



UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées

Département de Génie Mécanique

Mémoire de fin d'études

Master

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Génie Mécanique

Option : Energétique

Présenté par :

Difallah Amor

Thème:

Etude de l'évolution de la consommation énergétique
d'irrigation des palmiers et le potentiel d'intégration du
bioéthanol des déchets des dattes

Soutenu publiquement

Le 09/06/2014

Devant le jury :

M^f Nakes Med Taher

M.A.A. Université KM Ouargla

Président

Dr. Dokkar Boubakeur

M.C. B Université KM Ouargla

Encadreur/rapporteur

M^f Kouras Sid Ali

M.A .B Université KM Ouargla

Examinateur

Année universitaire 2013/2014

REMERCIEMENTS

Tout d'abord on remercie le bon Dieu tout puissant de la bonne santé, la volonté et de la patience qu'il nous a donnée tout au long de notre étude.

*Nous remercions Très sincèrement Mr. **Dokkar Boubakeur** notre promoteur de ce travail, pour ses conseils pertinents. ses orientations*

Judicieuses sa patience et diligence, et par ses suggestions à faciliter grandement ce travail.

Nous tenons à remercier également les membres de jury.

Un remerciement spécial aux étudiants de la 2^{ème} année Master de génie mécanique spécifiquement génie énergétique

Amor Díf Allah

Dédicace

Je dédie ce modeste travail.

A ma mère avec toute mon affection.

A mon père avec toute ma reconnaissance.

A mes frères et mes sœurs.

A tout ma famille.

A tous mes amis chacun à son nom.

Amor Díf Allah

SOMMAIRE

Introduction	01
Chapitre I: Description des palmiers dattiers	
1. Historique et origine	03
2. Classification de palmier dattier	03
3. Importance Socio-économique du palmier dattier	04
4. Caractéristique morphologique	04
4.1 Inflorescences	04
4.2. Fleurs	05
4.3. Fruits (les dattes)	05
4.4. Graines	06
4.5. Feuilles	06
4.6. Tronc	06
4.7 Racines	06
5. Différents cycles des palmiers dattiers	07
5.1 Cycle de développement	07
5.2 Cycle végétatif annuel du palmier dattier	07
6. Exigences	08
6.1. Exigences climatique	08
6.1.1 Température	08
6.2. Exigences hydrique	08
6.3. Exigences édaphiques	08
6.4. Exigences culturelles	08
7. Multiplication de palmier dattier	08
7.1. Origine des cultivars	08
7.2. Multiplication in vitro	09
7.3 Multiplication par voie végétative	09
Chapitre II: Type d'irrigation et mode d'alimentation	
1. Irrigation de palmiers dattiers	11
2. Techniques d'irrigation traditionnelle	11
2.1. Système d'irrigation par épandage de crues	11
2.2. Système d'irrigation par puits	11
1. Les puits	11
2. L'outre de peau (Dalou)	11
3. Les canaux	12
4. La seguia	12
3. Alimentation par énergie solaire	12
3.1. Différents types des systèmes photovoltaïques	13
3.1.1 Systèmes photovoltaïques autonomes	13
3.1.2 Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau	13
4. Alimentation pendant les périodes non ensoleillées	13

4.1 Connexion au réseau	13
5. Electrolyseur et pile à combustible	14
6. Réservoir d'eau	15
7. Energie éolienne	16
8. Biomasse	17
9. Groupe électrogène	18
Chapitre IV: Statistique de production et consommation	
1. Présentation de la région	20
1.1 Répartition des palmiers dattiers	20
1.2 Statistique de production des palmiers dattiers	21
1.3 Statistique de type production de dattiers	22
2. Détermination des surfaces implantées	24
2.1 Densité de production	24
3. Carte de forage d'eau	25
4. Consommation électrique des forages	26
5. Choix de type d'assistance du système photovoltaïque	29
5.1 Calcul de champs PV	33
5.1.1 Puissance crête	33
5.2 Nombre des modules	33
6. Calcul des coûts de système PV	33
6.1 Coût de module photovoltaïque	33
6.2 Coût de l'onduleur	33
6.3 Coût supplémentaire (câblage, fusibles, commutateurs)	33
7. Coût d'alimentation par réseaux électrique	34
7.1 Durée de récupération de l'investissement	35
8. Conclusion	36
Chapitre IV: Transformation des déchets de dattes en bioéthanol	
1. Introduction	38
2. Déchets de dattes	39
2.1 Evaluation des déchets des dattes	39
3. Caractéristiques des dattes utilisées dans la production d'éthanol	39
4. Matériels et méthodes d'extraction d'éthanol	40
4.1 Matière végétale	40
4.1.2 Matière biologique	40
4.1.3 Dispositifs utilisés pour la fermentation alcoolique	41
5. Procédures d'extraction	41
5.1 Préparation du moût de dattes	41
5.2 Procédé de la fermentation alcoolique	41
5. Distillation alcoolique	41
7. Prévisions de production de bioéthanol	44
7. Conclusion	47
Conclusion générale	48
Bibliographique	49
Annexes	51

Liste des Tableaux

Tableau 1.1 : Cycle végétatif annuel du palmier dattier	07
Tableau 3.1 : nombre de palmiers et productions des dattes	21
Tableau 3.2 : Nombre de palmiers chaque type dans région Ouargla	22
Tableau 3.3 : La production par type de dattes (qx) en 2013	23
Tableau 3.4 : la densité de palmier et production	25
Tableau 3.5 : consommation annuelle des forages	27
Tableau 3.6 : calcule nombre des panneaux du forage Bouroubia (Ouargla)	30
Tableau 3.7 : calcule nombre des panneaux du forage Ain moussa (Sidi khouiled).	31
Tableau 3.8 : calcule nombre des panneaux du forage Gara Krime (Rouissat).	31
Tableau 3.9 : calcule nombre des panneaux du forage Ain Beni Sessine (Ain Beida).	32
Tableau 3.10 : calcule nombre des panneaux du forage Ain houd baalhoum (Ngoussa).	32
Tableau 3.11 : cout d'investissement	34
Tableau 3.12 : cout d'investissement période 25 ans	35
Tableau 4.1 : production de dèche de datte (2012-2013)	39
Tableau 4.2 : production de bioéthanol	40
Tableau 4.3 : production du bioéthanol année 2013	40
Tableau 4.4 : production de bioéthanol 2018	44
Tableau 4.5 : production de dattes en 25 ans	45
Tableau 4.6 : production de dattes en 25 ans (taux 20%)	45
Tableau 4.7 : production de dattes en 25 ans (taux 80%)	45

Listes des figures

Figure 1.1 .Schéma d'un palmier dattier	04
Figure 1.2 .les inflorescences du palmier dattier.	05
Figure1.3. Fruit et graine des dattiers (Photo original, 2012).	05
Figure 1.3.schéma d'un palme.	06
Figure2.1.irrigation par Dalou	11
Figure2.2 .Les chemins utilisés comme des canaux d'alimentation en eaux.	12
Figure2.3 .La seguia dans le jardin	12
Figure 3.5.Système photovoltaïque raccordé au réseau	13
Figure 2.6.Système photovoltaïque raccordé au réseau.	14
Figure 2.8. Système photovoltaïque raccordé à l'Electrolyse + pile à combustible.	14
Figure 2.9 Système photovoltaïque raccordé au réservoir d'eau.	15
Figure2.10 Système photovoltaïque raccordé à l'aérogénérateur.	15
Figure.2.10. Système de production d'électricité par biomasse	16
Figure 2.11. Système photovoltaïque raccordé au groupe électrogène	17
Figure 3.1 .Carte des palmerais a Ouargla (GOOGLE ,2013)	20
Figure 3.3. Histogramme de nombre de palmiers existant en rapport et production	22
Figure3.4.production annuelle de dattes	23
Figure 3.2. Surface de palmiers dattiers région d'Ouargla.	24
Figure 3.5 .Carte des forages des palmiers dattiers	26
Figure 3.6.Carte distribution la consommation des forages d'eau	28
Figure 3.9 .Consommation journalière et nombre des modules	33
Figure3.10 .Courbe de coût(DA) période 25ans par PV et consommation	35
Fig. 4.1. Substrat de déchets de dattes	40
Figure 4.2 .Diapositive de la fermentation	41

Figure 4.3 .Fermentation dans le bioréacteur	42
Figure 4.5 .Production de bioéthanol (taux 80%)	46
Figure 4.5. Production de bioéthanol (taux 20%)	46

Introduction générale

Depuis les anciennes civilisations, l'homme a donné beaucoup d'importance à l'agriculture pour assurer sa nourriture et alimenter son bétail. Il a utilisé des méthodes traditionnelles pour garantir la fourniture de ses besoins en eau, tel que les forces des animaux et les courants des eaux des rivières. Dans le monde moderne, la machine a joué un rôle important dans le développement des agricultures très vastes qui demandent des quantités d'eau importantes.

Par conséquent, les pays du nord connaissent un surplus de production agricole, tant que les pays de tiers monde enregistrent un retard considérable dans leur sécurité alimentaire ce qui nécessite le déploiement de tous les efforts pour réduire ce gap.

En Algérie, le secteur de l'agriculture, en coordination étroite avec celui de l'hydraulique, a engagé au cours de ces dernières années un programme d'actions diverses sur les plans organisationnels, techniques, économiques et formationnels des hommes. D'une façon plus spécifique, les efforts déployés par le secteur de l'agriculture visent à l'intensification des productions agricoles par le recours aux techniques les plus performantes. Les priorités ont été accordées aux productions des dattes. La recherche agricole est considérée comme un paramètre important dans le développement, à savoir l'augmentation quantitative et qualitative des productions agricoles et la promotion du monde rural. Intégrant plusieurs disciplines scientifiques, la recherche agricole permet l'élaboration de méthodes et la mise au point des techniques et les conditions optimales de leurs utilisations pérennes.

Dans ce contexte, nous vous fait la collecte de statistiques sur la région d'Ouargla (Ouargla, N'goussa, Sidi Khouiled, Ain Beida, Hassi Ben Abdellah et Rouissate). Le nombre de palmiers, la production et l'évaluation de la consommation électrique de palme, car il est difficile à agriculteur donne un effet négatif sur les coûts de production, ce qui nécessite une subvention d'état au faveur consommateur. Les réflexions sont orientées vers l'utilisation des énergies renouvelables pour contribuer à l'allégement de ces charges et pourquoi pas l'autofinancement de ce secteur vital. Afin d'éclaircir cette situation, une approche technico-économique sur le pompage photovoltaïque raccordé au réseau fait l'objet de ce mémoire, et aussi de profiter d'un palmier pour représenter une possibilité d'extraire du biocarburant à partir des dattes, ce qui est le meilleur carburant.

Le mémoire est réparti en quatre chapitres. Le premier chapitre présente la description des palmiers dattes. Ensuite, le deuxième chapitre contient l'étude d'irrigation de palmiers dattiers et l'alimentation par énergie renouvelables. Le troisième chapitre entame l'étude de statistiques des palmiers et l'évolution de la consommation électrique d'irrigation de palmiers et une approche techno-économique sur l'alimentation des palmiers par un système photovoltaïque connecté au réseau, ainsi que une projection de cet investissement sur une période de long terme avec une analyse sur l'amortissement du surcoût. Le quatrième chapitre pour étudier la possibilité de la production de bioéthanol (biocarburant) à partir des déchets des dattes, de sa production et son développement à l'avenir.

Chapitre I

Description de palmier dattier

Généralité sur les palmiers dattiers

1. Historique et origine

Le palmier dattier est l'un des arbres fruitiers le plus anciennement cultivé. Les documents les plus anciens en Mésopotamie (Irak actuellement) montrent que sa culture se pratique depuis 3500 ans avant J.C. Dans la même époque, les dattiers étaient cultivés en Irak occidental, à travers l'Arabie et jusqu'en l'Afrique du Nord.

Ce n'est qu'au milieu du 19^{ème} siècle que les plantations furent établies dans les vallées chaudes de Californie et dans l'Arizona méridional [1].

2. Classification de palmier dattier

Le palmier dattier a été dénommé *Phoenixdactylifera* par Linné en 1734. Phoenix dérivé de *Phoenix*, nom du dattier chez les grecs de l'antiquité qui le considéraient comme arbre des phéniciens ; dactylifera vient du latin dactylis, dérivant du grec dactylos, signifiant doigt (en raison de la forme du fruit), associé au mot latin fero, porté, en référence aux fruits.

