



# Énergie photovoltaïque pour une ferme laitière intelligente à Tlemcen

Mostefaoui Zineb<sup>\*1</sup>, Amara Sofiane<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unité de Recherche Matériaux et Energies Renouvelables (URMER), Université de Tlemcen BPP 119, Tlemcen 13000, Algérie

<sup>\*</sup>zineb.mostefaoui@gmail.com

**Abstract**— La consommation d'électricité en Algérie augmente chaque année d'environ 9,5%, ceci étant dû à la croissance économique et à la croissance démographique. Par conséquent, un des objectifs du gouvernement est d'introduire l'énergie renouvelable dans tous les secteurs, en particulier le secteur agricole, qui dépend fortement des combustibles fossiles pour faire fonctionner les systèmes de refroidissement pour la traite et d'autres systèmes.

Cet article présente une analyse du système photovoltaïque connecté au réseau dans une ferme laitière à Tlemcen. C'est une ferme pilote qui consomme environ 42 MWh/an d'énergie électrique. Sur cette base, nous avons dimensionné le système photovoltaïque à l'aide du logiciel HOMER. Cependant, nos résultats montrent que le système photovoltaïque raccordé au réseau de 30 kW pourrait produire 54,03 MWh / an d'énergie électrique. Où 28,54 kWh/an d'électricité a été générée à partir du générateur photovoltaïque et 25,44 kWh/an a été fournie par le réseau. De plus, l'énergie injectée dans le réseau a été estimée à 8,430 MWh/an. Cette ferme ne dépend pas entièrement du réseau, car environ 53% de la production d'énergie totale est générée par le générateur photovoltaïque. Par conséquent, cette étude montre l'efficacité et la rentabilité du système PV-réseau en terme économique et environnemental.

L'utilisation de ce système dans la plupart des fermes laitières en Algérie contribue au développement de la production agricole nationale. Cette étude peut être généralisée pour les sites du monde entier ayant les mêmes conditions d'ensoleillement.

**Mots clés**— Système photovoltaïque, ferme agricole, énergie électrique, besoins énergétique, logiciel HOMER

## I. INTRODUCTION

L'électricité est un élément important pour le développement d'un pays. La consommation d'électricité en Algérie augmente chaque année d'environ 9,5% [1]. Selon SONELGAZ, le nombre de clients est passé de 6,04 millions en 2007 à 7,42 millions en 2012 [2], ceci étant dû à la croissance démographique et économique. Par conséquent, le gouvernement algérien cherche à stimuler les énergies renouvelables, ainsi un de ses objectifs est d'installer des centrales solaires et éoliennes, estimées à 22 GW, d'ici 2030 [3]. Sachant que la durée d'ensoleillement en Algérie varie de 2000h à 3500 h par an [4].

Les énergies renouvelables ont de grands avantages sur les agriculteurs algériens. On outre, la production d'énergie

renouvelable dans les villages ruraux alimente les exploitations agricoles dans différents usages tels que : le pompage de l'eau, le refroidissement et la réfrigération, ainsi aide les producteurs laitiers de produire de plus grandes quantités de lait. Parce que la ventilation dans les logements laitiers a une importance primordiale. Les vaches laitières ont besoin d'un air frais et sain pour atteindre leur potentiel de production. De plus, les ventilateurs installés dans la grange réduiront le stress thermique et encourageront les vaches à venir manger. Les vaches peuvent respirer plus facilement et maintenir leur température corporelle, une fois que la température dépasse 25 ° C, les vaches réduisent leur consommation [5].

