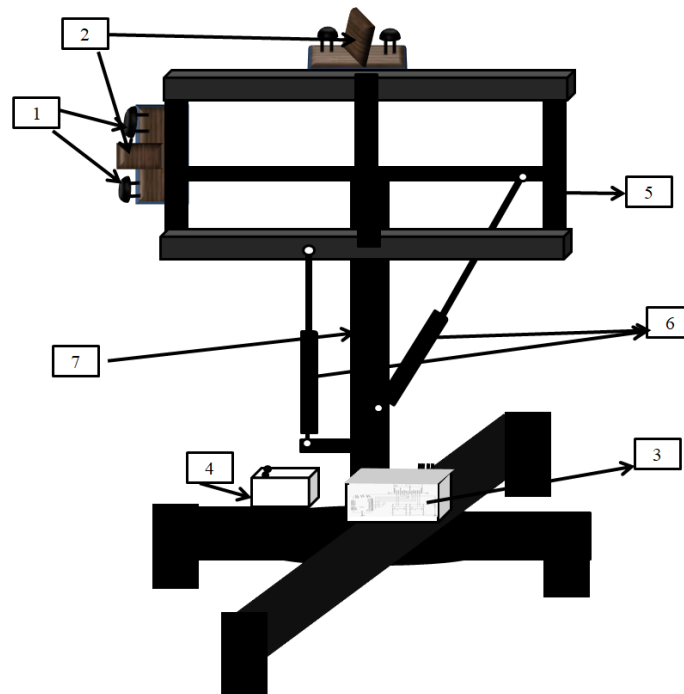


Fig. 1. Description du système photovoltaïque avec suiveur double axes

### 2.1 RENDEMENT DE CONVERSION D'UN MODULE PHOTOVOLTAÏQUE

Le rendement de conversion est défini comme le rapport entre la puissance maximale produite ( $P_m$ ) et la puissance du rayonnement solaire qui arrive sur le module photovoltaïque. Si  $S$  est la surface de ce module, et  $E$  l'éclairement en  $W/m^2$ , le rendement énergétique s'écrit [8]:

$$\eta = \frac{P_m}{E * S} \quad (1)$$

### 2.2 GAIN EN PUISSANCE

Pour le calcul du gain en puissance moyenne journalière entre deux systèmes différents ( $S_1$  et  $S_2$ ), il suffit d'utiliser la formule exprimée par l'équation suivante [9]:

$$Gain(\%) = \frac{Puissance1 - Puissance2}{Puissance2} * 100 \quad (2)$$

### 3 CONCEPTION

La Simulation de la commande du système de suivi solaire a été réalisée dans l'environnement Proteus. La figure 2 donne le schéma d'illustration.

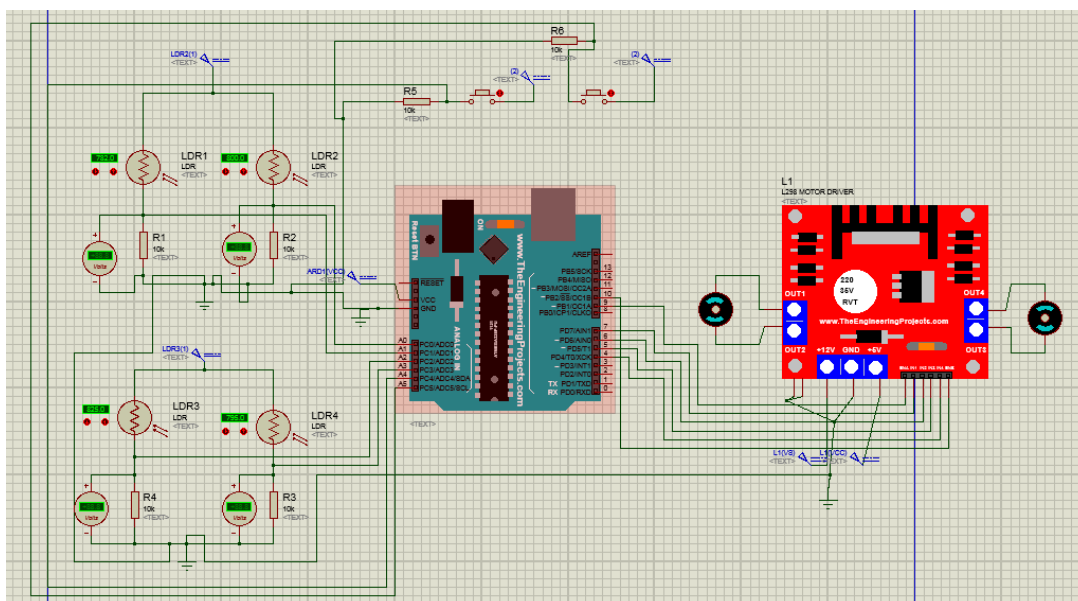


Fig. 2. Schéma de simulation de la commande avec le logiciel Proteus

La figure 3 montre le test expérimental de validation de la simulation de la commande effectuée sur Proteus.