La classification botanique du palmier dattier donnée par [2] est la suivante :

Groupe :	<i>Spadiciflores</i>
Embranchement :	<i>Angiospermes</i>
Classe :	<i>Monocotylédones</i>
Ordre :	<i>Palmales</i>
Famille :	<i>Palmae</i>
Tribu :	<i>Phoenixées</i>
Genre :	<i>Phoenix</i>
Espèce :	<i>Phoenix dactylifera L</i>

3. Importance Socio-économique du palmier dattier :

Le palmier dattier, chante depuis la plus haute antiquité pour sa beauté certes, mais aussi parce qu'il se prête à des applications innombrables, constitue l'armature des oasis. Il crée, au milieu des immensités désertiques, un méso-climat propice à la vie des plantes, des animaux et des hommes .

Par ailleurs, toutes les parties de la plante sont utilisable :

- sont fruit, la dattes, présente un intérêt diététique particulier, elle constitue non seulement, la base de l'alimentation des animaux et des hommes, la seule ((Monnaie d'échange)) pour beaucoup de régions où le palmier dattier constitue l'unique ressource et la principale source de vie [1].

- les folioles des palmes, les noyaux et les dattes de mauvaise qualité alimentent les animaux domestique (dromadaires, chèvres, moutons, ânes).

- le bois des stipes ainsi que les nervures principales et le pétiole des palmes servent de matériaux de construction.

4. Caractéristique morphologique:

Plante pérenne, ayant une croissance lente, ses caractéristiques dépendent du milieu, de l'âge et des conditions culturales [3].

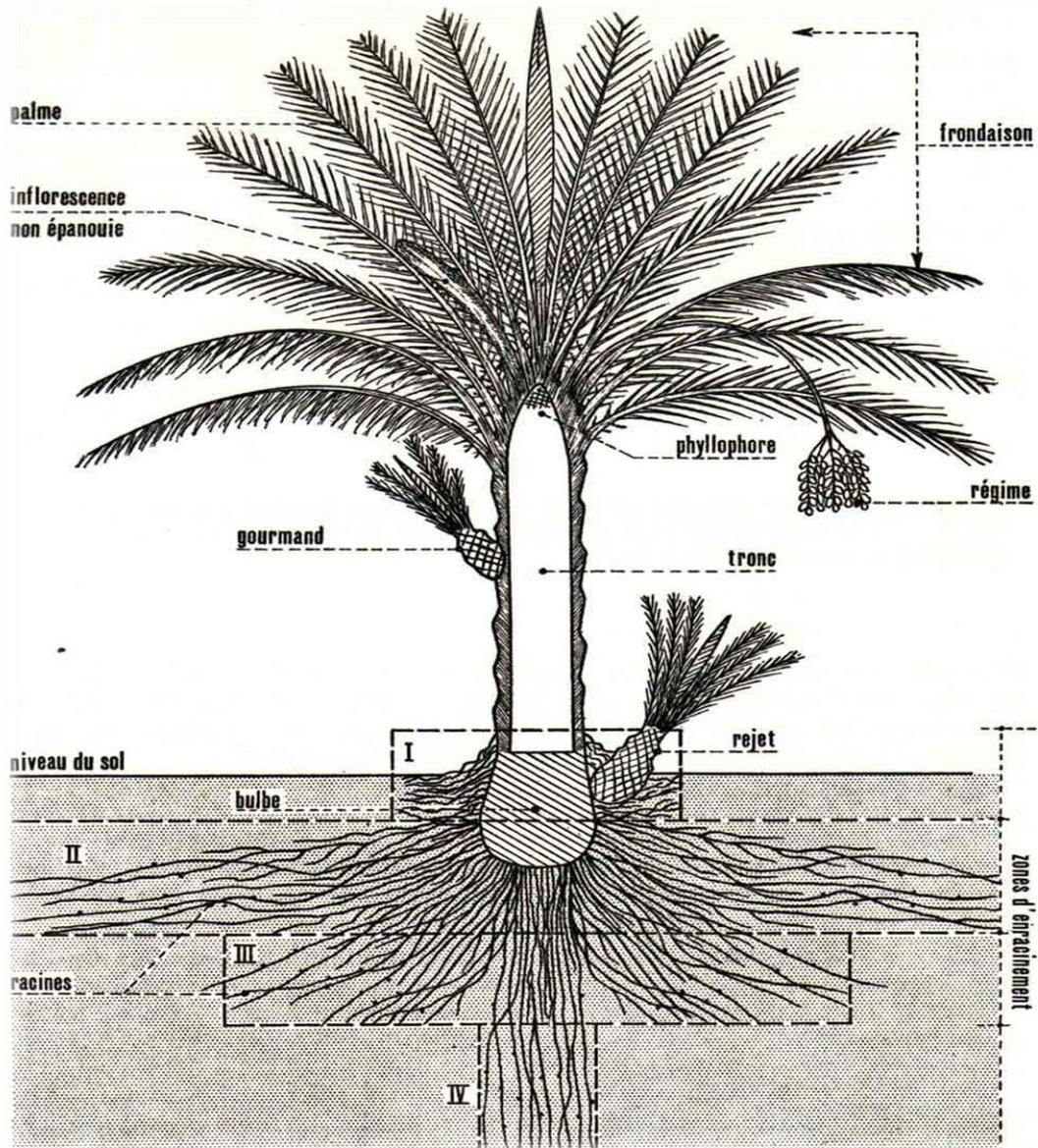


Figure 1.1: Schéma d'un palmier dattier

4.1. Inflorescences

Le palmier dattier est une plante dioïque. Les inflorescences apparaissent après le développement des bourgeons axillaires, à l'aisselle des palmes de la couronne foliaire.

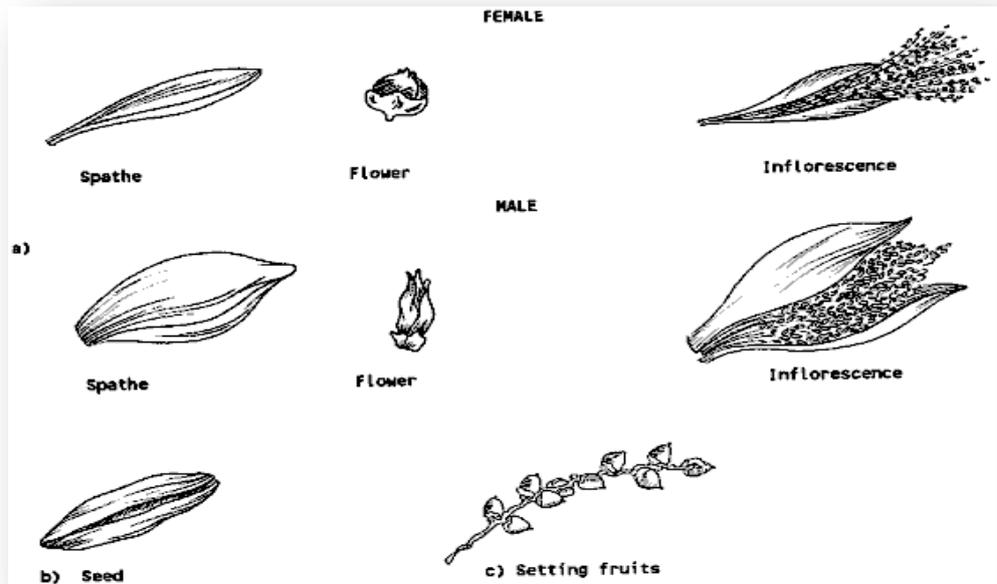


Figure 1.2 les inflorescences du palmier dattier.

4.2. Fleurs

Sont unisexuées, sessiles portées par des épis composites 'le spadice' qui est enveloppe d'une bractée ; membranaire 'la spathe' qui s'ouvre après maturité, suivant la ligne médiane du dos.

4.3. Fruits (les dattes)

Est une baie constituée d'une seule graine . elle est généralement de forme allongée, ovoïde et elle peut être sphérique. la dattes à un poids , des dimensions et des couleurs variables selon les cultivars et les condition de culture .les dattes sont rattachées aux pédicelles par les périanthes [4].

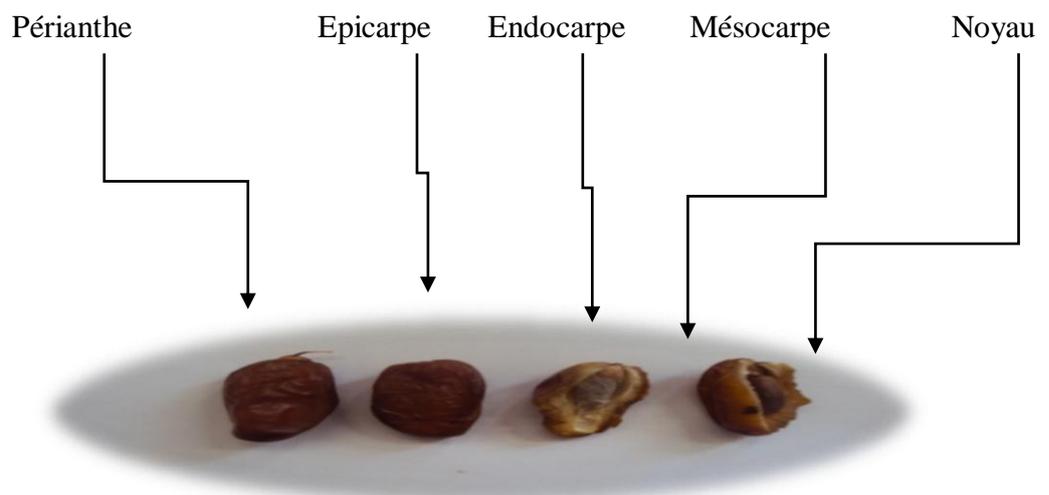


Figure1.3Fruit et graine des dattiers (Photo original, 2012).

4.4. Graines

Le poids de graine varie de 0.5 à 4 g , sa longueur sont respectivement de 12 à 36 mm et de 6 à 13 mm. La germination de la graine est hypogée. on assiste tout d'abord au soulèvement de l'opercule qui permet l'émergence de l'extrémité radulaire poussée par le pétiole cotylédonaire qui s'accroît considérablement et renforce profondément en terre. Ils fleurissent vers la cinquième année [5].

4.5. Feuilles

Les premiers organes foliaires des jeunes plantes issues de graines sont différents des feuilles devenues adultes.

A l'état jeune, les feuilles sont entières engainantes à nervation pennée, ce qui est observé chez la plus part des monocotylédones .ces feuilles juvéniles ont un limbe chlorophyllien et une gaine de couleur blanc-jaunâtre [6].

En passant à l'état adulte , le limbe se déchire pour former une feuille composée, de pennes insérées de part et d'autre d' un rachis, ce dernier s'élargit à sa base pour former un pétiole , les feuilles , dites palmes , demeurent en activités pendant plusieurs années (4 à 7 ans)puis jaunissent , se dessèchent et meurent .les palmes sont composées de folioles pliées longitudinalement en gouttière.

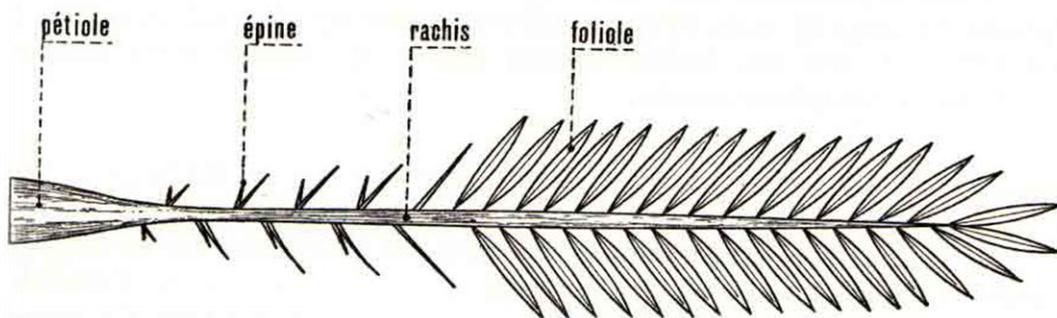


Figure 1.3:schéma d'un palme.

