

**DIMENSIONNEMENT D'UNE MINICENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE POUR
L'ELECTRIFICATION DE LA FACULTE DES SCIENCES DE RABAT**

R. Tadili, M.N. Bargach, S. Amzazi, Y. Benjaa, A. Chkirida

Laboratoire d'Énergie Solaire et d'Environnement (L.E.S.E.)
Université Mohammed V-Agdal, Faculté des Sciences de Rabat, B.P 1014 – Rabat, Maroc.
rtadili@yahoo.fr

Reçu 29-04-2013 - En Ligne 13-05-2013

RESUME

Dans cet article nous avons effectué un dimensionnement d'une minicentrale photovoltaïque pour compenser la consommation électrique de la faculté des sciences. Nous nous sommes basés sur la consommation annuelle effective de la faculté et sur la moyenne annuelle du rayonnement solaire global à Rabat. Nous avons déterminé la puissance crête totale qu'il faut installer soit 337 kW. En fonction des caractéristiques des modules PV disponibles sur le marché, nous avons déduit la surface totale des capteurs et le coût global de l'installation qui s'élève à environ 7 millions de dirhams MDH.

Mots clés: irradiation solaire global; capteur photovoltaïque; minicentrale; consommation électrique.

ABSTRACT

In this article we did a dimensionality of a photovoltaic minicentral to compensate the electric consumption of the faculty of the sciences. We took the efficient yearly consumption of the faculty as a basis, and on the yearly average of the global solar radiation in Rabat. We determined the power total crest that it is necessary to install either 337 kW. According to the features of the modules available PV, we deducted the total surface of the collectors, and we estimated the global cost of this installation that rises to about 7 millions Moroccan dirham's.

Key words: global solar radiation; photovoltaic collector, mini-power plant; electric consumption.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'une démarche de bonne gouvernance, et en vue de l'optimisation de la gestion du budget lié aux frais de fonctionnement de notre établissement, nous avons convenu d'effectuer une étude visant l'utilisation de l'énergie solaire par l'installation d'une station photovoltaïque. La production de cette installation permettra de couvrir une part de la consommation d'électricité de notre établissement. Nous rappelons que le coût annuel de la facture énergétique de notre établissement s'élève à huit cent milles dirhams.

Le dimensionnement de cette installation [5-7] nécessite d'abord la quantification de la consommation électrique de la faculté avec ses trois annexes, l'évaluation de la puissance utile à installer [1-4], l'identification des terrasses des locaux de la Faculté des Sciences de Rabat (FSR) pouvant accueillir l'installation des capteurs solaires, et enfin le dimensionnement du champ des capteurs photovoltaïques.

2. DONNEES EXPERIMENTALES

Pour l'évaluation de la consommation électrique de la FSR nous nous sommes basés sur les relevés effectués par la société de distribution REDAL et figurant sur les factures mensuelles d'électricité. Le dépouillement des relevés des trois annexes et du siège central, ainsi que le calcul du cumul de la consommation sont représentés sur les histogrammes des figures 1 et 2. Les données présentées portent sur une consommation récente correspondant à l'année 2011.

Ces histogrammes montrent que la moyenne mensuelle de la consommation globale est de 44,60 MWh, sauf pour le mois d'août correspondant aux vacances d'été où elle est de 27,90 MWh. Le maximum de consommation a lieu pendant les deux mois de mai et de décembre, périodes correspondant aux activités liées à la préparation aux examens (tirages, photocopieurs, salles de bibliothèques, buvettes, différents locaux,...).