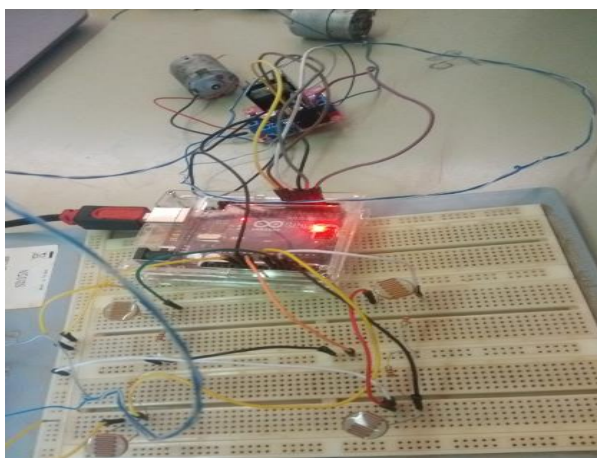


Fig. 3. Test expérimental du circuit de commande

### 4 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les figures 4a et 4b présentent respectivement les courbes du courant et de la tension produite par le panneau photovoltaïque avec le système de suiveur double axes. L'observation de ces courbes met en évidence l'influence de la température et de l'éclairement sur les grandeurs électriques des modules photovoltaïques. Concernant l'impact de l'intensité lumineuse, on voit sur la courbe de la figure 4a, une variation plus au moins linéaire entre 8 H et 11 H. Cette variation correspond aux heures matinales (éclaircissements faibles). Tandis qu'en période très chaude de 11 H à 14 H on enregistre l'intensité électrique maximale et vers le coucher du soleil au-delà de 16 H l'intensité du courant décroît pour un rayonnement faible.

La figure 4b donne l'évolution de la tension en fonction de l'intensité lumineuse reçue par le panneau au cours de la journée. On constate que la tension est faible vers 8H, elle croit linéairement vers la valeur maximale à 10h, et décroît de cette heure jusqu'au coucher du soleil vers 18 H.