4.6. Tronc

Le tronc est une axe orthotrope appelé : stipe. sa longueur peut atteindre ou dépasser vingt mètres (20m) . Tandis que son diamètre reste constant sur toute sa longueur, il peut atteindre trente (30) à quarante(40) cm [4].

4.7. Racines

Le système racinaire du palmier dattier est très développé .il est de type fasciculé.il se répartit en quatre (4) zones distinctes.

*la 1^{ère} zone

Localisée au pied du palmier dattier.

*la 2^{ème} zone

Très étendue horizontalement..

*la 3^{ème} zone

Les racines sont fines groupées en faisceaux.

*la 4^{ème} zone

Cette zone peut être très réduite et se confond avec la précédente lorsque le niveau de la nappe phréatique se trouve à faible profondeur.

Entre les racines et le tronc (Stipe) se trouve un bulbe ou plateau racinaire. Ce dernier est volumineux et émerge au dessus du niveau du sol.

5-Différents cycles des palmiers dattiers :

5.1. Cycle de développement :

le palmier dattier en Algérie comporté généralement quatre phases :

Phase I : jeune : Croissance et de développement (5-7 ans)

Phase II : juvénile : Période d'entrée en production (30 ans)

Phase III : adulte : Début de décroissance de production (60 ans)

Phase IV : de sénescence : Chute de la production (80 ans et plus)

5.2. Cycle végétatif annuel du palmier dattier :

Tableau1.1 Cycle végétatif annuel du palmier dattier.

Stade et périodes	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Apparition spaths (floraison)												
Croissance des spaths												
Ouverture des spaths (floraison)												
Nouaison												
Grossissement des fruits												
Pré maturation (bser)												
Maturation (tmar)												
Récolte												
Repos végétatif												

6. Exigences

6.1. Exigences climatique

6.1.1 Température

L'espèce thermophile, le palmier dattier ne peut fructifier au-dessous de la température 18° C, mais supporte les températures basses .il ne fleurit que si la température moyenne est de 20° à 25°C.

L'humidité qui convient au palmier est celle de la zone saharienne, souvent inférieure à 40°C. La somme des températures nécessaire à la fructification (indice thermique) est de 1000° C à 1660° C , selon les régions phoenicoles (1854°C à Touggourt et 1620° à Colomb Bechar)

A température de 65°C le palmier ne semble pas souffrir il est correctement alimenté en eau, le maximum d'intensité végétale s'observe pour des températures comprise entre 32°C à 38°C .

Le dattier est une espèce héliophile .Il est cultivé dans les régions à forte luminosités .La lumière favorise la photosynthèse et la maturation des dattes. Les plantations doivent être établies à une densité permettant un bon éclaircissement car les fortes densités favorisent l' des rejets et défavorisent la maturation des dattes.

6.2. Exigences hydrique

Pour assurer une bonne production dattier, l'arbre a besoin de 16.000 à 20.000 m³/ ha / an, selon la nature du sol, la profondeur de la nappe et le degré d'insolation et de température la période des grands besoins en eau du palmier dattier se situe de la nouaison à la formation du noyau de fruit.

6.3. Exigences édaphiques

Bien que le palmier dattier s'adapte à tous les sols, les plus légers lui conviennent le mieux. Il aime un sol neutre, profond, bien drainé, assez riche ou susceptible d'être fertilisé.

6.4. Exigences culturales

Le palmier dattiers est une espèce qui nécessite beaucoup d'opérations d'entretien et de conduite pour conserver sa vie et assurer la sécurité de la production de dattes; depuis la plantation jusqu'à sa vieillesse .Les opérations culturales sont la pollinisation , l'éclaircissage, la fixation , le nettoyage , la descente ,l'ensachage des régimes , le ciselage , la taille , la récolte , la fertilisation et l'irrigationetc.

7. Multiplication de palmier dattier

7.1. Origine des cultivars

Le palmier dattier est une plante dioïque comportant des sujets males et sujets femelles .il ne se reproduit pas fidèlement par graines.

Les ((variétés)) ne sont en fait que des cultivars, ouphénotypes, ou encore écotypes, c'est-à-dire des palmiers multipliés végétativement à partir d'un palmier hybride, métis non fixé, sélectionne par les phoéniculteurs .

7.2. Multiplication in vitro

La multiplication in vitro est une méthode de multiplication végétative, qui doit respecter la conformité variétale des caractères végétatifs et productifs.

Trois méthodes de multiplication

- la prolifération par bourgeonnement axillaire, qui est, depuis 1989, la seule méthode ayant prouvé la conformité des plants produits.
- la réversion des ébauches florales, encore au stade de travaux de recherche.
- l'embryogenèse somatique, toujours au stade de travaux de recherche, qui risque de poser des problèmes de conformité variétale.

7.3. Multiplication par voie végétative

En général, le palmier dattier est multiplié par voie végétative, ce processus est assuré par le développement des bourgeons axillaires, situés à l'aisselle des palmes, qui donne naissance à des appelés drageons, lorsqu'ils sont produits dans la partie basale du stipe, et gourmands, lorsqu'ils sont produits à la partie moyenne de celui-ci.

Chapitre II

Type d'irrigation et mode d'alimentation

1. Irrigation de palmiers dattiers

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides et semi-arides [7]. Dans les oasis, l'eau revêt une importance telle, que c'est elle qui constitue la propriété foncière au détriment de la terre. L'irrigation dans les régions sahariennes se fait par plusieurs systèmes, du traditionnel au plus modernes. Mais généralement c'est le captage par forage qui est le plus généralisé.

2. Techniques d'irrigation traditionnelle

2.1. Système d'irrigation par épandage de crues

Etant donné, qu'au Sahara les pluies sont rares et éphémères et les lits d'oueds peuvent être remplis subitement par un orage et les quantités d'eau après la crue, elles sont conservées dans les Gueltats (retenues). Ce type de retenue existe surtout dans la vallée du M'zab. L'eau retenue par une digue est répandue le plus largement et le plus loin possible vers les champs [8]. Dans le Mzab ou tout est organisé pour tirer le meilleur parti de l'eau.

2.2. Système d'irrigation par puits

Ce système d'irrigation est composé de:

1. Les puits

Les moyens utilisés pour le puisage sont spéciaux à la région, parce que la profondeur a fait éliminer le principe appliqué dans la Khottara (principe de bascule). Les mozabites utilisent un mécanisme plus simple, et ce système se compose essentiellement de:

2. L'outre de peau (Dalou)

Servant à extraire l'eau, sa capacité est entre 40 et 50 litres, retenue par deux (02) cordes, la plus longue glisse sur une poulie longitudinale. Ce récipient contient une manche de cuir de 50 à 60 cm de longueur qui est manœuvrée par une corde secondaire [9].

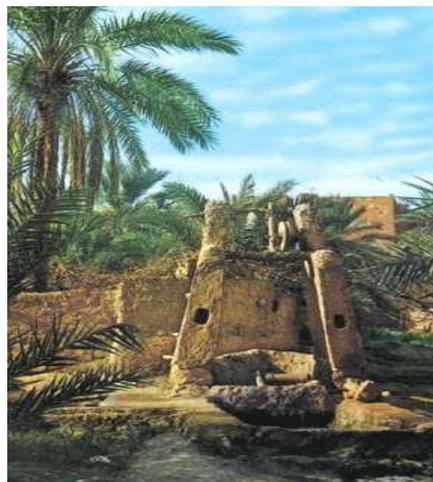


Figure 2.1. irrigation par dalou

3. Les canaux

Appelés aussi Tardja, ils sont rendus étanche avec un plâtre de fabrication locale (Timchemt). Ces canaux servent à transporter les eaux vers tous les points à irriguer.



Figure2.2.Les chemins utilisés comme des canaux d'alimentation en eaux.

4. La seguia

Situé Juste après les puits, elle assure le transport des eaux jusqu'au jardin, elle ne prene aucune prise sur son parcours.



Figure2.3.La seguia dans le jardin

3. Alimentation par énergie solaire

Cette énergie est disponible en abondance sur toute la surface terrestre, et malgré une atténuation importante lorsqu'elle traverse l'atmosphère, la quantité qui reste est encore assez importante quand elle arrive au sol. On peut ainsi compter sur 1000 w/m²crête dans les zones tempérées et jusqu'à 1400 W/m² lorsque l'atmosphère est faiblement polluée [10]. Signalons dès à présent le flux solaire reçu au niveau de sol dépend de :

- ✓ l'orientation, la nature et l'inclinaison de la surface terrestre,
- ✓ latitude du lieu de collecte, son degré de pollution ainsi que son altitude,
- ✓ la période de l'année et l'instant considéré dans la journée,

3.1. Différents types des systèmes photovoltaïques

3.1.1 Systèmes photovoltaïques autonomes

En site isolé le champ PV peut fournir directement l'énergie électrique nécessaire pour faire fonctionner les récepteurs (éclairage et équipement domestique). Un système de régulation et une batterie d'accumulateurs permettent de stocker l'énergie électrique en l'absence de soleil. Les batteries sont utilisées pour stocker l'énergie électrique sous une forme chimique. Elles restituent l'énergie électrique au besoin selon ses caractéristiques.

3.1.2 Systèmes photovoltaïques raccordés au réseau

Ces systèmes permettent de produire sa propre électricité grâce à la lumière du soleil. Un équipement complet comprend :

- Panneaux photovoltaïques, qui transforment l'énergie lumineuse en énergie électrique,
- Onduleur, qui régule l'énergie produite pour la rendre utilisable,
- Boîtier de raccordement permet de connecter l'installation au réseau électrique.

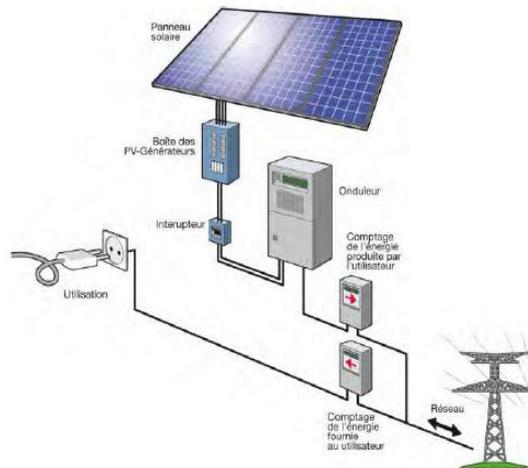


Figure 3.5. Système photovoltaïque raccordé au réseau [11].

4. Alimentation pendant les périodes non ensoleillées

Dans les périodes d'absence ou faible ensoleillement on présente ci-dessous les différentes modes d'alimentation:

4.1 Connexion au réseau

Ces systèmes permettent de produire sa propre électricité pendant le jour grâce à la lumière du soleil. Un équipement complet comprend : Des panneaux photovoltaïques, qui transforment l'énergie lumineuse en énergie électrique, un onduleur qui régule l'énergie produite pour la rendre utilisable, un boîtier de raccordement qui permet de connecter l'installation au réseau électrique pour y injecter l'énergie produite ou de s'approvisionner en cas de besoin (voir figure 2.6).

Ce système nécessite généralement une extension de réseau, donc il est préféré pour les applications proches de réseau.

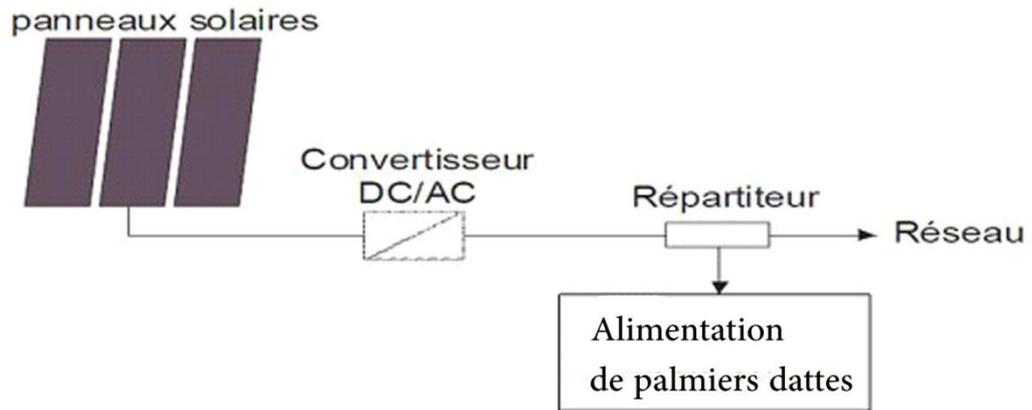


Figure 2.6. Système photovoltaïque raccordé au réseau.

