



Performance du système PV connecté au réseau

Cas d'étude ADE-Adrar forage Tililane 4

M. Allali^{*1}, M. Tamali², D. Boukhlef³

^{1,3} Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, UREER.MS. Adrar
Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, ADRAR, Algérie

²Département d'électrotechnique- Université de Bechar
Bechar - Algérie

malikaa450@gmail.com

Résumé— la production d'énergie est un défi d'une grande importance dans les années à venir. En effet, les besoins énergétiques des sociétés industrialisées sont en augmentation. En outre, les pays en développement auront besoin de plus d'énergie pour mener à bien leur développement. Aujourd'hui, une grande partie de la production mondiale d'énergie est fournie à partir de sources fossiles. la consommation de ces sources donne lieu à des émissions de gaz à effet et donc une augmentation de la pollution. le danger tient au fait que la consommation excessive des ressources naturelles actions réduit les réserves de ce type d'énergie si dangereuse pour les générations futures.

En effet, la visée principale de cette recherche est l'intégration des ressources renouvelables (l'indépendance énergétique et le développement durable) qu'il nous pousse à considérer désormais le problème énergétique non seulement selon le point de vue économique, mais également selon un point de vue écologique. ceci a nous encourage a développer nos systèmes d'énergie sur la base de génération distribuée a grande échelle comprenant les énergies renouvelables et les solutions a haut rendement énergétique ; dans notre travail, nous sommes intéressés par l'énergie solaire, plus précisément dans le pompage solaire pour réduire la consommation de combustibles fossiles (l'émissions de CO₂/ l'optimisation environnementale). Par une étude comparative entre les performances du système PV connecte au réseau et un système solaire hors réseau (cas d'étude ADE Adrar forage TILILANE 4).

Mots clés— Energie; énergie renouvelable; développement durable; émission CO₂; système PV ; PVGIS.

I. INTRODUCTION

La recherche environnementale est en quelque sorte une complémentarité du développement durable. D'où ce dernier implique plusieurs conditions :

1. La conservation de l'équilibre général,
2. Le respect de l'environnement,

3. La prévention de l'épuisement des ressources naturelles,
4. La rationalisation de la production et la consommation de l'énergie.

Au même moment où le développement durable représente un développement qui répond aux besoins de notre actuelle situation, à l'instantané, vis à vis d'une absence de compromis risqué concernant les capacités des générations futures à subvenir aux leurs, en d'autres termes faire en sorte que la croissance d'aujourd'hui ne mette pas en danger les possibilités de croissance des générations futures. Le développement durable joue sur un triparti paradoxe. Sans oublier un accompagnement au niveau de la prise en considération sociétale et une adoption de la politique qui devrait inciter à un équilibre plus stable, avec des répercussions positives sur l'humanité.

II. DEVELOPPEMENT DURABLE

Développement Durable (DD) a été défini de nombreuses façons, mais la définition la plus souvent citée est de notre avenir commun, aussi connu comme le rapport Brundtland; Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. Il contient en son sein deux concepts clés:

- Le concept de besoins, en particulier les besoins essentiels des plus démunis du monde, dont la priorité absolue devrait être accordée; et
- L'idée des limitations que l'état de la technologie et de l'organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et futurs".



Le 4^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 4th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algeria 24 - 25 Octobre 2016

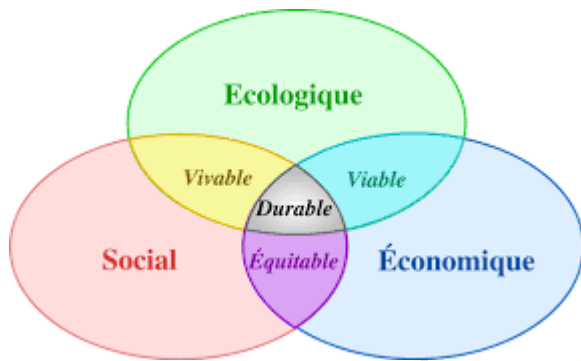


Fig. 1. Les trois piliers du développement durable

Pour atteindre les objectifs de développement durable, nous devons faire usage de ressources naturelles, minérales et vivantes que nous pouvons classer en fonction de leur vulnérabilité « pas, peu, difficilement, lentement ou coûteusement renouvelables » en particulier. Les planificateurs et les gestionnaires peuvent alors chercher à restaurer, protéger et conserver, et le cas échéant à compenser les impacts.