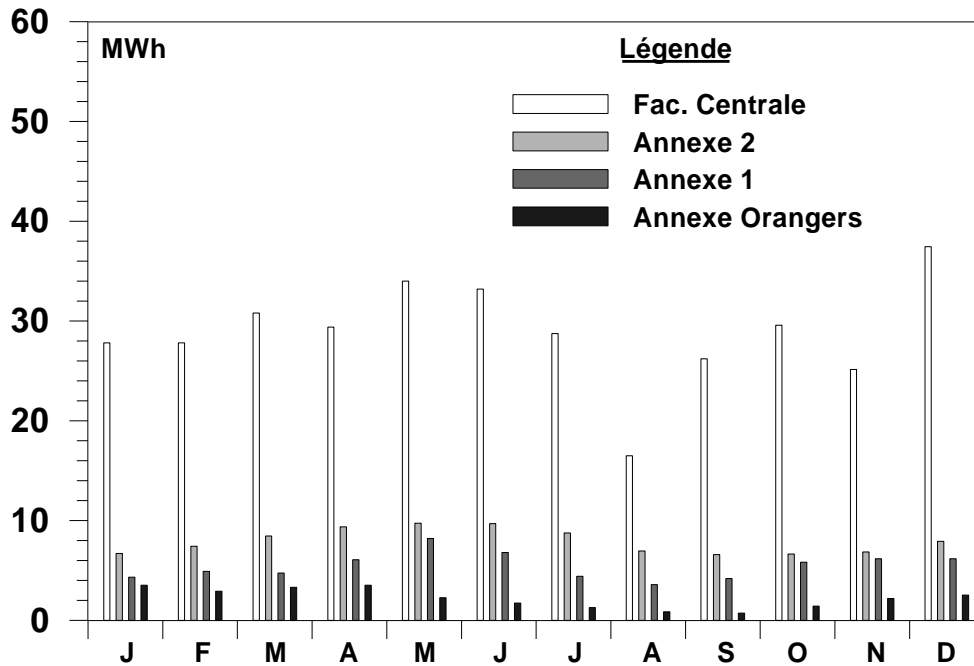


Figure 1: Consommation d'électricité en MWh, du siège de la FSR et de ses Annexes.

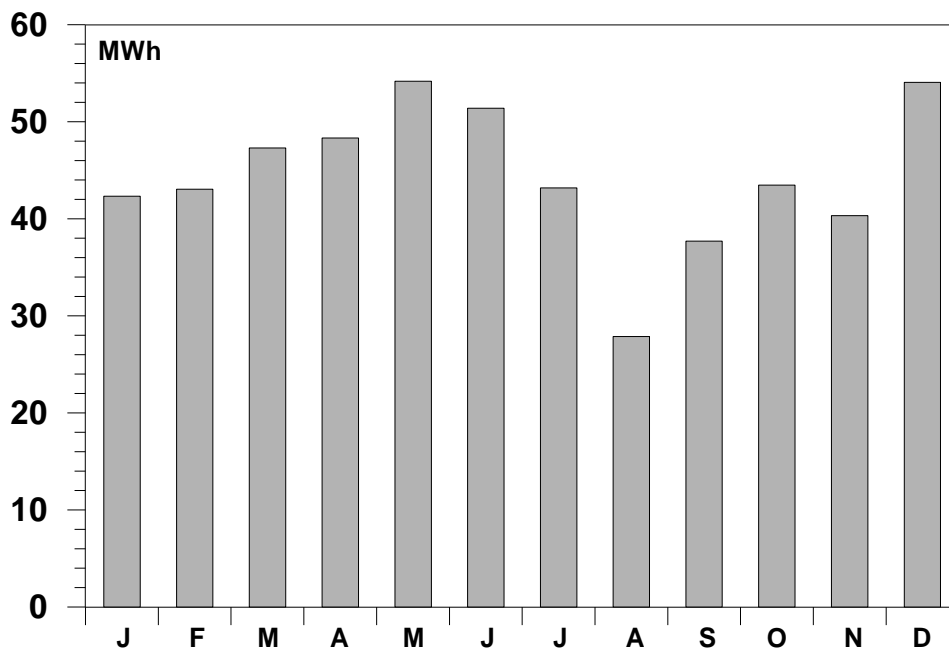


Figure 2: Consommation globale d'électricité de la FSR.

En nous basant sur les tranches horaires de consommation adoptées par REDAL et données dans le tableau 1, l'examen des données de consommation sur 24 heures a montré que la plupart de la consommation s'effectue pendant les heures normales (7h – 17h), le cinquième pendant les heures de pointes (17h – 22h) où le prix du kWh est le plus élevé, et le quart de la consommation pendant les heures creuses de nuit (22h – 7h) où le prix du kWh est le moins cher.

Heures Normales	oct. – mars 07h-17h	avril-sept. 07h-18h
Heures de Pointe	oct. – mars 17h-22h	avril-sept. 18h-23h
Heures Creuses	oct. – mars 22h-07h	avril-sept. 23h-07h

Tableau 1 : Tranches horaires de consommation adoptées par REDAL.

Sur l’histogramme de la figure 3 nous constatons que la consommation pendant les 5 heures de pointe est proche de celle relevée pendant les 9 heures creuses. Pendant les heures de pointe, la consommation relativement élevée peut s’expliquer par le fait que les activités des enseignants chercheurs et des étudiants se poursuivent jusqu’à 22h. Pendant les heures creuses, la consommation se maintient, ce qui est dû probablement au fonctionnement des appareils de laboratoires et de certains équipements de chauffage et de climatisation mal réglés.

3. RESULTATS

3.1 Évaluation de la puissance utile

L’évaluation de la puissance utile a été effectuée sur la base de la consommation électrique annuelle de la faculté d’une part, et sur les données du rayonnement solaire mesurées au (L.E.S.E.) d’autre part. Il faut noter qu’à Rabat, la moyenne mensuelle de l’irradiation solaire globale reçue par un capteur solaire incliné de 34° est de 5,33 kWh/m²/j, soit 1947 kWh/m² comme moyenne annuelle.

La puissance crête caractérisant un module photovoltaïque est calculée par l’expression :

$$P_c = \frac{E}{K \times H_s} \quad (1)$$

Les résultats des calculs sont donnés par le tableau 2.