Dans la littérature, plusieurs chercheurs ont discuté de l'impact des énergies renouvelables sur le développement du secteur agricole. Une étude de ferme laitière menée par l'État de New York en 2003 a estimé une consommation électrique moyenne de 781 kWh par vache et par an [6]. Maammeur et al [7], ont choisi une ferme typique à Chlef, puis ils ont calculé la quantité quotidienne d'électricité consommée par le matériel agricole, puis ils ont proposé un système photovoltaïque connecté au réseau pour répondre aux besoins de la ferme. Nacer et al, [8] ont analysé la performance d'un système photovoltaïque connecté au réseau sur les exploitations familiales dans les zones rurales. Bey et al [9], ont fait une étude qui a été réalisé dans une ferme laitière au sud de Tlemcen, la méthodologie de cette étude est d'optimiser l'irrigation et l'éclairage, en utilisant un système photovoltaïque connecté au réseau. Une autre étude a été réalisée en Inde par chel et kaushik [10], pour promouvoir les énergies renouvelables et propres dans le secteur agricole. Une étude similaire a été réalisée en Turquie par Bayrakci et Koçar [11], qui prévoit de promouvoir et d'appliquer les différentes formes d'énergie renouvelable dans l'agriculture. Houston et al [12] ont évalué l'impact positif et l'efficacité de l'utilisation des énergies renouvelables dans les petites exploitations laitières. Une autre étude sur l'impact technico-économique d'un système hybride PV / éolienne sur une ferme de taille moyenne dans le désert d'Algérie à l'aide du logiciel HOMER [13]. Dans le même contexte, une analyse technico-économique en Californie influence l'utilisation des énergies renouvelables dans les exploitations agricoles [14]. Les bâtiments laitiers ont souvent besoin de ventilation pour



# Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algeria 24 - 25 Octobre 2018



changer l'air à l'intérieur. Shen et al, ont suggéré une dynamique des fluides computationnelle (CFD) pour fournir une ventilation naturelle sur une ferme laitière [15]. Sur la côte nord-ouest de la Sicile, Tudisca et al. Ont mené une étude économique de quatre dispositifs photovoltaïques pour des bâtiments agricoles dans quatre fermes, l'objectif de ce système étant de répondre aux besoins totaux de ces quatre fermes, en plus de vendre de l'électricité à la grille [16]. Il y avait suffisamment de preuves de recherche théoriques concernant l'application de l'énergie renouvelable dans les fermes.

### II. PRÉSENTATION DU SITE

Remchi est une commune située au nord du Tlemcen (35 ° 04'N, 1 ° 26'O). Elle se caractérise par un climat méditerranéen. Elle se trouve sur des terres agricoles fertiles. Le rayonnement horizontal global estimé et la température sont donnés dans le tableau 1.

TABELE 1 IRRADIATION ET TEMPERATURE A REMCHI

Mois	Rayonnement horizontal global (KWh/m <sup>2</sup> /jour)	Températures (°C)		
		T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	T <sub>moyenne</sub>
Janvier	0.800	2	11	6
Fevrier	1.380	2	10	5
Mars	2.610	4	14	9
Avril	4.380	5	22	10
Mai	5.050	7	26	12
Juin	5.480	13	36	16
Juillet	5.110	16	44	18
Aout	4.300	17	43	32
Septembre	3.310	13	34	27
Octobre	1.910	11	30	24
Novembre	0.960	0	16	16
Decembre	0.650	0	15	5

Cette étude a été menée sur une ferme traditionnelle, que nous avons visitée pour connaître l'équipement qui fonctionne par l'électricité et les problèmes les plus importants rencontrés

par les agriculteurs tels que les coupures d'électricité. La superficie de cette ferme est d'environ 450m<sup>2</sup> où il y a une salle de traite, une salle de stockage des produits agricoles et la plus grande superficie était pour le pâturage, il y a 50 vaches laitières qui se nourrissent de l'herbe de maies.

### III. CONSOMMATION D'ELECTRICITE DANS UNE FERME LAITIERE

La consommation d'électricité de la ferme laitière était requise pour différents usages: Éclairage, Ventilation, Traite, Refroidissement du lait et Réfrigération des produits stockés, le pompage de l'eau.

#### A. Elairage

Un éclairage naturel n'est pas suffisant dans une ferme laitière; il doit être complété par un éclairage artificiel. Les vaches laitières qui reçoivent continuellement 16 heures de lumière par jour augmenteront leur production laitière de 5 à 16% avec une ingestion de 6% et maintiendront leurs performances de reproduction, comparativement aux vaches recevant 13,5 heures de lumière ou moins [5]. La consommation électrique quotidienne de l'éclairage est donnée par l'équation suivante:

$$E_{Ligh} = N_{Lamp} P_{Lamp} t_{Ligh}$$

Où,  $E_{Ligh}$  est la consommation électrique quotidienne de l'éclairage (Wh / jour),  $P_{Lamp}$  est la puissance de la lampe (W),  $N_{Lamp}$  est le nombre total de lampes et  $t_{Lighest}$  la durée de l'éclairage.