5. Electrolyseur et pile à combustible

Le système comprend un électrolyseur qui est un composant qui permet la production d'hydrogène pur à partir de l'eau. L'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque dans les procédés d'électrolyseur est un moyen propre et protectrice de l'environnement et qui permet de stocker l'électricité sous forme d'hydrogène. L'hydrogène alimente une pile à combustible qui produise d'électricité grâce aux réactions électrochimiques élémentaires de l'hydrogène/oxygène (voir figure 2.7) [13]. Jusqu'à ce jour les éléments de la pile à combustible sont très chères ce qui rend des utilisations de ce système est très coûteuse.

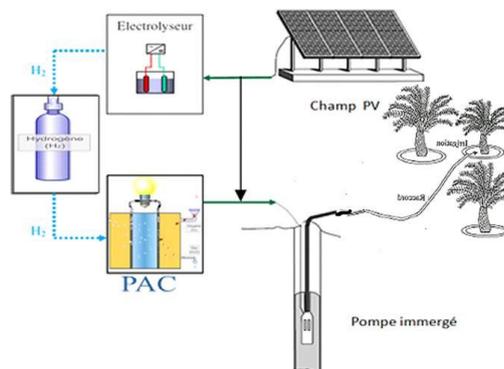


Figure 2.8 Système photovoltaïque raccordé à l'Electrolyse + pile à combustible.

6. Réservoir d'eau

Un réservoir construit en béton ou en tôles métalliques qui peut être rempli d'eau pour alimenter le circuit d'irrigation pendant l'absence de soleil (voir figure 2.9). La contenance d'eau dans le réservoir est limitée, donc ce système est préféré pour moyens et petits débits de stockage. Tandis que notre étude s'oriente vers une politique d'intensification de forage ce qui mène à une irrigation suffisante pendant la période ensoleillée et une petite quantité sera stocker pour le secours. A cet effet un tel système sera très adaptable à nos besoins en irrigation.

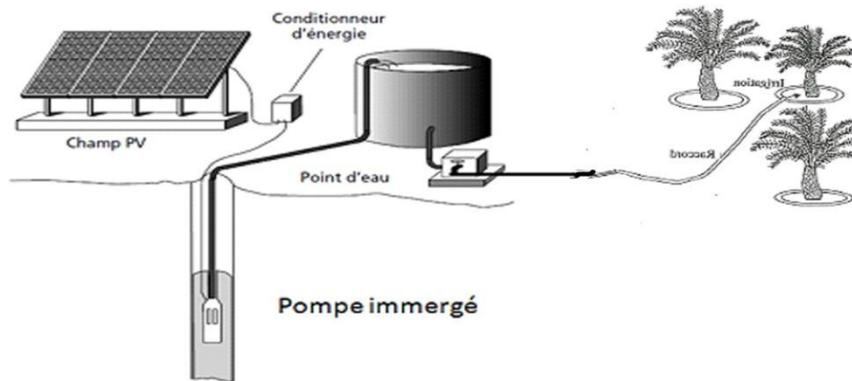


Figure 2.9 Système photovoltaïque raccordé au réservoir d'eau.

7. Energie éolienne

Le système comprend un aérogénérateur qui permet la production d'électricité à partir de la conversion de l'énergie cinétique du vent (voir figure 2.10).

Puisque notre région se caractérise par une faible intensité du vent et qui est très aléatoire, cela nécessite un grand parc d'aérogénérateur. Ainsi l'alimentation d'eau peut être perturbée.

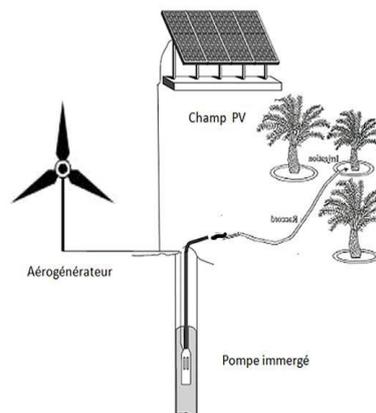


Figure2.10 Système photovoltaïque raccordé à l'aérogénérateur.

8. Biomasse

Le principe de fonctionnement d'une **centrale à biomasse** est très simple, il est même en réalité similaire à celui d'une chaudière voir à celui d'une **chaudière à cogénération** dans certain cas. Globalement, la chaleur produite par la combustion va chauffer un réservoir d'eau qui va alors produire de la vapeur un peu à la manière d'une cocote minute. Cette vapeur d'eau va alors être dégagée à haute pression, ce qui va permettre de faire tourner une turbine reliée à un alternateur.

Ce qui est intéressant dans les centrales à biomasse, c'est surtout celles qui permettent de produire de l'électricité à partir des déchets.

9. Groupe électrogène

Le groupe électrogène composé d'un générateur à courant alternatif entraîné par un moteur à combustion interne (voir figure 2.11). Ce système nécessite un approvisionnement continu en carburant et un suivi régulier de maintenance.

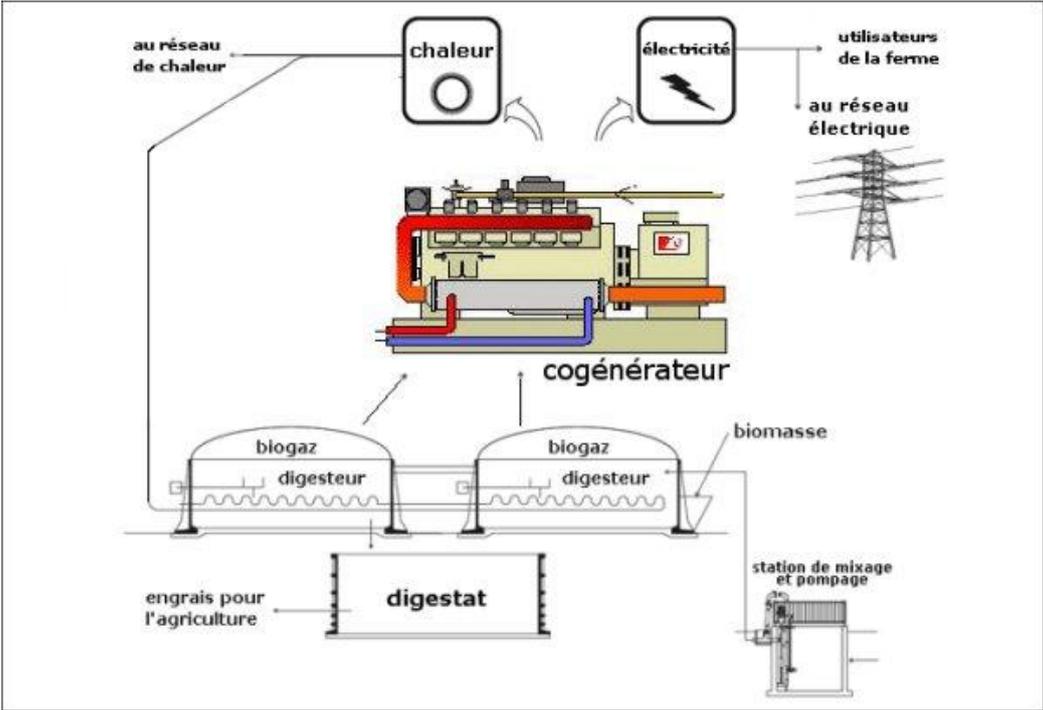


Figure.2.10. Système de production d'électricité par biomasse

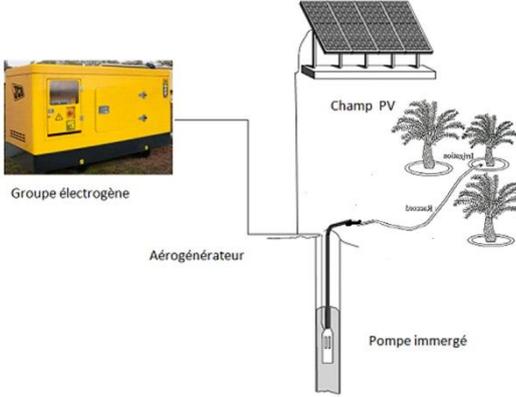


Figure 2.11 : Système photovoltaïque raccordé au groupe électrogène

Chapitre III

Statistique de production et consommation

1. Présentation de la région

La région d'Ouargla est située au Sud-Est de l'Algérie, au fond d'une large cuvette synclinal qui est caractérisée par un remplissage sédimentaire, très large de la vallée d'Oued M'ya à environ 800 km d'Alger [12]. la wilaya de Ouargla occupe une superficie de 163 233 km², elle est limitée : au Nord par Djelfa et El-Oued, au Sud par Tamanrasset et Illizi, à l'Est par la Tunisie, et à l'Ouest par Ghardaïa. [11], les coordonnées géographiques de la région de Ouargla sont : Latitude 31°57'10'' Nord, Longitude 5°19'54 ' Est, Altitude 157 m.

1.1. Répartition des palmiers dattiers

La phoeniculture est la culture fondamentale en Ouargla aussi dans le Sahara. On dit à «Ouargla que le palmier «Tazdaet» est la mère de Ouargla » car il lui procure nourriture, boisson, bois de construction et de chauffage, nourriture et pour le bétail, matériaux de menuiserie et de vannerie ... ; etc[13].



Figure3.1 Carte des palmerais a Ouargla (GOOGLE ,2013)

1.2 Statistique de production des palmiers dattiers

On a regroupé la zone d'Ouargla en six sous-zones pour coïncider avec la répartition utilisée par la direction d'agriculture. Les informations sur le nombre des palmiers et la production des dattes sont présentés sur le tableau 3.1. D'après les statistiques le nombre total des palmiers dans la wilaya de Ouargla est de 2 522 695 arbres dont 604338 arbres dans la région de Ouargla (les Dairas de ouargla , sidi khouiled et Ngoussa). La figure 3.3 montre l'histogramme de la répartition des palmiers, ainsi la production des dattes correspondantes dans la région concernée. On constate que 98% des palmiers existants sont des arbres productifs [14]. Pour le niveau de production, Ouargla centre est en première place, puis Ain Beida, et la dernière place est Ngoussa.

Tableau 3.1: nombre de palmiers et productions des dattes

Zone	Nombre palmiers existants (arbre)	Nombre de palmiers en rapport (arbre)	Production en dattes (qx)
Ngoussa	10558	132368	68611,95
Ouargla	29639	291174	199410
Ain beida	216671	179010	110480
Hassi ben Abdellah	176317	51260	31919
Rouissat	117152	115168	87017
Sidi khouiled	54001	40140	25542
Total	604338	809120	522979,95

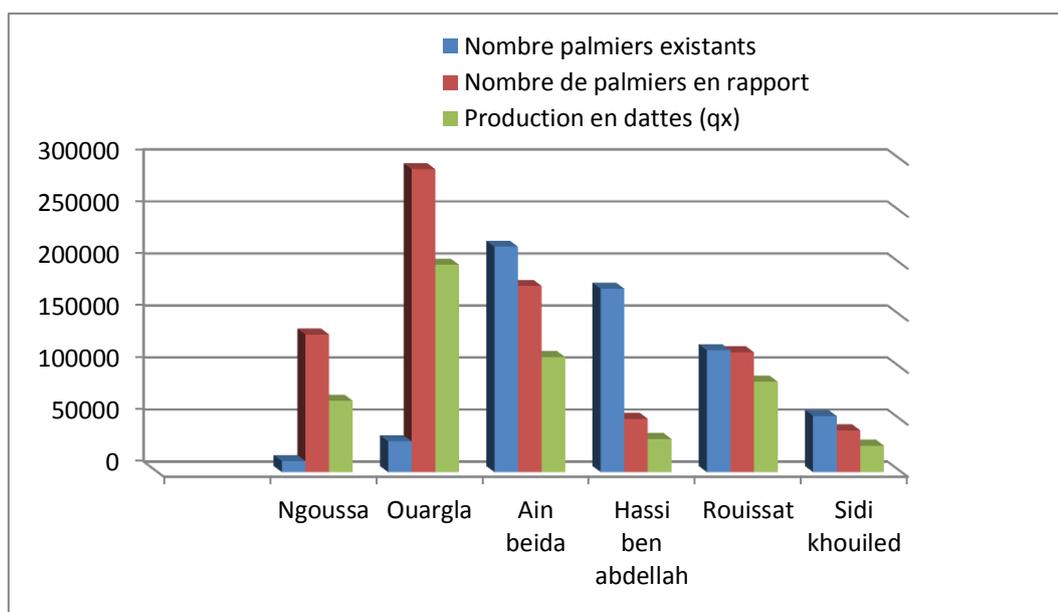


Figure 3.3 : nombre de palmiers existant en rapport et production

1.3 Statistique de type production de dattiers

D’après les données de la direction de l’agriculture (DSA) de l’année 2013, la wilaya d’Ouargla possède 21515 ha en 2013 du superficie occupée par les palmiers dattiers.