III. LES ENERGIES RENOUVELABLES

Énergies renouvelables (ER) a été définie, un peu stricte, comme «flux d'énergie qui se produisent naturellement et de façon répétée dans l'environnement et peuvent être exploitées au bénéfice des humains. Une description plus souple et, sans doute, plus largement utilisée pourrait être «énergie produite à partir d'une source de carburant renouvelable et / ou durable». Les caractéristiques de ce qualifier, pour chaque pays, en tant que combustibles "alternatifs" «renouvelable», «durable», ou (c'est alternative aux combustibles fossiles traditionnels) dans ces définitions ont tendance à varier, à quelques exceptions étant faites pour des sources telles que municipal et certains déchets industriels.

Les formes les plus largement reconnus de (ER) sont, sans aucun doute, l'énergie éolienne et l'énergie hydroélectrique qui, malgré les grands progrès réalisés dans la technologie et la production attribuée cours de la dernière décennie, ont une histoire qui remonte à des siècles. Il ya, cependant, plusieurs autres technologies ER en tant d'utilisation et en cours de développement qui peut, représentent des solutions qui peuvent être à la fois écologiquement et économiquement viable. [01], [09], [11].

Abréviations et acronymes

- CO₂ Le dioxyde de carbone
- PV Photovoltaïque
- PVGIS Système d'information géographique photovoltaïque

- DD Développement Durable
- ER Energie Renouvelable
- Cr La consommation dans les heures Creuses
- Pt La consommation dans les heures pointes
- Pl La consommation dans les heures pleines
- Ed Production d'électricité journalière moyenne par le système défini (kWh)
- Em Production d'électricité mensuelle moyenne par le système défini (kWh)
- Hd Moyenne journalière de la somme de l'irradiation globale par mètre carré reçue par les modules du système défini (kWh/m²)
- Hm Somme moyenne de l'irradiation globale par mètre carré reçue par les modules du système défini (kWh/m²)
- Ff Pourcentage de jours où la batterie se charge complètement (%)
- Fe Pourcentage de jours où la batterie se décharge complètement (%)
- Cs État de charge à la fin de chaque heure (%)
- Cb Pourcentage d'heures avec cet état de charge (%)
- PMD Puissance Mise à la Disposition
- PMA Puissance Maximale Atteinte

Unités

- Kwh Energie
- Kwh/m² L'Irradiation
- Wh/jour Energie moyenne par jour

IV. LE RÉSEAU ÉLECTRIQUE DE L'ADE ADRAR

A. INTRODUCTION

Notre étude est basée sur un grand consommateur d'énergie dans notre ville (Adrar) qui est (L'Algérienne des Eaux/ADE); ce dernier a seize contrats d'abonnement avec la Société de Distribution d'Electricité et du Gaz (SONELGAZ). Cette dernière (SONELGAZ) a placé une puissance à la disposition de l'ADE (Algérienne des Eaux); pour chaque contrat qui est la puissance mis à la disposition la (PMD) dont l'ADE ne doit jamais dépasse cette puissance la (PMD), il est nécessaires de rester toujours dans la marge de la puissance maximale atteinte la (PMA), qui est inférieure ou égale la puissance mis à la disposition (PMD ≥ PMA).

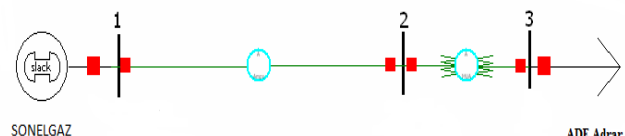


Fig.2. le réseau électrique de l'ADE Adrar.