#### B. Ventilation

Pendant la période chaude, il est très important d'assurer l'air frais dans la ferme. De plus, les ventilateurs installés dans la grange réduiront le stress thermique et encourageront les vaches à venir manger et donc à produire plus de lait. Cependant, en novembre, décembre, janvier et février, il n'est pas nécessaire de faire fonctionner les ventilateurs. La consommation électrique quotidienne de ventilation est donnée par l'équation suivante:

$$E_{vent} = N_{fan} P_{fan} t_{fan}$$

Où,  $E_{vent}$  est la consommation électrique quotidienne de ventilation (Wh / jour),  $P_{fan}$  puissance du ventilateur (W),  $N_{fan}$  le nombre total de ventilateurs.

#### C. Traite

Les vaches sont généralement traites deux fois par jour, bien que certaines fermes traitent trois fois par jour. Une traite plus fréquente entraîne une production de lait plus élevée si une nutrition adéquate est fournie. La consommation électrique quotidienne de la traite est donnée par l'équation suivante:



# Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



$$E_{Milk} = N_{Cows} P_{Milk} t_{Milk}$$

Où,  $E_{Milk}$  est la consommation électrique quotidienne de la traite (Wh / jour),  $P_{Milk}$  est la puissance des machines de traire (W),  $N_{Cows}$  est le nombre de vaches laitières,  $t_{Milk}$  est le temps de la traite.

#### D. Refroidissement du lait et réfrigération des produits agricoles stockés

Le refroidissement et la réfrigération constituent un élément essentiel dans les exploitations laitières. Cela nécessite un réservoir désinfecté et vide, pour maintenir la température du lait à 4 ° C. Et les chambres froides pour conserver les produits agricoles après la récolte. La consommation électrique quotidienne de refroidissement et de réfrigération est donnée par équation:

$$E_{C\&R} = P_C t_C + N_{RM} P_{RM} t_R$$

Où,  $E_{C\&R}$  est la consommation électrique quotidienne de refroidissement et de réfrigération (Wh / jour),  $P_C$  est la puissance du réservoir,  $t_C$  est le temps de refroidissement,  $N_{RM}$  est le nombre de machines frigorifiques,  $P_{RM}$  est la puissance de la machine frigorifique (W), et  $t_R$  est le temps de la réfrigération.

#### E. Pompage d'eau

Toute ferme laitière consomme beaucoup d'eau, car les vaches à haut rendement ont besoin de plus de 150 litres d'eau fraîche par jour, l'hygiène de la grange nécessite également une quantité considérable d'eau. La quantité totale quotidienne d'eau est calculée par l'équation suivante:

$$Q_{water} = Q_{Cows} N_{Cows} + Q_{Hva}$$

La consommation journalière requise pour le pompage de l'eau est calculée par équation:

$$E_{Pump} = P_{Pump} t_{Pump}$$

Où,  $E_{Pump}$  est la consommation quotidienne requise pour le pompage de l'eau,  $P_{Pump}$  est la puissance de la pompe, et  $t_{Pump}$  le temps de pompage. Le temps de pompage peut être donné par équation:

$$t_{Pump} = \frac{Q_{water}}{\dot{Q}}$$

La consommation totale d'électricité de la ferme laitière est calculée en utilisant l'équation ci-dessous:

$$E_{demand} = E_{Liah} + E_{vent} + E_{Milk} + E_{C\&R} + E_{Pump}$$

Le tableau 2 met en évidence les principaux consommateurs d'énergie ainsi que les heures de fonctionnement et la puissance nominale de chaque équipement.