La production total de trois cultivars de dattes en Ouargla pendant les 2013 est 1212536qx de Deglet Nour ,639080qx de l’Ghers et 384377qx de Degla Beida63077qx voir tableau 3.1 Le pourcentage de production de chaque type de datte est présenté dans la figure 3.2.

Le densité total de trois cultivars (Deglet Nour,Ghers et Degla beida) est 831,9kg/arbre ; dont 321,4 kg/arbre du Deglet Nour ,193,3Kg/arbre du l’Ghers et 317.2kg/arbre du Degla Beida pendant (.2013).

Palmiers	Ghers	Degletnour	Deglabeida	Total
Nombre de palmiers	396330	283953	1050	681333

Tableau 3.3 La production par type de dattes en 2013

Secteur	Deglet Nour (qx)	Ghers (qx)	Degla Beida (qx)	Autre variétés (qx)	Total (qx)
Ouargla	37016	121873	0	40521	199410
Rouissat	28716	52368	0	5933	87017
Sidi Khouiled	7155	12960	0	5427	25542
Ain beida	51750	33259	180	25255	110480
Hassi Ben Abdellah	21401	9939	264	315	31919
N'Goussa	28437	36215	0	3958	68611
Total	174475	266614	444	81409	522979

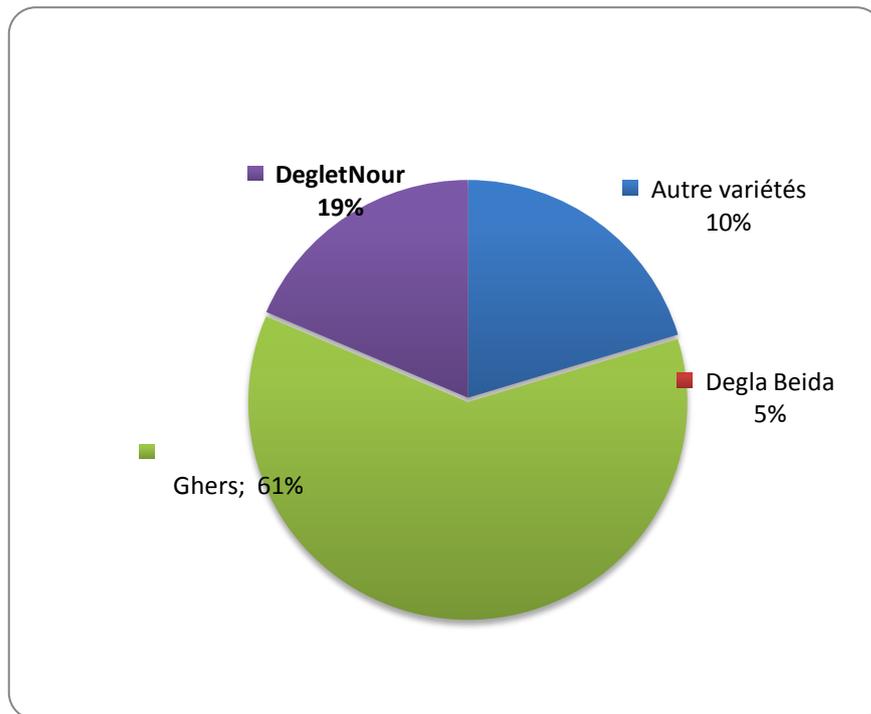


Figure3.4 : production annuelle de dattes

2. Détermination des surfaces implantées

En utilisant l'outil Google Earth, on limite les surfaces implantées par les palmiers dans la région d'Ouargla. Ensuite, on exporte ces contours vers le logiciel ARCGIS pour avoir une bonne maîtrise de la manipulation des cartes géographiques, ainsi le calcul et la présentation des paramètres tel que la surface, la densité etc.....

La figure 3.5 présente la répartition des surfaces de l'agriculture des palmiers.

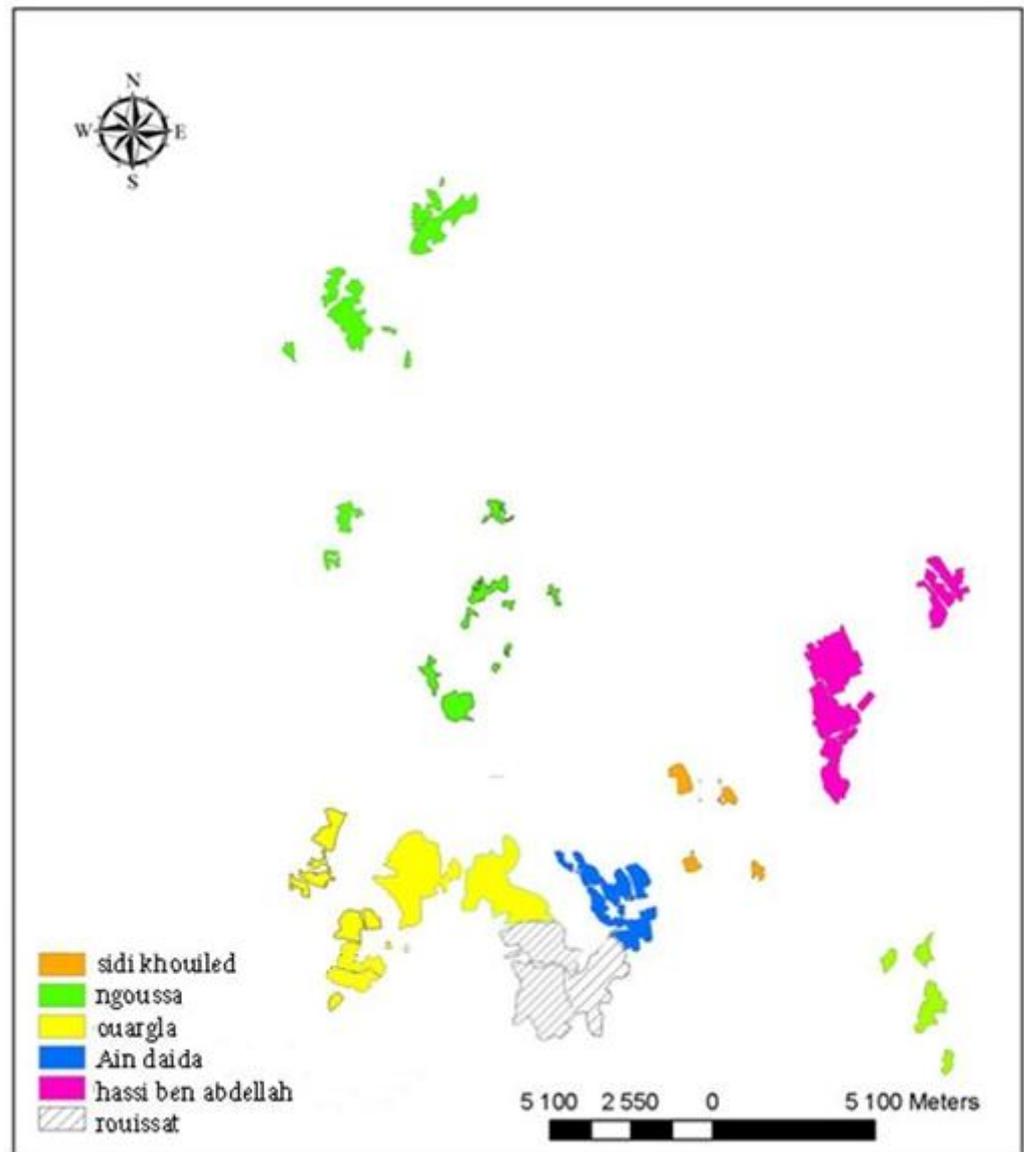


Figure 3.2. Surface de palmiers dattiers région d'Ouargla.

2.1 La densité de production

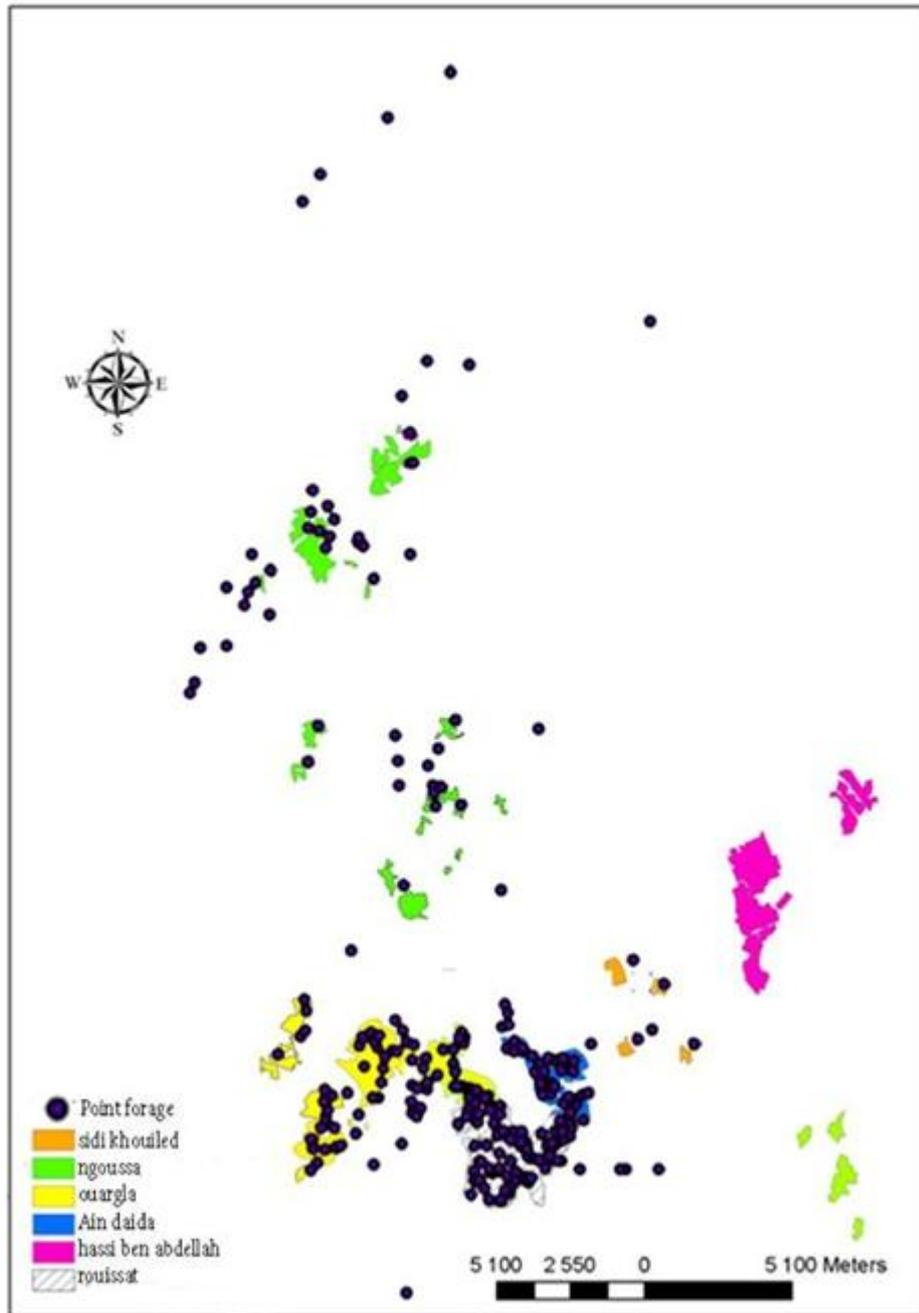
Les surfaces cultivées par les palmiers sont calculées par l'Arc gis et utilisant les statistiques des palmiers on peut déterminer les densités des palmiers ainsi les densités de production qui seront utiles pour l'évaluation de la production de biocarburant

Tableau 3.4 la densité de palmier et production

Zone	Surface	Nombre de palmiers	La densité de palmiers Arbre/m ²	Production de palmiers (qx)	La densité de production qx/m ²
Ngoussa	12897366	132368	0,2189	68611	0,5183
Ouargla	77904652	291174	0,0256	199410	0,6848
Ain beida	70196104	179010	0,0229	110480	1,6202
Hassi ben abdellah	5459230	51260	0,0049	31919	1,6059
Rouissat	23169548	115168	0,0210	87017	1,3235
Sidi khouiled	12897366	40140	0,0173	25542	1,5715
Total	202524269	809120	0,3109	522979	7,3244

1. Carte de forage d'eau

Dans cette étude, on s'intéresse aussi au recensement des forages d'eau. Les points des forages sont primordiaux pour le développement de l'industrie dattiers. En toute façon la région dispose d'un potentiel énorme de réserves en eau, soit au niveau de la nappe Phréatique ou la nappe Albien. Mais la nappe Albien est interdite pour la cuvette d'Ouargla. La figure 3.5 montre la répartition des points de forages de toute la région sauf pour la sous-région de Hassi Ben Abdellah (par manque d'information).