Si la puissance maximale atteinte (PMA) dépasse la puissance mis à la disposition (PMD) (Algérienne des Eaux) sera pénalisé;

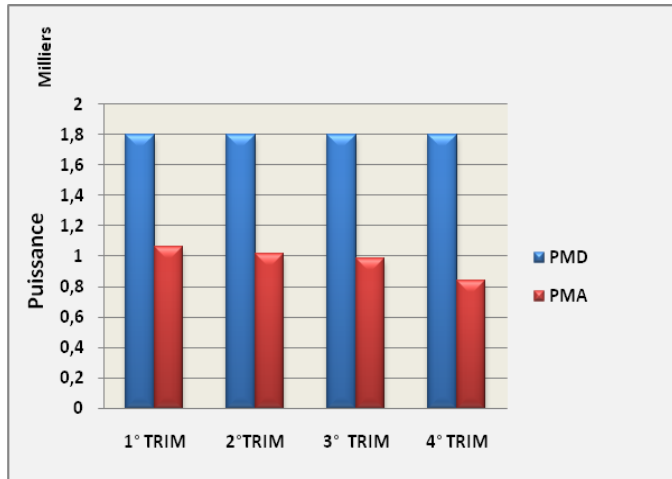


Fig.3. la puissance mis à la disposition et la puissance maximale atteinte.

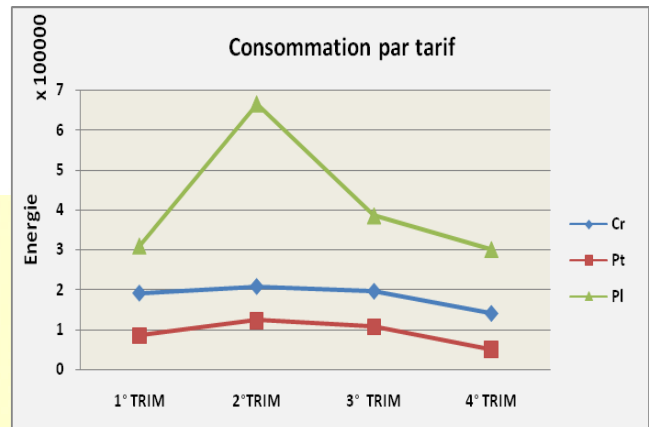


Fig.5. La consommation d'énergie (heurs creuses, heures pointes et les heures pleines)

D'après la Fig.4. et Fig.5. On constate que durant la 2^{ème} et le 3^{ème} trimestre la consommation est au max ; ce qui implique que pendant la période d'été spécialement la consommation est au pic à cause des besoins d'eau de la population ; d'où l'ADE doit satisfaire ces abonnés.

La consommation électrique par tarif :

B.1. La consommation de l'énergie Réelle :

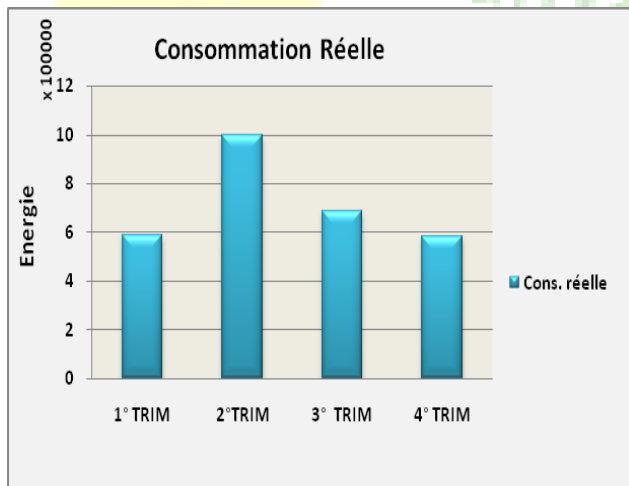


Fig.4. La consommation réelle par trimestre.

B.2. La consommation de l'énergie par tarif :

IV. LES PERFORMANCE DU SYSTEME PV CONNECTE AU RESEAU

En utilisant une méthode simplifiée pour déterminer la puissance de panneaux solaires, (calibrage). Au départ, nous devons diviser le montant de notre besoin quotidien en énergie exprimée en watts par heure par l'indice de soleil qui est de notre zone géographique:

Pour l'Afrique: * 1.3

Ensuite, nous divisons le résultat par un coefficient correspondant à la saison d'utilisation de nos panneaux photovoltaïques:

- Pour l'hiver: 1
- Pour le printemps et l'automne: 3
- Pour l'été: 5

Selon les solutions proposées, l'intégration des ressources renouvelables telles que le système PV par exemple si nous allons utiliser le (PVGIS) simulateur on ligne; Système d'information géographique photovoltaïque (PVGIS) fournit un inventaire des ressources en énergie solaire et de l'évaluation de la production d'électricité à partir de systèmes photovoltaïques en Europe, en Afrique et en Asie du Sud-est basé sur une carte. C'est une partie de l'action SOLAREC qui contribue à la mise en œuvre des énergies renouvelables dans l'Union européenne comme un durable et à long terme



Le 4^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 4th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2016



l'approvisionnement en énergie en entreprenant de nouveaux développements scientifiques et technologiques dans les domaines dans lesquels une harmonisation est nécessaire et demandée par les clients.[16],[17]

PVGIS estimation de la production d'électricité solaire[13]

- Site: 27°53'55" Nord, 0°14'13" Ouest, Elévation: 270 m.s.n.m,
- Base de données de radiation solaire employée: PVGIS-helioclim
- Puissance nominale du système PV: 20.0 kW (silicium cristallin)
- Pertes estimées à cause de la température et des niveaux faibles de rayonnement: 19.9% (Employons température ambiante Pertes estimées à cause des effets de la reflectance angulaire: 2.6%)
- D'autres pertes (câble, onduleur, etc.): 20.0%
- Pertes conjuguées du système PV: 37.5%



Fig.6. Forage Tililane 4 ADE Adrar

Tableau.1. System fixe : inclinaison=26° Orientation=-2° (optimum)

Mois	Ed	Em	Hd	Hm	Em par Trim
Janv	70.80	2190	5.24	162	7060
Fev	79.40	2220	6.05	169	
Mar	85.60	2650	6.75	209	
Avr	86.40	2590	6.99	210	7570
Mai	82.00	2540	6.77	210	
Juin	81.30	2440	6.86	206	
Jui	81.00	2510	6.93	215	7390
Aout	80.90	2510	6.92	215	
Sept	79.20	2370	6.66	200	
Oct	72.90	2260	5.90	183	6250
Nov	67.10	2010	5.14	154	
Dec	64.00	1980	4.73	147	
Année	77.50	2360	6.24	190	
Total pour l'année		28300		2280	

Tableau.2. Système de poursuite axe vertical Inclinaison optimale=51°

Mois	Ed	Em	Hd	Hm	Em par Trim
Janv	89.70	2780	6.79	210	9000
Fev	101.00	2820	7.79	218	
Mar	110.00	3400	8.70	270	
Avr	114.00	3410	9.17	275	10300
Mai	111.00	3450	9.11	283	
Juin	115.00	3440	9.60	288	
Jui	112.00	3480	9.54	296	9840
Aout	107.00	3320	9.12	283	
Sept	101.00	3040	8.54	256	
Oct	91.40	2830	7.46	231	7870
Nov	84.20	2530	6.57	197	
Dec	80.90	2510	6.10	189	
Année	101.00	3080	8.21	250	
Total pour l'année		37000		3000	



Le 4^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 4th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2016



Tableau.3. Système de poursuite axe incliné
Inclinaison optimale=28°

Mois	Ed	Em	Hd	Hm	Em par Trim
Janv	87.70	2720	6.55	203	9030
Fev	101.00	2830	7.77	218	
Mar	112.00	3480	8.95	277	
Avr	117.00	3510	9.53	286	10480
Mai	113.00	3510	9.33	289	
Juin	115.00	3460	9.68	290	
Jui	114.00	3530	9.70	301	10070
Aout	110.00	3410	9.44	293	
Sept	104.00	3130	8.84	265	
Oct	92.40	2860	7.53	234	7780
Nov	83.00	2490	6.40	192	
Dec	78.20	2430	5.81	180	
Année	102.00	3110	8.29	252	
Total pour l'année		37400		3030	