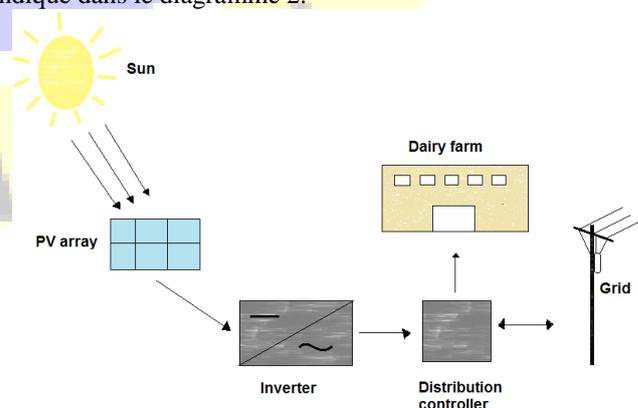
TABLEAU 2 PUISSANCE NOMINALE DES APPAREILS ET L'HEURE DE FONCTIONNEMENT CORRESPONDANTE.

Equipment	Durée h/day	Puissance (W)	Nombre
Eclairage	16 (en hiver)	30	10 lampes (éclairage fluorescent)
		40	20 lampes (éclairage fluorescent)
Ventilation	16 (in Summer)	750	5
Trait	3	550	5
Refroidissement	14	1235	3
Réfrigération	24	980	1 chambre froide <sup>1</sup>
Pompage	5	450	1

[20]

#### IV. PRODUCTION DE L'ELECTRICITE PAR LE SYSTEME PHOTOVOLTAÏQUE

Comme la région méditerranéenne a des très bonnes ressources dans la plupart des endroits. Compte tenu de la disponibilité du soleil et de la consommation annuelle d'électricité de la ferme d'environ 42,34 MWh, la mise en place d'un système d'énergie solaire est envisagée. L'électricité moyenne consommée par la ferme laitière a été estimée à 122 kWh / jour. Le système PV pour répondre pleinement à la demande de charge, il comprend des panneaux solaires photovoltaïques, onduleur, DC et AC consommateurs, comme indiqué dans le diagramme 2.





# Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



Fig. 2 Système PV connecté au réseau

La puissance crête du système PV est calculée par l'équation suivante:

$$P_c = \frac{P_i \cdot R_g \cdot F \cdot \eta_{inv}}{1000}$$

Où,  $P_c$  est la puissance de crête du système PV (kWp),  $P_i$  est le solaire à STC (1 kW / m<sup>2</sup>, 25 ° C),  $R_g$  est le rayonnement solaire global, qui est égal à 5.48kWh / m<sup>2</sup> / jour, dans le mois le plus favorable.  $F$  est le facteur de déclassement PV, qui est compris entre 0,85 et 0,90,  $\eta_{inv}$  est le rendement de l'onduleur (95%). toutes les caractéristiques des panneaux proposés sont indiquées dans le tableau 3.

La consommation journalière d'électricité a été estimée à 157,59 kWh / jour; dans la période d'été. Nous utilisons l'équation (1), pour calculer la valeur de la puissance de crête du système PV, la valeur trouvée est de 37,83 kWc, aux conditions standard.

Le logiciel HOMER a été utilisé pour calculer la production d'énergie du système photovoltaïque, en utilisant l'équation suivante [7]:

$$E_{PV} = C_{PV} f_{PV} \left( \frac{G}{G_{SC}} \right) \left[ 1 + \alpha_T (T_{PV} - T_{PV,STC}) \right]$$

Où,  $C_{PV}$  est la capacité nominale du réseau PV;  $f_{PV}$  est l'efficacité du module PV;  $\alpha_T$  est le coefficient de la température de puissance (% / ° C); qui est entre -0,5% / ° C et -0,3% / ° C dans le silicium cristallin [17].  $G$  est le rayonnement solaire sur un module de plan incliné (kW / m<sup>2</sup>),  $G_{SC}$  le rayonnement solaire dans des conditions standard (1kW / m<sup>2</sup>).  $T_{PV}$ ,  $T_{PV,STC}$  Il s'agit de la température du module PV et de la température du module PV dans des conditions standard (25 ° C), respectivement.

Lorsque l'énergie PV dépasse la demande, le système PV doit vendre l'énergie excédentaire au réseau. Selon l'équation suivante:

$$E_{Sold} = E_{PV} - E_{demand}$$

Lorsque le besoin en électricité dépasse l'énergie PV, le système PV ne peut donc pas répondre aux besoins de la ferme, et l'énergie requise doit être achetée par le réseau.

$$E_{arid} = E_{demand} - E_{PV}$$

L'énergie consommée par la ferme pendant 8760h et l'efficacité énergétique sont calculées selon les équations suivantes:

$$E_{8760} = E_{PV} + E_{arid}$$

$$EE = \frac{E_{PV}}{E_{8760}}$$

Où,  $E_{PV}$  est l'énergie produite par le système PV (kWh / an),  $E_{grid}$  l'énergie consommée du réseau (kWh / an),  $RF$  est la Fraction Renouvelable,  $E_{8760}$  est l'énergie consommée par la ferme (kWh / an).