**

Figure 3.5 Carte des forages des palmiers dattiers

4. Consommation électrique des forages

La consommation électrique dans l'implantation agricole des palmiers est principalement l'énergie consommée pour le fonctionnement des pompes immergées. La consommation

électrique se présente comme le facteur principal qui influe sur l'extension de cette culture dans les régions du sud. Ainsi dans cette région les réserves d'eaux souterraines sont énormes, ce qui permet une forte exploitation mais des réflexions doivent entamer pour réduire les coûts.

La figure 3.4 montre le niveau de consommation électrique de chaque zone, on constate une forte consommation à la zone d'Ouargla, cela est dû au nombre élevé de palmiers ainsi à la superficie irriguée.

Tableau 3.5 consommation annuelle des forages

Forage	Commune	consommation annuelle en (kwh)	Montant de consommation annuelle en (DA)
Bamendil berdjel	Ouargla	57 106	129 591
Forage soviétique		113515	209 638
Bouroubia		71969	150 501
Ain tass		29639	55 919
Baba aissa		50872	97 378
Erg touil		Sidi khouiled	78781
ain moussa	270397		613332
08 mai	74147		225628
A medjbed	Rouissat	49639	83199
gara krime		201655	385394
Ain djebana		89031	179520
Ain toula	Ain beida	79407	149034
Ain el Assen		171183	339610
Ainzgag		56945	1479750
Ain benisissine		22579	85614
h baâlahoum	Ngoussa	103162	214282
el koum		70655	120884
Galloussen		64899	111145
Totale	Région Ouargla	1 655581	4776476

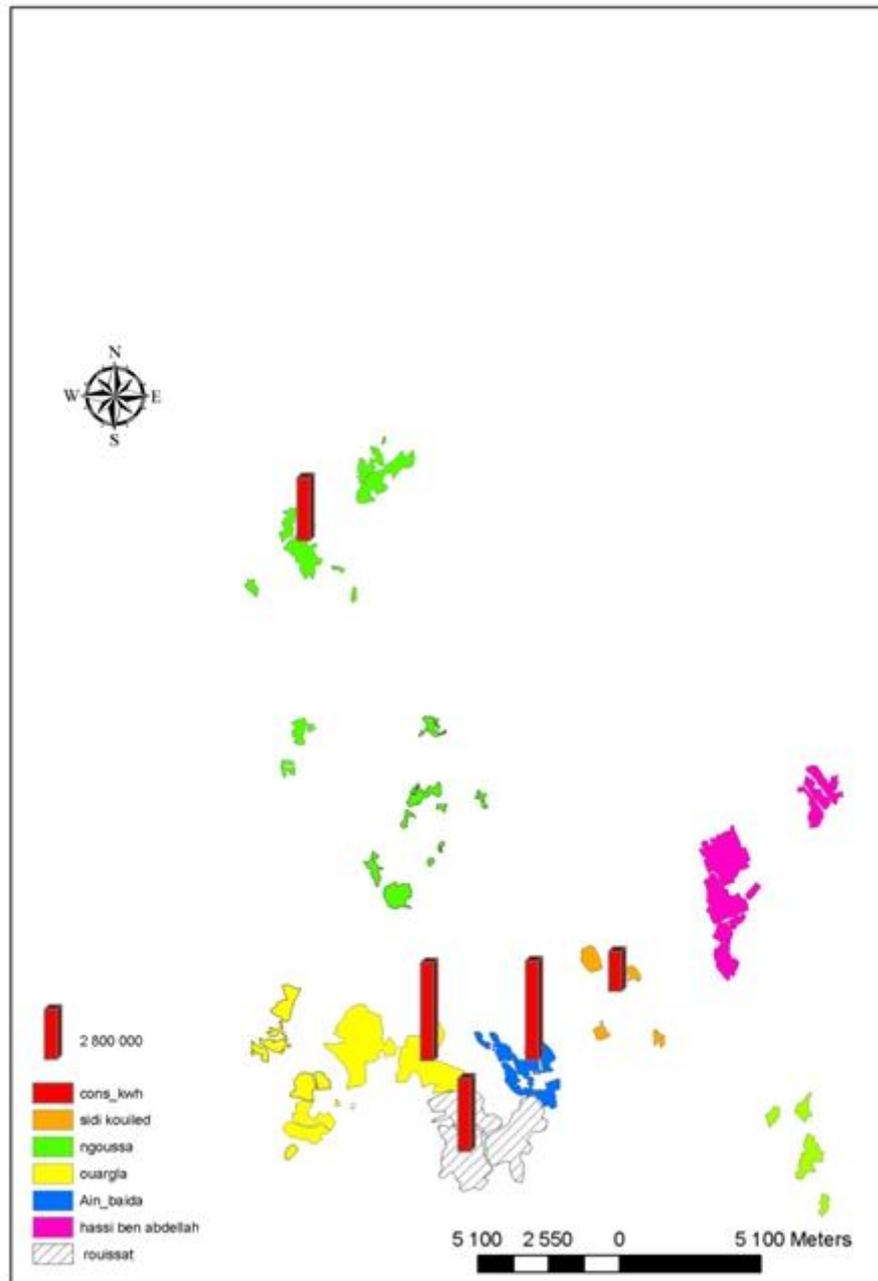


Figure 3.6 : Carte des consommations électriques des forages d'eau

5. Choix de type d'assistance du système photovoltaïque

Puisque l'énergie solaire est la disponibilité plus d'énergie dans le sud de l'Algérie, donc on opte étudier un système PV assisté par batteries. L'alimentation par ce système se caractérise par une meilleure autonomie et faible maintenance

5.1 Calcul de champs PV

5.1.1 Puissance crête

En connaissant les besoin d'énergie électrique, l'irradiation moyenne journalière incidente sur le plan du générateur, la puissance nominale correspondante du générateur photovoltaïque P_{CC} est calculée par l'expression :

$$P_{CC} = \frac{G}{F_m[1-\gamma(T_{moy}-T_r)] \overline{H}_{cp}(\beta)} \cdot E_m \quad (3.1)$$

G : Le rayonnement solaire 1000 W/m².

$\overline{H}_{cp}(\beta)$ Irradiation moyenne journalière incidente sur le plan des modules à l'inclinaison β en $[\frac{kwh}{m^2}/j]$

F_m : Facteur de couplage, défini comme le rapport entre l'énergie électrique générée sous les conditions d'exploitation et l'énergie électrique qui se générerait si le système travaillait au point de puissance maximale. Généralement on utilise un MPPT (Maximum Power Point Tracking) dont le facteur de couplage égal à 0,9.

γ : Coefficient de température des cellules. γ Prend des valeurs entre 0,004 et 0,005 /°C pour des modules au silicium mono et poly cristallin.

T_{moy} : Température moyenne journalière de milieu ambiant durant les heures d'ensoleillement, Cette température est estimée comme suit : Température maximale – deux degré Celsius

T_r : température de référence = 25 °C (donnée par les constructeur des panneaux)

Le système fonctionne avec le courant alternative, donc on utilise un onduleur qui à un rendement η_{Ond} (généralement $\eta_{Ond} = 0,95$)

Par exemple: En prenant la valeur de l'éclairement de Juin $\overline{H}_{cp}(\beta) = 8887,57431 \text{ W/m}^2$, puissance est calculée par l'équation comme suit :

$$P_{CC} = \frac{1000}{0.9[1 - 0.0045(30 - 25)] 6705.329} \cdot 57106000 = 8887.574 \text{ w}$$

5.2 Nombre des modules

Les calculs annuels restants sont présentés dans le tableau 3.9. Le nombre des modules est calculé par la relation suivante :

$$Nm = \frac{P_{cc}}{P_{cm}} \quad (3.2)$$

Avec :

Nm : Nombre des modules

P_{cm} : Puissance de module PV

Donc On choisit le module photovoltaïque de Puissance 200 W, et On prend un exemple pour le mois d'Aout, le nombre des modules est :

$$Nm = \frac{7463,28194}{200} = 25 \quad Nm = \frac{8887,57431}{200} = 29.6 \quad \text{Donc on prend 30 modules}$$

Le résultat des calculs de nombres des modules pour le reste des mois est résumé dans les tableaux

- Dans le calcul du nombre de modules photovoltaïques pour alimenter le système de pompage des statistiques fournies par Sonelgaz, on a sélectionné un échantillon de chaque zone sauf pour Hassi Ben Abdallah (l'absence d'informations). Les résultats sont présentés sur le tableau 3.5.

- Les résultats montrent qu'un grand nombre de modules est nécessaires pour les forages de Gara krime Rouissat et qui atteint 441 modules, parce que la consommation journalière d'énergie est élevée (719,33kwh). Plusieurs raisons contribuent à cette forte consommation par exemple le grand nombre de participants dans le forage, donc la pompe est en marche continu toute la journée (24/24 heures) [12].

-Pour le forage Benisessine (Ain beida), le nombre de panneaux est 49 et la consommation journalière d'énergie est moyenne (84,96kwh), ce forage est semblable à celle de Houd baalhoun (Ngoussa).

Tableau 3.6 : Forage Bouroubia (Ouargla)

Moins	Consommation jour (kwh)	$(H)_{cp}(\beta)$	Pcc	Np
Janvier	185,64	6106,21	34558,26	115
Février	202,60	6298,85	36562,34	121
Mars	187	6066,06	35040,89	116
Avril	213,33	6430,17	37711,77	125
Mai	209,96	6545,73	36461,52	121
Juin	205,16	6705,32	34779,82	115
Juillet	212,35	7015,54	34406,60	114
Août	218,48	6723,91	36934,96	123
Septembre	183,73	6124,41	34100,78	113
Octobre	291,87	6001,88	55276,89	184
Novembre	157,6	6171,30	29028,16	96
Décembre	97,93	5384,08	20676,12	68

Tableau 3.7 : Forage Ain moussa (Sidi khouiled).

Moins	Consommation jour (kwh)	H_{cp} [$W/m^2 \cdot j$]	Pcc	Np
Janvier	172,64	6106,21	32138,28	107
Février	191	6298,85	34467,73	114
Mars	152,32	6066,06	28542,88	95
Avril	185,76	6430,17	32838,70	109
Mai	185,12	6545,73	32148,21	107
Juin	257,83	6705,32	43707,87	145
Juillet	214,80	7015,54	34803,82	116
Août	224,58	6723,91	37965,62	126
Septembre	238,26	6124,41	44222,13	147
Octobre	192,64	6001,88	36484,70	121
Novembre	264,5	6171,30	48717,96	162
Décembre	177,80	5384,08	37538,46	125

Tableau 3.8 : Forage Gara krime (Rouissat).