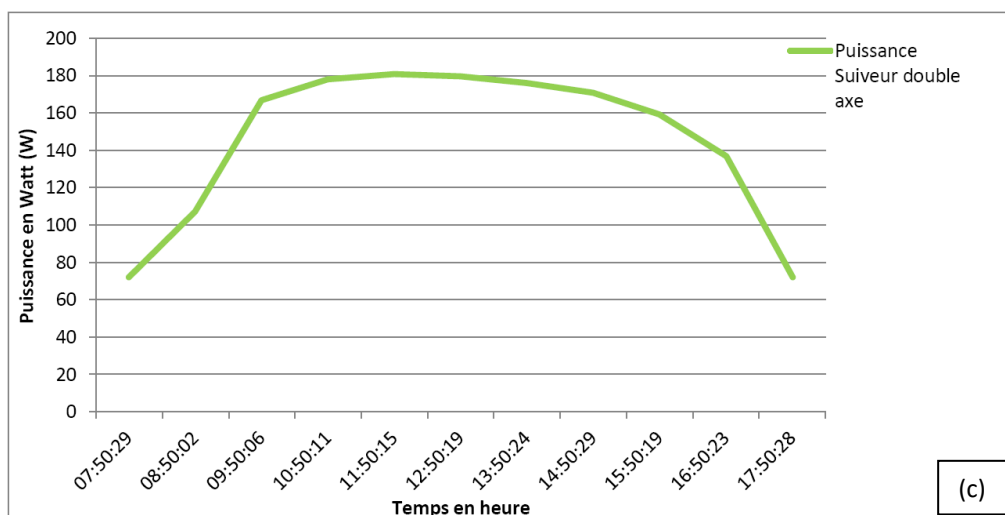
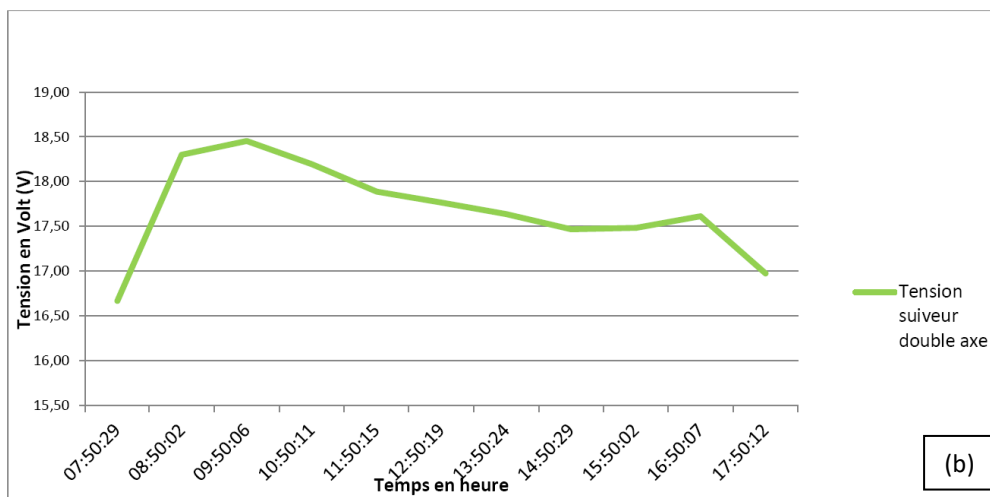
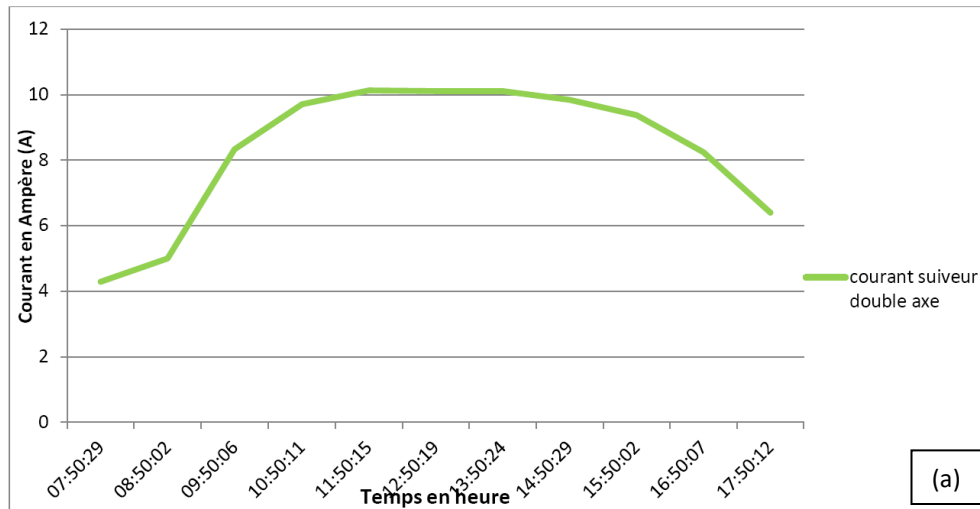


Fig. 4. a) Courbe du courant en fonction de l'intensité lumineuse b) Courbe de tension en fonction de l'intensité lumineuse c) Courbe de puissance moyenne en fonction de l'intensité lumineuse

En général pour évaluer la performance d'un système solaire on prend comme indicateur la puissance produite par le module PV. Sur la figure 4c apparait la courbe de tendance de la puissance moyenne journalière produite par le module photovoltaïque avec le suiveur double axes.

Pour mettre en évidence l'efficacité du suiveur solaire double axes, nous avons comparé les résultats obtenus pour le système double axes aux résultats obtenus dans des conditions identiques d'un côté pour un suiveur mono-axe et de l'autre pour une installation fixe orientée quinze degré Sud. Sur La figure 5 sont représentées simultanément les allures des puissances moyennes journalières produites par les trois systèmes photovoltaïques.