TABEAU 3 TOUTES LES CARACTERISTIQUES DES PANNEAUX [21]

Marque	Condor Electronics
Type	Monocristaline
Nombre de cellules	72 (6×12)
Dimensions	1956×992×50 mm
P	310 Wp
$I_{MPP}$	8.401 A
$V_{MPP}$	37.57 V
$I_{CC}$	9.019 A
$V_{CO}$	44.83 V

### V. RESULTATS ET DISCUSSION

La consommation annuelle d'énergie électrique de la ferme pilote a été calculée à l'aide du logiciel Excel (voir Fig. 3). La consommation la plus élevée de l'électricité de 18,67 MWh / an est destinée aux équipements de refroidissement, qui comprenaient trois réservoirs de refroidissement à partir de 330 litres. Pour la ventilation, nous avons une consommation d'électricité annuelle de 7,02 MWh / an; c'est parce que nous voulons minimiser le stress des vaches, par conséquent, la production de lait augmente. La consommation d'électricité la plus inférieure était pour le pompage égal à 1,02 MWh / an. Parce que nous n'avons qu'une seule pompe d'eau utilisée uniquement pour assurer l'eau propre aux vaches et aux applications d'hygiène. D'autre part, les équipements de réfrigération consomment environ 8,46 MWh / an, ce qui comprend une chambre froide positive avec un fonctionnement continu. Et puis, la consommation annuelle d'électricité pour la traite a été estimée à 2,97 MWh / an, que nous avons cinq pompes à vide de 550 W. Enfin, pour l'éclairage, la consommation annuelle d'électricité a été estimée à 4,02 MWh / an. Nous avons opté pour l'éclairage fluorescent car ils consomment moins d'énergie, alors que nous évitons d'utiliser un éclairage incandescent car il consomme plus d'énergie, et émet également une quantité importante de chaleur.



# Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018

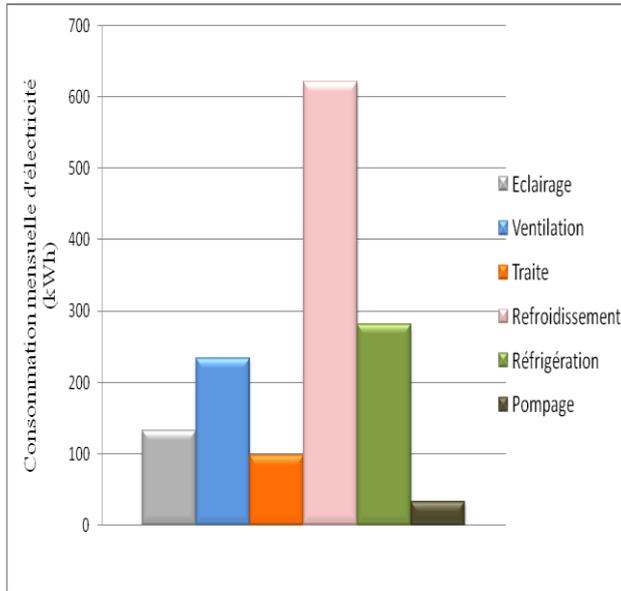


Fig. 3 Consommation d'électricité par an (kWh)

La consommation de la ferme est divisée en trois parties, selon les graphes suivants (voir Fig. 4):

1) Petites consommations (janvier, février, mars, novembre, décembre)

Pendant la journée, nous avons trois traites par jour. Le processus de traite peut prendre de 1 heure à 1h30, et juste après, il faut un refroidissement et un stockage du lait avant la vente. En plus de cela, il y a le fonctionnement d'autres équipements (éclairage, pompage et réfrigération), à l'exception de la ventilation. Par conséquent, la consommation quotidienne est de 99,09 kWh / jour, dans la nuit, la consommation est presque nulle.