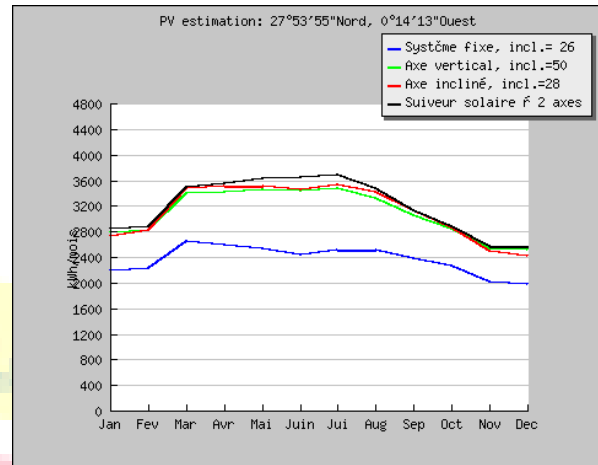


Fig.7. Production mensuelle d'énergie par un système PV avec l'angle fixe

Tableau.4. Suiveur solaire 2 axes.

Mois	Ed	Em	Hd	Hm	Em par Trim
Janv	91.80	2850	6.96	216	9210
Fev	103.00	2880	7.97	223	
Mar	112.00	3480	8.96	278	
Avr	118.00	3540	9.63	289	10830
Mai	117.00	3640	9.75	302	
Juin	122.00	3650	10.40	311	
Jui	119.00	3690	10.30	318	10290
Aout	112.00	3470	9.65	399	
Sept	104.00	3130	8.84	265	
Oct	93.10	2890	7.62	236	8040
Nov	85.90	2580	6.71	201	
Dec	82.80	2570	6.26	194	
Année	105.00	3200	8.58	261	
Total pour l'année		38400		3130	

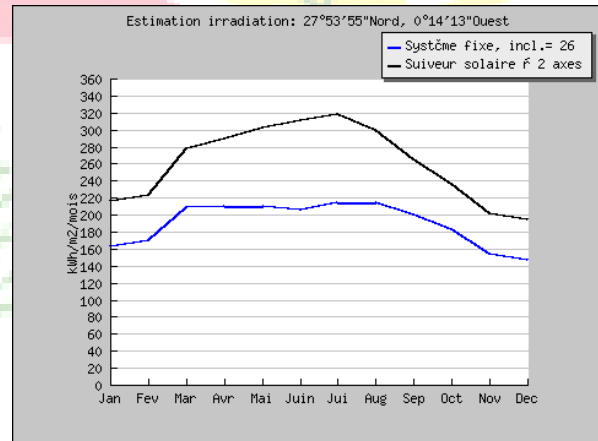


Fig.8. Irradiation mensuelle sur un plan avec angle fixe

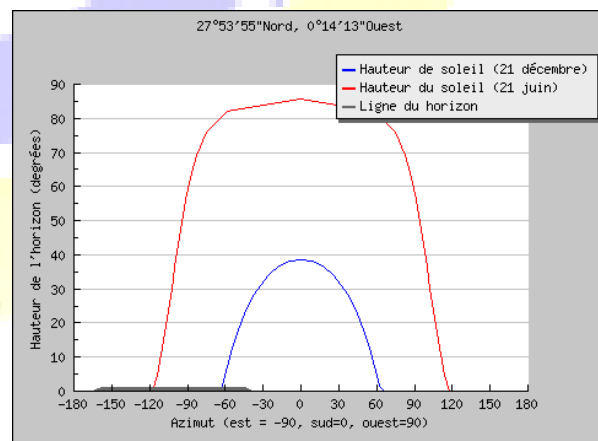


Fig.9. Silhouette de l'horizon avec le chemin du soleil au solstice d'hiver et d'été



Le 4^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 4th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2016



V. LES PERFORMANCES D'UN SYSTEME SOLAIRE HORS RESEAU

Site: 27°53'55" Nord, 0°14'13" Ouest, Élévation: 270 m.s.n.m,

- Puissance nominale du système PV: 20000 W
- Inclinaison des modules: 26 deg.
- Taille de la batterie: 12 V, 200 Ah
- Limite de décharge complète (%) 50 %
- Consommation pendant la journée: 781000 Wh
- Nombre des jours employés pour le calcul: 1801
- Pourcentage de jours avec la batterie à pleine charge 1.17%
- Énergie moyenne non capturée à cause de batterie pleine: 40854.41Wh
- Pourcentage de jours où la batterie est complètement déchargée: 100%
- Énergie moyenne perdue: 693637Wh

Tableau.5.