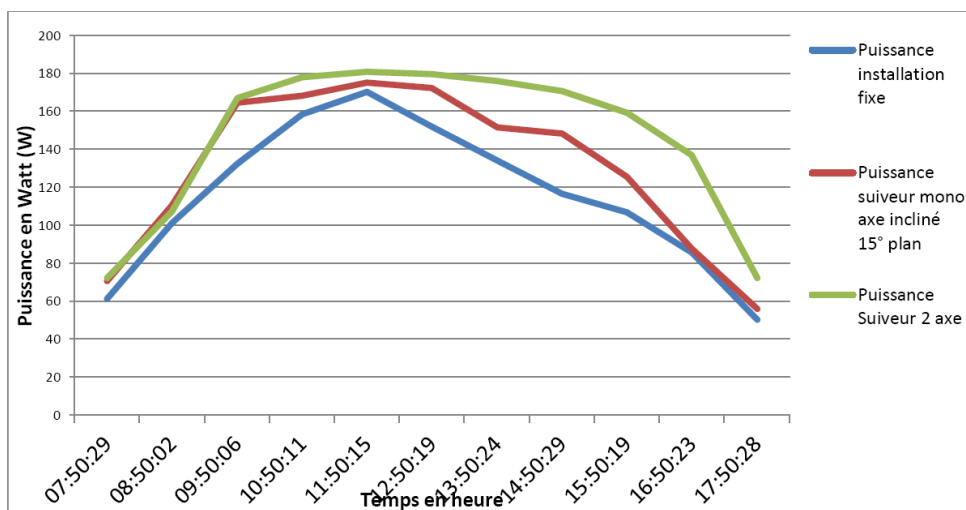


Fig. 5. Courbe de puissances moyennes

Entre 7 H 50 à 9 H 50 la production du suiveur mono axe et celle du suiveur à double axes sont presque identiques. Cela pourrait s'expliquer par le fait que dans cet intervalle de temps le suiveur mono axe et le suiveur double axes sont orientés vers l'Est correspondant au levé du soleil recevant par conséquent les rayons solaires perpendiculairement à leur surface. En outre, la position de la courbe de production de l'installation fixe, tout au long de la journée, par rapport aux deux autres systèmes, montre une production plus faible confirmant ainsi l'efficacité des systèmes PV dotés de suiveurs solaires [10].

Au-delà de 9 H 50, la production électrique du système photovoltaïque à suiveur double axes est nettement supérieure à celle du système mono axe. Cela pourrait s'explique par le fait que pour le suiveur double axes son second axe qui est un pivot d'élévation horizontal monté sur la plate-forme d'azimut lui permet de recevoir continuellement les rayons solaires perpendiculairement à sa surface recevant ainsi le maximum de rayonnement solaire contrairement au suiveur mono axe.

Le tableau 1 ci-dessous, récapitule les résultats en puissance moyenne journalière et en gains de puissance.

Tableau 1. les résultats en puissance moyenne journalière et en gains de puissance

Type d'installation	Installation fixe 15 degré	Suiveur mono axe	Suiveur double axes
Puissance moyenne journalière (en W)	115,43	130	145,42
Gain (%)		12,7 par rapport à l'installation fixe	26,20 par rapport à l'installation fixe Et 11,8 par rapport au suiveur mono-axe

## 5 CONCLUSION

La conception et la réalisation d'un suiveur solaire double axes à l'aide d'un microcontrôleur open source, de quelques capteurs photorésistants, de capteurs de courant et de tension, et deux vérins, a permis d'améliorer le rendement de production électrique des systèmes photovoltaïques.

L'utilisation de ce suiveur sur le système photovoltaïque a permis d'avoir respectivement des gains de 26,20 % et de 11,8 % par rapport à une installation fixe inclinée d'angle optimal de 15 degré plein sud et un système PV muni d'un suiveur mono-axe.

Afin d'augmenter encore plus la productivité des panneaux solaires PV, on peut éventuellement équiper le système PV de miroirs plats réfléchissants sur les côtés des panneaux [10].

#### REFERENCES

- [1] P. abdeslam D. SAIDI, "Argumentaire d'aide à la formulation d'Objectifs de Développement Durable (ODD) relatifs à la transition énergétique et à l'énergie durables," 2013.
- [2] T. G. A. F. Lasnier, *Photovoltaic Engineering Handbook*. IOP Publishing Ltd. 1980, 1990.
- [3] H. D. P.Njampou, "Modèle de Gassara dans la poursuite de la production pic d'une plaque solaire par régulation deux degrés de liberté," *Rev. des Energies Renouvelables*, vol. 16, pp. 749–759, 2013.
- [4] R. R. A.Zaatri, "Optimisation du rendement d'un système photovoltaïque par poursuite du soleil," *Rev. des Energies Renouvelables*, vol. 12, pp. 299–306, 2009.
- [5] C. Morón, D. Ferrández, P. Saiz, G. Vega, and J. P. Díaz, "New prototype of photovoltaic solar tracker based on arduino," *Energies*, vol. 10, no. 9, pp. 1–13, 2017, doi: 10.3390/en10091298.
- [6] B. Dipti and C.Y.Patil, "Fuzzy control based solar tracker using Arduino uno," *Int. J. Eng. Innov. Technol.*, vol. 2, no. 12, pp. 179–187, 2013.
- [7] K. Ibtissem, "Etude, Conception et Réalisation d'un Suiveur de Soleil," Tlemcen, 2018.
- [8] A. Labouret and V. Michel, *Energie solaire photovoltaïque*, Deuxième E. 2005.
- [9] S. M. Moustapha and I. Adamou, "Conception et réalisation d'un suiveur solaire mono axial : Contribution à l'amélioration de l'efficacité des systèmes de conversion photovoltaïque," 2011.
- [10] W. Manosroi, P. Prompattra, and P. Kerngburee, "Amélioration de la performance d'un système photovoltaïque muni d'un suiveur solaire par utilisation de miroirs plats réfléchissants."