2) Consommation moyenne (avril, mai, septembre, octobre)

Durant cette période, la consommation journalière pourrait atteindre 110,84 kWh / jour. En plus de la traite, du refroidissement et du stockage du lait, de l'éclairage, du pompage et de la réfrigération, nous avons également besoin de ventiler l'étable de 12h00 à 17h00, car à ce moment-là, la température peut atteindre 39 ° C.

3) Consommation élevée (juin, juillet, août)

Rien ne changera pour la consommation durant cette période, sauf que le temps de ventilation augmente, passant de 5 heures à environ 16 heures, car cette région est caractérisée par des étés chauds. Par conséquent, la consommation journalière est estimée à 157,59 kWh / jour.

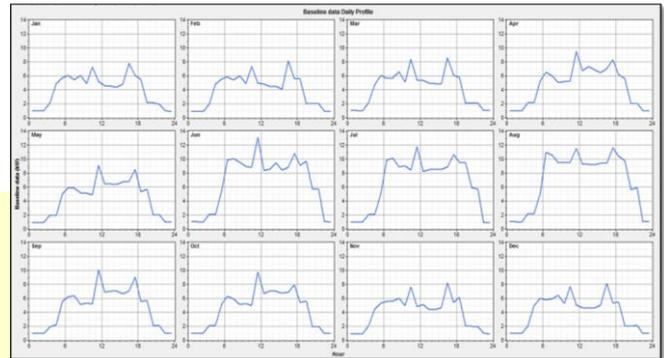


Fig. 4 Profil de consommation d'électricité de la ferme pilote.

La puissance de crête calculée du système PV est  $P_C = 37,83\text{kWP}$ . Les températures moyennes mensuelles et les rayonnements quotidiens sont utilisés pour la simulation avec le logiciel HOMER. Nous avons quatre puissance de système PV (25, 30, 35, 40 kW), quatre puissance de convertisseur (25, 30, 35, 40 kW), et une seule puissance de grille (1000kW), qui donnent 16 résultats de simulation, ils sont représentés sur la figure 5 suivante.

Sensitivity Results		Optimization Results									
Sensitivity variables											
PV Slope (deg) [20]											
Double click on a system below for simulation results.											
	PV (kW)	Conv. (kW)	Grid (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.			
25	25	1000	\$ 152,500	5,380	\$ 221,271	0.405	0.47				
25	30	1000	\$ 156,000	5,473	\$ 225,959	0.414	0.47				
25	35	1000	\$ 159,500	5,566	\$ 230,648	0.422	0.47				
25	40	1000	\$ 163,000	5,659	\$ 235,336	0.431	0.47				
30	25	1000	\$ 179,500	5,956	\$ 251,024	0.460	0.53				
30	30	1000	\$ 183,000	5,688	\$ 255,713	0.468	0.53				
30	35	1000	\$ 186,500	5,781	\$ 260,401	0.477	0.53				
30	40	1000	\$ 190,000	5,874	\$ 265,090	0.486	0.53				
35	25	1000	\$ 206,500	5,631	\$ 281,043	0.515	0.58				
35	30	1000	\$ 210,000	5,917	\$ 285,939	0.523	0.58				
35	35	1000	\$ 213,500	6,010	\$ 290,837	0.532	0.58				
35	40	1000	\$ 217,000	6,103	\$ 295,735	0.540	0.58				
40	25	1000	\$ 233,500	6,098	\$ 311,455	0.571	0.62				
40	30	1000	\$ 237,000	6,159	\$ 316,327	0.578	0.62				
40	35	1000	\$ 240,500	6,249	\$ 320,383	0.587	0.62				
40	40	1000	\$ 244,000	6,342	\$ 325,072	0.595	0.62				

Fig. 5. Résultats de la simulation du système PV connecté au réseau

L'angle d'inclinaison de 20 ° a donné une meilleure valeur de la fraction renouvelable RF, puis une meilleure production d'énergie PV, si on les compare avec 25 °, 30 ° et 35 °. Après avoir obtenu l'inclinaison optimale, nous avons donc simulé le système PV-réseau avec différentes puissances PV. Nous avons opté pour une puissance de système PV qui a permis l'égalité entre la production totale de système PV, et la consommation totale par réseau, dans l'année.