P_c : puissance crête en kW_c ;

E : énergie électrique annuelle nécessaire en kWh/m² ;

K : facteur de conversion ;

H_s : moyenne mensuelle de l’irradiation globale journalière reçue par un plan incliné en kWh/m².

Site	Siège Central	Annexe 2	Annexe 1	Annexe des Orangers
Energie annuelle consommée (MWh)	346,5	95,1	65,3	26,2
Puissance Crête à installer (kW _c)	218,5	60	41,2	16,5

Tableau 2: Puissance crête à installer pour les différentes annexes de la FSR.

La puissance totale qu'il faut installer est la somme des puissances à installer pour chaque annexe, soit 337 kW_c.

3.2 Dimensionnement du champ des PV

Le dimensionnement du champ des capteurs photovoltaïques consiste en la détermination du nombre de modules.

Sur la base d'un choix de capteurs de puissance crête $P_c = 175 W_c$, nous avons calculé pour chaque annexe le nombre de capteurs nécessaires. Sachant que ce type de modules a une dimension unitaire de 1.28 m², et que le coefficient d'occupation utilisé est de 0.6, nous avons déduit la surface nécessaire pour installer l'ensemble des modules.

Site	Puissance crête (kW _c)	Nombre de panneaux	Surface horizontale nécessaire à l'installation (m ²)
Siège central	218,8	1251	2668
Annexe2	60	343	732
Annexe1	41,2	235	503
Annexe des Orangers	16,5	94	202
Total	336,7	1923	4105

Tableau 3: Nombre de modules PV à installer pour la FSR et ses Annexes.

Il faut noter que la surface disponible sur les terrasses des locaux de la Faculté dépasse largement la surface nécessaire pour l'installation de l'ensemble des modules.

3.3 Coût de l'installation

Sur la base d'un coût d'installation d'environ 21 Dh/W_c incluant matériels et travaux, le coût global de l'installation des capteurs PV s'élève à environ 7 millions de dirhams. Il faut noter que ce coût n'inclut pas le coût de stockage (batteries, onduleurs et régulateurs), puisqu'une injection de la production dans le réseau de l'ONEE pourra être envisagée. Cette option permettra de réduire le coût de l'installation, le coût d'entretien, et assurera une alimentation permanente de la faculté, directement à partir du réseau de l'ONEE. Un contrat éventuellement négocié entre la FSR et la société REDAL favorisera l'option d'injecter la production dans le réseau de distribution régional.

4. CONCLUSION

Dans ce article, nous avons présenté les résultats d'une étude visant l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque pour compenser la consommation d'électricité de la FSR.

Sur une base de consommation annuelle effective de la faculté de 533 MWh, et d'une moyenne annuelle du rayonnement solaire global à Rabat de 1947 kWh/m², nous avons déterminé la puissance crête totale qu'il faut installer, et qui est de 337 kW. En fonction des caractéristiques des modules PV disponibles sur le marché, nous avons déduit la surface totale des capteurs, soit 2461 m². A partir d'un coût global du kWh (matériels et travaux inclus), nous avons estimé le coût global de cette installation qui s'élève à environ 7 millions de dirhams.

Sachant que pour cette installation, le stockage aura environ le même coût que celui des modules, nous préconisons l'injection de la production de l'installation dans le réseau de l'ONEE. Cette option permettra de réduire le coût d'investissement et le coût d'exploitation, bien qu'elle n'est pas encore courante au Maroc. Elle pourra cependant être traitée et négociée avec l'opérateur de distribution, et l'installation pourra alors être amortie au bout d'une dizaine d'années.

Références

- [1] Bargach M.N., "Contribution à l'étude du gisement solaire marocain, application à un générateur photovoltaïque", thèse de DES, Université Mohammed V Agdal (1983).
- [2] Tadili R, "Modélisation et optimisation du rayonnement solaire reçu par un plan incliné", thèse de DES, Université Mohammed V Agdal (1987).
- [3] PPER "Programme pilote d'électrification rurale décentralisé, hypothèses, options et méthodes, 2^{ème} édition, Direction générales des collectivités locales, Maroc (1994).
- [4] Tadili R, Bargach M.N, "Une méthode d'estimation du rayonnement solaire global reçu par une surface inclinée, Applications aux sites marocains", «La Météorologie» 8ème série, **50**, 46-50 (2005).
- [5] Ghani.F, Duke.M, Carson.J.K "Estimation of photovoltaic conversion efficiency of a building integrated photovoltaic / thermal (BIPV/T) collector array using an artificial neural network", Solar Energy, **86**, 3378-3387 (2012).
- [6] Chong, B.V.P, Zhang.L "Controller design for integrated PV-converter modules under partial shading conditions", Solar Energy, **92**, 123-138 (2013).
- [7] Didier Thevenard, Sophie Pelland, "Estimating the uncertainty in long-term photovoltaic yield predictions", Solar Energy, **91**, 432-445 (2013).