Mois	Ed	Ff	Fe
Janvier	78000,00	0	100
Février	87600,00	3	100
Mars	95100,00	0	100
Avril	94200,00	1	100
Mai	92400,00	2	100
Juin	93500,00	0	100
Juillet	94200,00	0	100
Août	94100,00	3	100
Septembre	83800,00	1	100
Octobre	82100,00	1	100
Novembre	82100,00	0	100
Décembre	69500,00	0	100

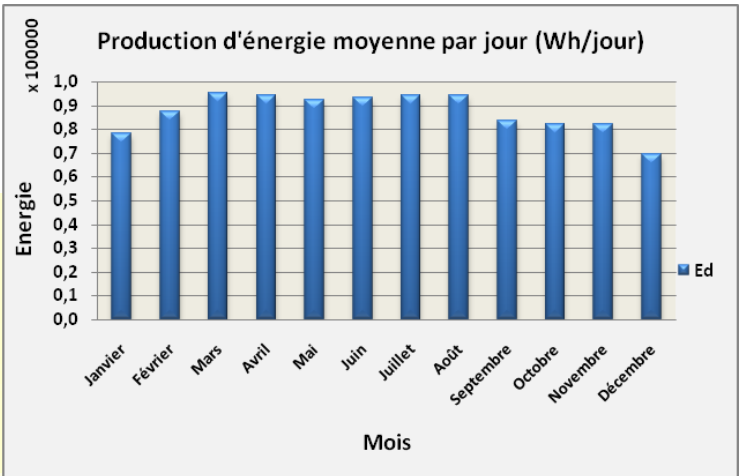


Fig.10. Production mensuelle d'énergie par le système PV hors-réseau

Tableau.6.

Cs	Cb
50-55	99,0
55-60	0
60-65	0
65-70	0
70-75	0
75-80	0
80-85	0
85-90	0
90-95	0
95-100	0

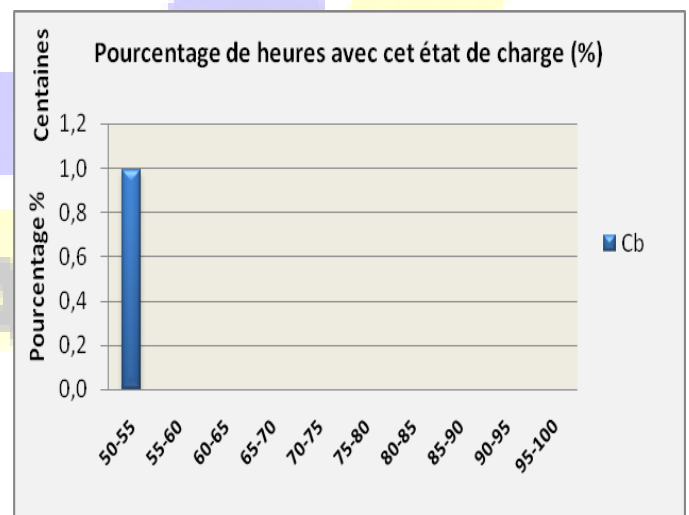


Fig. 11. Probabilité d'état de charge de la batterie à la fin chaque heure



Le 4^{ème} Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

The 4th International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2016



VI. DISCUSSION

D'après les résultats obtenus de la simulation et de la consommation de l'énergie de (l'ADE) on constate d'après les tableaux T.1, T.2, T.3 et T.4 et les figures (4,5,7 et 8) que (ADE) consomme beaucoup plus dans la deuxième et le troisième trimestre, période du printemps et d'été (les graphes on la même allure); d'où on peut produire et consommer de l'électricité seulement par le système PV dans les deux trimestres (TR2 et TR3) et même la possibilité de produire l'énergie dans les heures pointes et éviter les arrêts programmés ou bien stoker l'énergie dans des batteries comme il est montré dans la partie (performance du système solaire hors réseau) sur les tableaux T5 et T6 ou la production d'énergie par jour est au maximum pendant la période du printemps (Mars/Avril=95100 et 94200 Wh/Jour) et d'été (juin/Juillet=93500 et 94200 Wh/Jour).