Le tableau 3 ci-dessous résume nos principaux résultats de simulation, les quatre puissances du système PV (25, 30, 35, 40 kW), la production totale du système PV, la consommation totale par le réseau, la fraction renouvelable et la consommation annuelle de la ferme. Nous avons constaté que les 30 kWp peuvent générer une énergie PV presque égale à la consommation d'énergie par le réseau. Par conséquent, 53% est de l'énergie produite par les panneaux photovoltaïques et 47% est de l'énergie achetée au réseau.



# Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

## The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



TABLEAU 4 LA VARIATION DE LA FRACTION RENOUVELABLE EN FONCTION DE LA PUISSANCE PHOTOVOLTAÏQUE.

P <sub>PV</sub> (kW <sub>c</sub> )	E <sub>PV</sub> (MWh/yr)	E de réseau (MWh/yr)	E totale (MWh/yr)	FR (%)	Consommation (MWh/yr)
25	23.786	26.873	50.659	47	42.705
30	28.543	25.447	53.990	53	
35	33.300	24.297	57.597	57	
40	38.057	23.350	61.407	62	

Quand nous avons fait le bilan énergétique annuel pour 30kW<sub>p</sub>, nous avons les résultats suivants montrés dans le tableau 4. La quantité d'énergie fournie par le système PV-grille est 53.99MWh / an, 28.543 MWh / an a été générée à partir de PV et 25.44MWh / an est la quantité d'électricité achetée au réseau. D'autre part, l'énergie injectée dans le réseau a été estimée à 8,43 MWh / an. La consommation d'énergie annuelle de la ferme a été estimée à 42,70 MWh / an et la fraction renouvelable à 53%.

Toutefois, la figure 6 montre la production mensuelle d'électricité par champ photovoltaïque et l'énergie achetée au réseau. Nous avons constaté que le système photovoltaïque de 30 kW<sub>p</sub> couvre plus de la moitié de la charge agricole dans les 7 mois (mars, avril, mai, juin, juillet, Août et septembre). En fait, il y avait aussi la production d'énergie PV, dans les 5 mois suivants, janvier, février, octobre, novembre et décembre, mais ce n'est pas suffisant. C'est parce que, la durée du soleil en été est très importante par rapport à l'hiver.

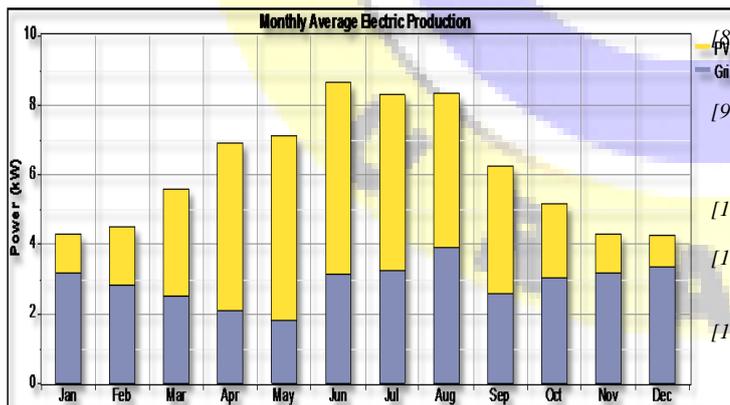


Fig. 6 Système photovoltaïque connecté au réseau de 30 kW

### VI. CONCLUSIONS

Une étude réelle a été réalisée sur la faisabilité et l'efficacité du système photovoltaïque connecté au réseau sur une ferme laitière, dans la province de Tlemcen. C'est une ferme pilote qui consomme environ 42,34 MWh / an d'énergie électrique. Sur cette base, le système a été dimensionné en utilisant le logiciel HOMER, pour alimenter cette ferme. Un système photovoltaïque raccordé au réseau de 30W pourrait produire 54,03 MWh / an, avec une fraction renouvelable de 53%, 28,54 kWh / an générée par le générateur photovoltaïque et 25,44 kWh / an la quantité d'électricité achetée au réseau et l'énergie injectée dans la grille a été estimée à 8,43 MWh / an.

Les systèmes photovoltaïques connectés au réseau est une approche économique et prometteuse pour développer l'agriculture en Algérie et dans les pays méditerranéens, en plus, pour sauver la planète de la pollution pour les générations futures.