Moins	Consommation jour (kwh)	$(H)_{cp} (\beta)$	Pcc	Np
Janvier	589,25	6106,21	109691,72	365
Février	443,03	6298,85	79949,92	266
Mars	478,41	6066,06	89648,35	298
Avril	624,96	6430,17	110477,81	368
Mai	530,80	6545,73	92176,13	307
Juin	541,33	6705,32	91766,76	305
Juillet	541,58	7015,54	87749,11	292
Août	625,38	6723,91	105722,43	352
Septembre	479,56	6124,41	89007,25	296
Octobre	507	6001,88	96019,78	320
Novembre	719,33	6171,30	132493,20	441
Décembre	543,48	5384,08	114740,20	382

Tableau 3.9 : Forage Ain benisessine (Ain beida).

Moins	Consommation jour (kwh)	(H) $\bar{}$ _cp (β)	Pcc	Np
Janvier	49,03	6106,21	9127,46	31
Février	41,35	6298,85	7463,28	25
Mars	49,70	6066,06	9314,82	32
Avril	59	6430,17	10429,66	35
Mai	67,96	6545,73	11802,80	40
Juin	84,96	6705,32	14403,53	49
Juillet	63,09	7015,54	10223,19	34
Août	96,03	6723,91	16234,36	54
Septembre	98,7	6124,41	18318,65	62
Octobre	65,22	6001,88	12352,99	42
Novembre	67,26	6171,30	12389,77	41
Décembre	37,58	5384,08	7934,01	27

Tableau 3.10 : Forage Ain Houd baalhoun (Ngoussa)

Moins	Consommation jour (kwh)	(H) $\bar{}$ _cp (β)	Pcc	Np
Janvier	16,93	6106,21	3152,57	11
Février	21,57	6298,85	3892,76	12
Mars	49,03	6066,06	9187,88	31
Avril	82,4	6430,17	14566,17	48
Mai	45,19	6545,73	7847,99	27
Juin	121,06	6705,32	20523,20	69
Juillet	164,51	7015,54	26655,57	89
Août	194,41	6723,91	32866,82	109
Septembre	21,13	6124,41	3922,33	13
Octobre	126,70	6001,88	23997,30	79
Novembre	78,83	6171,30	14520,22	49
Décembre	44	5384,083	9289,27	31

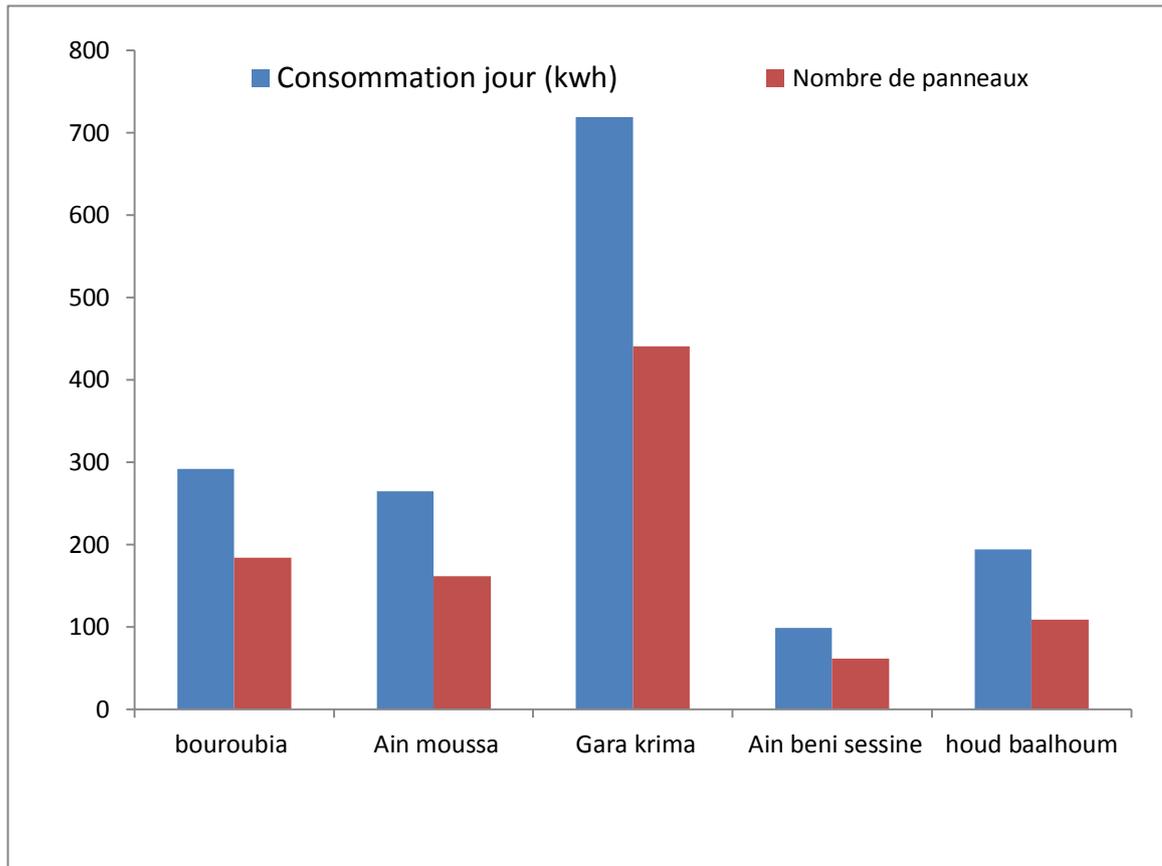


Figure 3.9 : Consommation journalière et nombre des modules

6. Calcul des coûts de système PV

6.1 coût de module photovoltaïque

En consultant les constructeurs des modules PV en Algérie on constate que les prix enregistre une forte chute et surtout après le démarrage des usines de fabrication local des panneaux PV. Le prix d'un module de 300 w peut atteindre 30 000 DA.

6.2 Coût de l'onduleur

Pour l'estimation de coût de l'onduleur, on tient on considération le prix d'achat de l'onduleur et 04 changements durant les 25 ans. Le montant total de ces coûts est estimé à 440 000,00 DA.

6.3 Coût supplémentaire (câblage, fusibles, commutateurs)

L'estimation de ces coûts se base sur les prix appliqués au marché local. Tandis que les prix de ces accessoires sont très bas on peut l'estimé à un montant total de 40 000,00 DA.

Tableau 3.11 cout d'investissement

Forage	N°module	Coût d'investissement [DA]	Coût Supplémentaire [DA]	Total [10 ³ DA]
Bouroubia	184	552000	33120	585120
Ain moussa	162	486000	29160	515160
Gara krime	441	1323000	79380	1402380
Ain benisessine	62	1860000	148800	197160
Ain houd baalhoum	109	327000	19620	346620

7. Coût d'alimentation par réseaux électrique

Dans le calcul de coût de l'alimentation conventionnelle, on tient compte des factures mensuelles de consommations électriques, ainsi le montant de branchement au réseau électrique qui englobe les éléments suivants :

Transformateur électrique 100 kVA avec accessoires de fixation 57 000,000 DA.

Lot de 03 chaines éclateur (EAO) 2 000,00 DA.

Porte fusible avec 03fusible (HPC) 7 000,00 DA.

Câble 4*50 mm² (raccordement du transformateur vers le comptage) 25 000,00 DA.

Câble unipolaire cuivre 1*70 mm (mise à la terre) 15 000,00 DA.

Disjoncteur BT125A 30 000,00 DA.

Montant des équipements et travaux de branchement au réseau électrique en hors taxes est entre 600 000,00-100 000,00DA en choisi le moyenne 800 000,00 DA.

Le calcul d'alimentation par réseau se base sur un tarif constant durant les 25ans.

On choisit un échantillon de forage moins coûteux qui celle de Ain Benisessine (Ain beida). Pour une durée d'exploitation de 25 ans les résultats de deux systèmes sont montrés sur le tableau 3.11.

Tableau3.11 : Coût d'investissement

Années	Coût de système PV sur 25 ans [DA]	Coût de système conventionnel sur 25 ans [DA]
2013	1860000	80000000
2018	1948000	1228070
2023	2036000	1656140
2028	2124000	2084210
2033	2212000	2512280
2038	2300000	2940350

7.1 Durée de récupération de l'investissement

En traçant les deux courbes qui représentent l'alimentation conventionnelle et par énergie solaire. On remarque l'intersection des deux courbes après quinze ans d'années et à partir de l'année 2013. Donc la récupération de coût d'investissement de système photovoltaïque peut être réalisée après 15 ans d'exploitation.

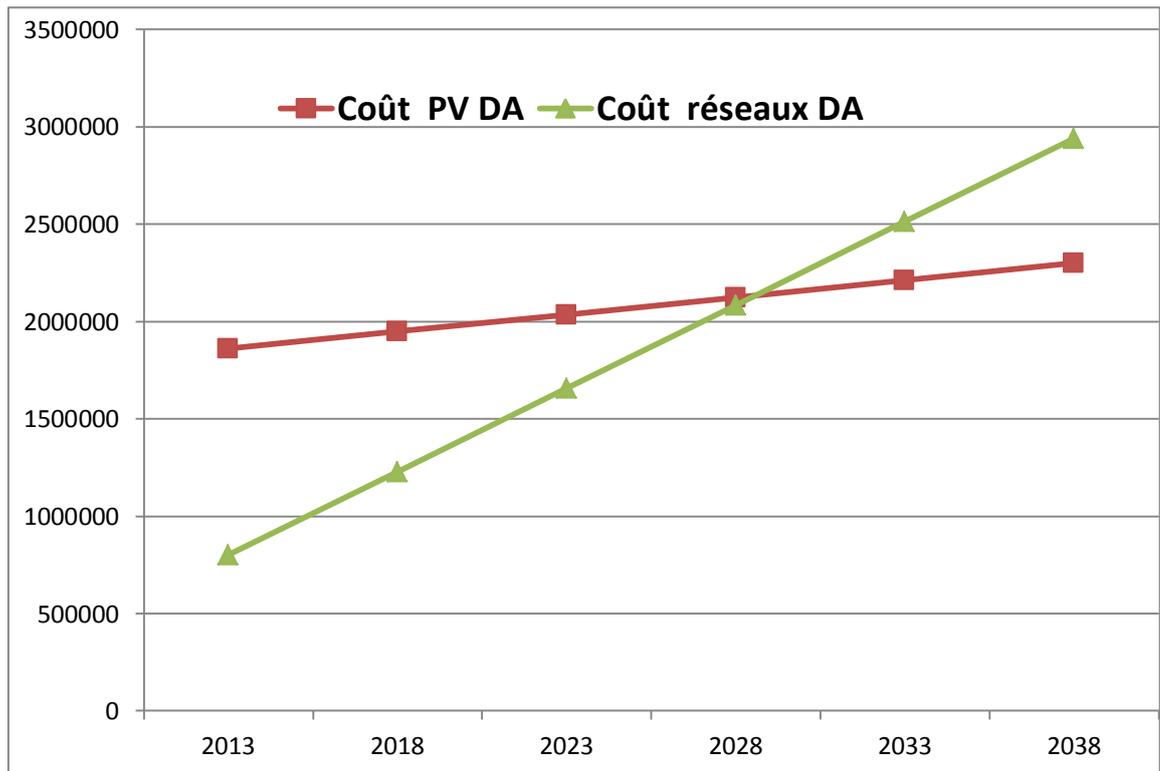


Figure3.10 : Coût d'investissement des deux systèmes de pompages

8. Conclusion

Pour conclure ce chapitre, on constate que la région d'Ouargla comporte une grande densité et une importante production en dattes. Ce qui nécessite, une consommation considérable en énergie électrique pour l'irrigation.

Et nous avons également remarqué que certains des puits destinés à l'irrigation demeurent très coûteux. Donc, l'agriculteur peut rester incapable d'assurer de payer la facture d'électricité, ce qui provoque une perturbation dans l'irrigation vue la cherté des coûts de cette opération malgré que l'agriculteur bénéficie d'une subvention de 35 % pour le raccordement du réseau électrique. A cet effet, nous proposons de nouveaux forages et la multiplication de puits à côtés de celles déjà existants pour pouvoir alimenter par PV en sollicitant des aides financiers de l'état pour faciliter les installations des PV.