VII. CONCLUSION

La gestion d'énergie adaptée, à travers l'optimisation de la production avec l'intégration des ressources renouvelables comme une éolienne, panneaux photovoltaïques ... etc . Permet de diminuer le surcout total lié au carburant pour la production (en tout frais d'investissement) et par conséquent la réduction d'émission de CO₂ (moins de production = moins d'émission), dans notre cas, cette optimisation permet de réaliser une économie d'énergie et une obligation de réduction des émissions des gaz notamment le CO₂ et la recherche des solutions d'optimisations environnementale de l'énergie dans le réseau électrique.

REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier Monsieur KASMI Ahmed directeur de Zone ADE Bechar et Mr. SAKHAL Rachid Zine Eddine le directeur d'unité ADE Adrar, Mr. AKIDDI Abdelkarim technicien (Expérience plus de 25 ans dans l'entreprise ADE Adrar) et M^{elle}. BEN LAKHAL Fadila ingénieure chargée d'étude ; pour leurs aides précieusement et leurs disponibilités.

REFERENCES

- [01] Chris Moor & Kevin Smith. "Renewable Energy in South East Europe". British library - 2007.
- [02] Christian Ngô & Joseph B. Natowitz. "Our energy future resources, alternatives, and the environment" A JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION.2009
- [03] Konrad Soyez & Hartmut GraBl. "Climate Change and Technological Options." Basic facts, Evaluation and Practical Solutions Springer WienNewYork. 2008.
- [04] Nobuo Tanaka. "CO₂ Emissions from fuel combustion". Printed in France by Jouve. October 2010.
- [05] Valentin Crastan. "Global Energy Economics and Climate Protection Report 2009". Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2010.
- [06] Understanding Environmental Pollution Third edition. Marquita K. Hill Adjunct Professor, Virginia Polytechnic, Institute and State

- [07] University and formerly of the University of Maine CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, First published in print format 2010.
- [08] Aldo Vieira da Rosa & Palo Alto." Renewable energy processes". 2nd Edition. Elsevier Inc. 2009.
- [09] John R. McIntyre & Silvester Ivanaj & Vera Ivanaj. "Multinational Enterprises and the Challenge of Sustainable Development". Library of Congress. 2009.
- [10] Michael Mason & Amit Mor. "Renewable Energy in the Middle East". Springer. 2008.
- [11] Giles Atkinson & Simon Dietz & Eric Neumayer. "Handbook of Sustainable Development". 2007.
- [12] Robert P. Kenny*, Thomas A. Huld, Susana Iglesias. Energy rating of PV modules based on PVGIS irradiance and temperature database. 21st European Photovoltaic Solar Energy Conference, 4-8 September 2006, Dresden, Germany.2006. Page 2088-2092.
- [13] A. Hadj Arab, M. Benganem et A. Gharbi ,Dimensionnement de Systèmes de Pompage Photovoltaïque. Rev. Energ. Ren. Vol. 8 (2005) 19 – 26.
- [14] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?map=africa>
Jimmy Royer, Thomas Djiako, Eric Schiller et Bocar Sada Sy Sous la direction de Eric Schiller. Le pompage photovoltaïque : manuel de cours à l'intention des ingénieurs et des techniciens. Publ. en collab. avec : IEPF, Université d'Ottawa, EIER, CREPA. ISBN 2-89481-006-7.
- [15] Photovoltaic project analysis chapter. Minister of Natural Resources Canada 2001 - 2004.
- [16] ALLALI Malika. « Environmental Optimization of the Energy in an Electrical Network». University of Science and Technology of Oran - Mohamed Boudiaf - Faculty of Electrical Engineering - Department of Electrical Engineering 2012.
- [17] M. ALLALI, M. Tamali. "Solar Pumping for Environmental Optimization of Energy in an Electrical Network". Elsevier , Energy Procedia 2013.

Source: Toutes les données sont calculées à partir des factures de la Société de distribution d'électricité et du gaz de l'Ouest (SONELGAZ-Adrar). Nous avons 16 contrats (16 Forages) dont deux forages sont en arrêt.