### REFERENCES

- [1] Evolution de l'Energie Produite par les Centrales Electriques, in: Algerian Ministry of Energy and Mining, 2015.
- [2] SONELGAZ Société Nationale de l'Electricité et de Gaz. Rapports d'activités et comptes de gestion consolidés 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012. [Accessed from: (<http://www.sonelgaz.dz>)].
- [3] Agence Nationale de Développement de l'Investissement ANDI', <http://www.andi.dz/index.php/fr/les-energies-renouvelables>, [accessed 16 March 2017].
- [4] Stambouli, AB.: 'Promotion of renewable energies in Algeria: strategies and perspectives', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, 15, (2), pp. 1169-1181.
- [5] Delaval (2006), guide du confort de la vache Delaval.
- [6] Ludington, D., Johnson E.: 'Dairy farm energy audit summary. Albany, NY: New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA), 2003. <http://www.nyserdera.org/Publications/Research-and-Development-Technical-Reports/Other-Technical-Reports/Energy-Audit-Reports.aspx>.
- [7] Maammour, H., Hamidat, A., Loukarfi, L., et al.: 'Performance investigation of grid-connected PV systems for family farms: case study of North-West of Algeria', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017, 78, pp. 1208-1220.
- [8] Nacer, T., Hamidat, A., Nadjemi, O., et al.: 'Feasibility study of grid connected photovoltaic system in family farms for electricity generation in rural areas', *Renewable Energy*, 2016, 96, pp. 305-318.
- [9] Bey, M., Hamidat, A., Benyoucef, B., et al.: 'Viability study of the use of grid connected photovoltaic system in agriculture: Case of Algerian dairy farms', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, 63, pp. 333-345.
- [10] Chel, A., Kaushik, G.: 'Renewable energy for sustainable agriculture', *Agron. Sust. Dev.*, 2011, 31, pp. 91-118.
- [11] Bayrakci, AG., Koçar, G.: 'Utilization of renewable energies in Turkey's agriculture', *Renew. Sustain. Energy Rev*, 2012, 16, pp. 618-633
- [12] Houston, C., Gyamfi, S., Whale, J.: 'Evaluation of energy efficiency and renewable energy generation opportunities for small scale dairy farms: a case study in Prince Edward Island, Canada', *Renew Energy*, 2014, 67, pp. 20-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2013.11.040>
- [13] Nacer, T., Hamidat, A., Nadjemi, O.: 'Techno-economic impacts analysis of a hybrid grid connected energy system applied for a cattle farm', *Energy Procedia*, 2015, 75, pp. 963-968
- [14] Beckman, J., Xiarchos, IM.: 'Why are Californian farmers adopting more (and larger) renewable energy operations?', *Renew. Energy*, 2013, 55, pp. 322-330



## Le 5<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 5<sup>th</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,  
Ghardaïa - Algérie 24 - 25 Octobre 2018



- [15] Shen, X., Zhang, G., Wu, W., et al.: 'Model-based control of natural ventilation in dairy buildings, *Comput', Electron. Agric*, 2013, 94, pp. 47-57
- [16] Tudisca, S., Di Trapani, A. M., Sgroi, F., et al.: 'Economic analysis of PV systems on buildings in Sicilian farms', *Renewable and sustainable energy reviews*, 2013, 28, pp. 691-701
- [17] Fuentes, M., Nofuentes, G., Aguilera, J., et al.: 'Application and validation of algebraic methods to predict the behaviour of crystalline silicon PV modules in Mediterranean climates', *Sol. Energy.*, 2007, 81, pp 1396-1408.
- [18] 'Homer energy', [www.homerenergy.com](http://www.homerenergy.com)
- [19] Bélanger-Gravel, J. (2012). *Analyse technico-économique d'un système hybride éolien-photovoltaïque en comparaison avec les systèmes photovoltaïque et éolien seuls*. Ecole Polytechnique, Montreal (Canada)
- [20] 'Quelle chambre froide installer ?', <http://www.sogafroid.com/2niveau/936chambre.htm>
- [21] 'Cataloguedeskitsolaires2014', [www.condor.dz](http://www.condor.dz)

