

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université HADJ LAKHDAR Batna

Faculté de Technologie  
Département d'Electrotechnique



## Thèse de Doctorat en Sciences

*Présentée par :*

**Smaïl SEMAOUI**

**Contribution à l'étude des systèmes photovoltaïques  
utilisés pour l'alimentation des maisons individuelles  
dans les zones du sud Algérien**

*Soutenue le 26 Avril 2014 devant le jury composé de :*

<b>Pr. CHABANE Mabrouk</b>	Professeur, Université Hadj Lakhdar, Batna	Président
<b>Dr. HADJ ARAB Amar</b>	Directeur de Recherche CDER, Alger	Rapporteur
<b>Pr. AZOUI Boubekour</b>	Professeur, Université Hadj Lakhdar, Batna	Co Rapporteur
<b>Pr. DRID Said</b>	Professeur, Université Hadj Lakhdar, Batna	Examineur
<b>Dr. HAMIDAT Abderrahmane</b>	Directeur de Recherches CDER, Alger	Examineur
<b>Dr. MAHRANE Achour</b>	Maitre de Recherche UDES, Tipaza	Examineur
<b>Pr. BACHA Seddik</b>	Professeur, G2Elab, Grenoble, France	Invité

Année universitaire 2013/2014

## ملخص

تقدر الإحصائيات الرسمية أن ما يقارب من ملياري شخص في العالم لا يستفيدون بالربط في شبكة توزيع الكهرباء. لهذا الغرض فإن النظام الكهروضوئي المستقل (SPVA) هو من بين الحلول التكنولوجية الذي يمكن أن يعالج هذه الإشكالية. التحديد الأمثل لقدرة المولد الكهروضوئي وكذا سعة البطاريات في آن واحد هي مسألة معقدة جدا. لذا لا بد من إيجاد حل وسط بين النوعية الجيدة للإمداد بالطاقة والتكلفة الاقتصادية التي يمكن أن يتحملها المستهلك للحصول على هذه الطاقة. الاقتراب من المستهلك المثالي للطاقة الشمسية يستلزم تسيير الحمولة وهذا يسمح لنا بتقليص أبعاد النظام الكهروضوئي. في هذا البحث نقدم نظام كهروضوئي تجريبي تم إنجازه في موقع غرداية (جنوب الجزائر 32°29'N, 3°40'E, 450m). تم قياس الحرارة و الإشعاع الشمسي. قمنا بتحديد معدل منحنى الاستهلاك اليومي للطاقة الكهربائية لحوالي 20 مسكن عن طريق بطاقة استجواب. الهدف الأول من هذه الدراسة هو التحسين الطاقوي لسكن مجهز بنظام كهروضوئي مناسب. هذا التحسين يركز على عنصرين : الأول هو تخزين الطاقة و الثاني هو تسيير الحمولة (لأول مرة في الجزائر). معطيات الدخول للنظام الكهروضوئي هي الأحوال الجوية وسلوك استهلاك الطاقة للأشخاص المقيمين في الموقع. الأهداف يمكن أن تكون اقتصادية أو تخص الراحة. هذه الأخيرة يمكن تقييمها بزيادة توفير الطاقة على أساس مفهوم احتمال خسارة التزويد بالطاقة (LPSP). النقطة الثانية (اقتصادية) هي تقليص الصيانة و عدد التغييرات لأجهزة النظام الكهروضوئي على أساس معيار التكلفة الطاقوية للنظام الذي يتطلب تصميم وتسيير أحسن للحمولة. تمت دراسة حالة لموقعين مختلفين من حيث إمكانات الطاقة الشمسية. وأخيرا تم عرض نتائج المحاكاة المتعلقة بالأنظمة المختلفة (بتسيير أو بدون تسيير الحمولة) والتكاليف المتعلقة بها.

## Résumé

Les statistiques officielles estiment que presque deux milliards de personnes dans le monde n'ont pas un accès direct au réseau électrique. A cet effet, un système photovoltaïque autonome (SPVA) est parmi les solutions technologiques qui peuvent répondre à ce manque. L'optimisation de dimensionnement d'un SPVA est une question très complexe. Par conséquent, une solution de compromis doit être faite entre avoir une énergie et coût économique acceptable pour le consommateur, et relativement une bonne qualité de l'approvisionnement énergétique. La gestion des profils de charge, afin de se rapprocher du consommateur solaire idéale, permet la réduction de la dimension du système. Dans ce travail, nous présentons un SPVA expérimental installé sur le site de Ghardaïa (Sud Algérien, 32°29'N, 3°40'E, 450m). Les paramètres du climat sont mesurés. Nous avons défini le profil de charge par une enquête réelle sur la consommation d'énergie électrique pour une vingtaine de foyers. Le premier objectif de cette étude est l'optimisation énergétique d'un habitat équipé d'un SPVA approprié. Cette optimisation énergétique joue sur les degrés de liberté qui sont le stockage et pour la première fois en Algérie le pilotage des charges. Les entrées sont bien entendu les conditions météorologiques et le comportement des personnes résidentes dans le site. Les objectifs recherchés peuvent être économiques ou de confort. Ce dernier point peut s'exprimer par une maximisation de la disponibilité de l'énergie basé sur le concept de la probabilité de perte d'énergie (LPSP). Le second point (économique) est la réduction du nombre de remplacement et de maintenance basé sur le critère du coût énergétique du système; ce qui passe par un dimensionnement et une gestion optimisée des charges. Une étude de cas est établie pour deux sites ayant des potentiels solaires différents. Les résultats de la simulation relatifs aux différents systèmes (avec ou sans gestion de la demande) ainsi que leurs coûts correspondants sont présentés.

**Mots clés:** Système PV, Profil de charge, Gestion de la demande, dimensionnement, Probabilité de perte d'énergie, coût.

## **Abstract**

Official statistics show that almost two billion persons around the world do not have direct access to the power network. Therefore, a stand-alone photovoltaic (PV) system (SPVA) is a technological solution to overcome this hindrance. In this paper, the first experimental SAPS installed in Ghardaïa site (Southern Algeria, 32°29'N, 3°40'E, 450m) is presented. The weather parameters are measured. The load profile is defined by a real investigation done on electricity consumption of a sample of over twenty houses. It is discovered that the energy deficit observed in the SPVA, is due to incoherence between the energy produced and consumed. For this reason, the main objective of this study was to effectively manage the energy of houses equipped with an appropriate SPVA. For the first time in Algeria, a new study on load management was conducted in our work. The suggested demand side management (DSM) is based on energy storage and loads monitoring. The admissions are the uncontrolled weather conditions and the load profile. The intended objectives could be of energy comfort of the house or of the economic size of the system. The former is achieved by the energy system reliability; or by reducing the loss power supply probability (LPSP) and by reducing the shadings of load. The last is attained by lowering the batteries replacement through the improvement of the battery life cycle; which requires a sizing and an optimized management of the load. A case study was conducted for two sites of different solar potential. The simulation results for the various systems (with or without demand side management) and their corresponding costs are presented.

**Keywords:** Photovoltaic system, optimal sizing of the system, loss of power supply probability (LPSP), life cycle energetic cost (CE)