Chapitre IV
Transformation des déchets des dattes
en bioéthanol

1. Introduction

De nos jours, les réserves en pétrole brut et les capacités de raffinage limitées, et l'inquiétude grandissante, en ce qui concerne la dégradation de l'environnement, offrent d'excellentes perspectives au bioéthanol. Il est probablement la source d'énergie alternative pour les véhicules et la plus utilisée au monde. Selon la directive 2003/30/CE, l'utilisation du bio alcool vise à promouvoir l'utilisation de biocarburants, présentant un double intérêt : économique et écologique [13].

L'éthanol, produit à partir de matières ainsi biologiques renouvelables, demeure la principale source d'énergie dans les transports sachant que c'est un carburant dont la combustion est plus propre que celle de l'essence ou du diesel [14].

En Algérie les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 800 [15]. Ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de *Degle tNouret* à degré moindre, *Ghars*, *Degla Beida* qui présentent une importance économique majeure.

Les dattes à part leur grande richesse en sucres et leur pouvoir de conservation relativement longue peuvent constituer un substrat de choix pour produire de nombreuses substances à forte valeur ajoutée tel que l'éthanol. Ce dernier issu d'un procédé biotechnologique de fermentation anaérobie est d'une importance économique indéniable du fait qu'il est utilisé dans des secteurs variés et vitaux.

2. Déchets de dattes

Les déchets de dattes ou écarts de tri de dattes représentent les fruits du palmier dattier non consommables par l'être humain et qui sont destinés, traditionnellement, à l'alimentation du bétail. Ils sont composés par une grande gamme de catégories, représentés principalement par [7]:

- H'chef : dattes déshydratées
- Sich : dattes non fécondées.

Selon les informations qu'on a pu collectées, il ressort que les écarts de tri représentent une moyenne de 10 % - 25 % de la production dattier annuelle suivant le climat régnant chaque année. Donc on prend une valeur moyenne de 15 %. Le tableau 4.1 regroupe l'ensemble de déchets des dattes.

Tableau 4.1 production de dèche de datte (2012-2013)

Secteur	Deglet Nour qx	Ghers qx	DeglaBeida qx	Autrevarieties qx	Total Qx
Ouargla	55524	1828095	0	15195375	88928875
Rouissat	43074	78552	0	2224875	123850875
Sidi Khouiled	1073,25	1944	0	2035125	32207625
Ain El Beida	77625	498885	6,75	9470625	137051625
Hassi Ben Abdellah	321015	149085	9,9	118125	47227125
N'goussa	426564	5432385	0	14844375	984646875
Total	2617134	39992235	16.65	305285625	5277308125

2.1 Evaluation des déchets des dattes

La majorité des études sont orienté vers l'évaluation des dattes, ils montrent que ce fruit est très riche par plusieurs composantes nécessaires à la nourriture humaine.

- Les déchets des dattes sont utilisés comme aliment des animaux et qui sont vendus à des prix très bas sur le marché. Dans notre évaluation de ces produits non consommables en procédant à l'extraction d'un

bio-carburant appelé l'éthanol. Cette opération commence par la détermination de type dattes qui ne sont pas destinées à la consommation. Généralement, on sélectionne les dattes en fonction de sa qualité et on prend les mauvais groupes qui une perte de ces composants organiques de l'ordre de 60%-40% et on opte à une valeur moyenne de 50%. Donc, on obtient les résultats mentionnés sur le tableau 4.2 pour la région d'Ouargla en 2013.

3. Caractéristiques des dattes utilisées dans la production d'éthanol

En consultant les travaux effectués dans le domaine d'extraction d'éthanol à partir des dattes, on constate qu'il ya plusieurs types utilisés pour ces fins. Parmi ces dattes on recense Ghers, Bouchaira et Tenessine [16].

Les caractéristiques de ces espèces se ressemblent aux dattes produites à la région d'Ouargla tel que Ghers, Deglet Nour et Degla beida. Le tableau 4.2 montre les caractéristiques de production de bioéthanol pour chaque espèce. ensuite, on calcule les quantités de déchet des dattes pour évaluer la production de bioéthanol. Les résultats obtenus sont illustrés sur le tableau 4.3.

Tableau.4.2 : production de bioéthanol

Espèce	Ghers	Bouchaira	Tenessine
Bioéthanol(l)	0.624	0.475	0.242
Rendement(l)	1.560	1.1875	0.605

Tableau4.3 production du bioéthanol année 2013

Datte	Déchets de dattes (qx)	Rendement(l)	Bioéthanol(l)
Ghers	3999223	0,39	531439
Deglet Nour	2617134	0,29	163570
Deglat Beida	1665	0,15	134
Total	6618022	0,38	695144

4. Matériels et méthodes d'extraction d'éthanol

Dans le procédé de la production d'éthanol des déchets des dattes, on a adopté les méthodes expérimentales appliquées par A. Boulal et al [15].

4.1 Matière végétale

A la base des constatations sur terrain et les données statistiques de la direction d'agriculture, on a choisi les trois variétés des dattes communes les plus dominantes (Ghers, Deglet Nour, Deglat beida) dans la région d'Ouargla pour faire l'évaluation de la production d'éthanol. La figure 4.1 montre une sélection de déchets des dates.



Figure. 4.1: Substrat de déchets de dattes

4.1.2 Matière biologique

La levure de boulangerie sèche, *Saccharomyces cerevisiae* est utilisée. Elle est conservée dans un endroit frais et sec. Cette souche est utilisée pour la production d'éthanol.

4.1.3 Dispositifs utilisés pour la fermentation alcoolique

La figure 4.2 montre les dispositifs utilisés au laboratoire à gauche le bioréacteur (a) pour la fermentation et à droite le bain marie (b) utilisé pour la stabilisation de la température pendant le déroulement de processus.

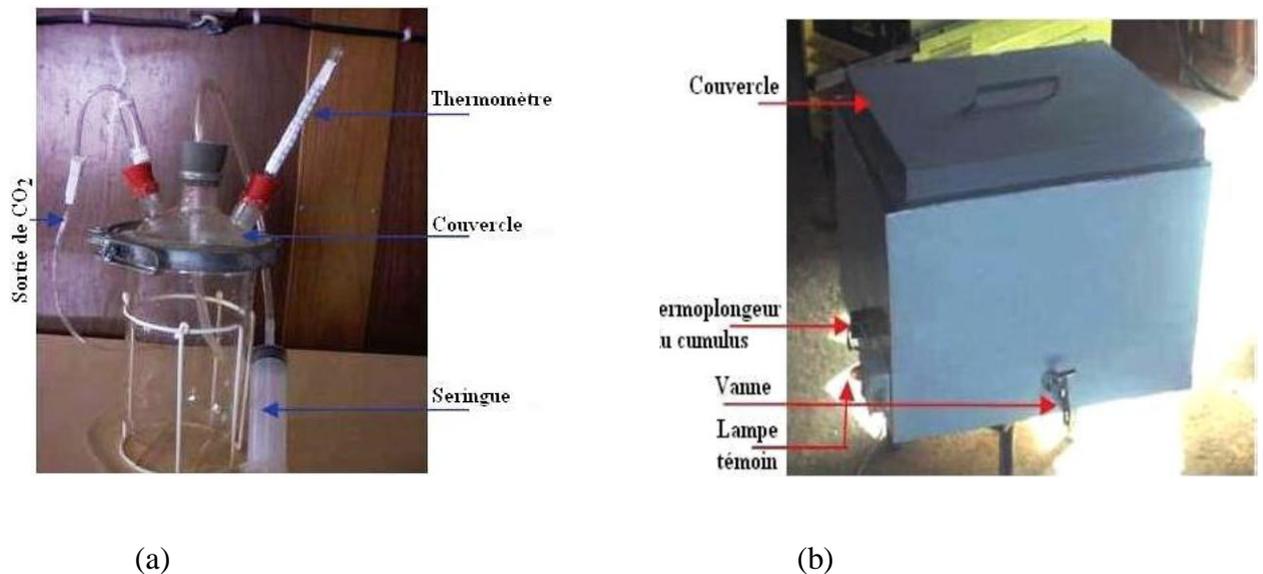


Figure 4.2 Diapositive de la fermentation

5. Procédures d'extraction

5.1 Préparation du moût de dattes

Après lavage, l'imbibition des dattes est faite à l'aide d'une eau chaude (90 à 95 °C) afin de faciliter le dénoyautage. Le broyage des pulpes est effectué par la suite. L'eau d'imbibition riche en sucre sera utilisée comme eau de dilution du moût.

Les dattes traitées sont ensuite diluées à raison de 200 g de pulpes pour 800 ml d'eau. Le pH du moût est ajusté entre 4.3 et 4.7 par l'acide sulfurique (H₂SO₄, 1N). Ce pH acide préjudiciable au développement des bactéries s'avère propice à la prolifération des levures.

5.2 Procédé de la fermentation alcoolique

Après ensemencement du milieu par la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* (1 g/l) [17], le bioréacteur est plongé dans un bain-marie où la température est maintenue à 30 ± 2 °C. La fermentation est conduite en anaérobiose pendant 72 heures [18]. Toutefois, la fermentation est favorisée par une agitation due au mouvement des bulles du CO₂ dégagé (voir figure 4.3).

Pour suivre l'évolution de la fermentation, chaque 24 heures des prélèvements doivent être faits pour effectuer les analyses physico-chimiques et détecter l'odeur de l'alcool dans le moût. Après 72 heures, la fermentation sera arrêtée.

Pour les différentes espèces de dattes, l'opération de fermentation doit être répétée trois fois dans le but d'obtenir une valeur moyenne représentative des différentes analyses.

Au cours de la fermentation, les conditions ci-dessous sont suivies:

- L'acidité du moût à l'aide d'un pH mètre;
- Le taux de glucose;
- L'évolution de la couleur et de l'odeur du moût;
- Le degré alcoolique;
- La densité du milieu réactionnel;
- Détermination de la cendre.

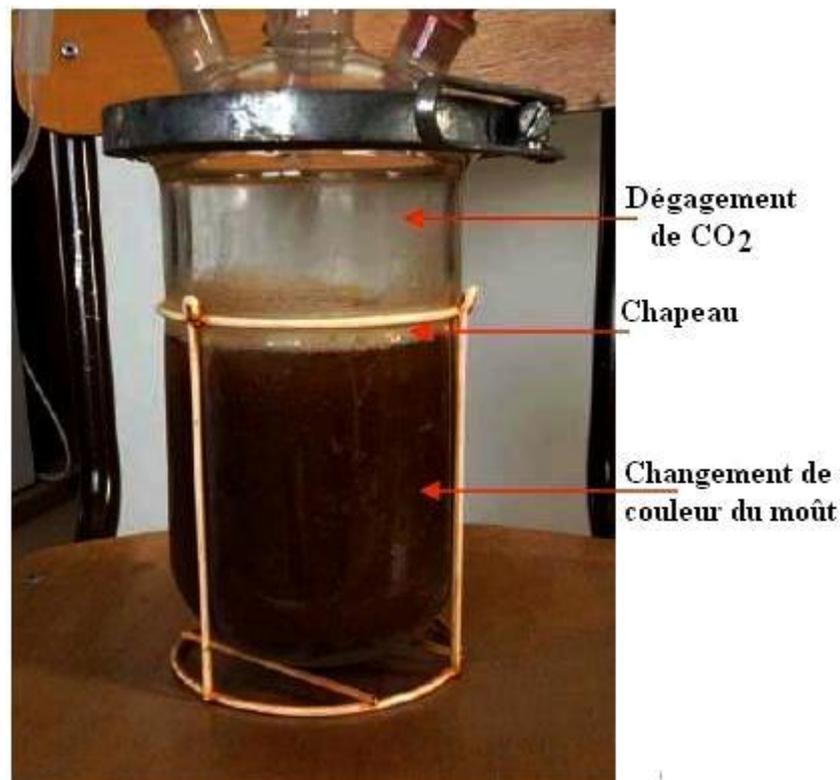


Figure 4.3 Fermentation dans le bioréacteur

6. Distillation alcoolique

A la fin de la fermentation, le vin de dattes obtenu est distillé afin d'extraire l'éthanol. La température de distillation est de l'ordre de 78 °C [18].

La figure 4.4, représente le diagramme des différentes étapes de fabrication de l'éthanol.

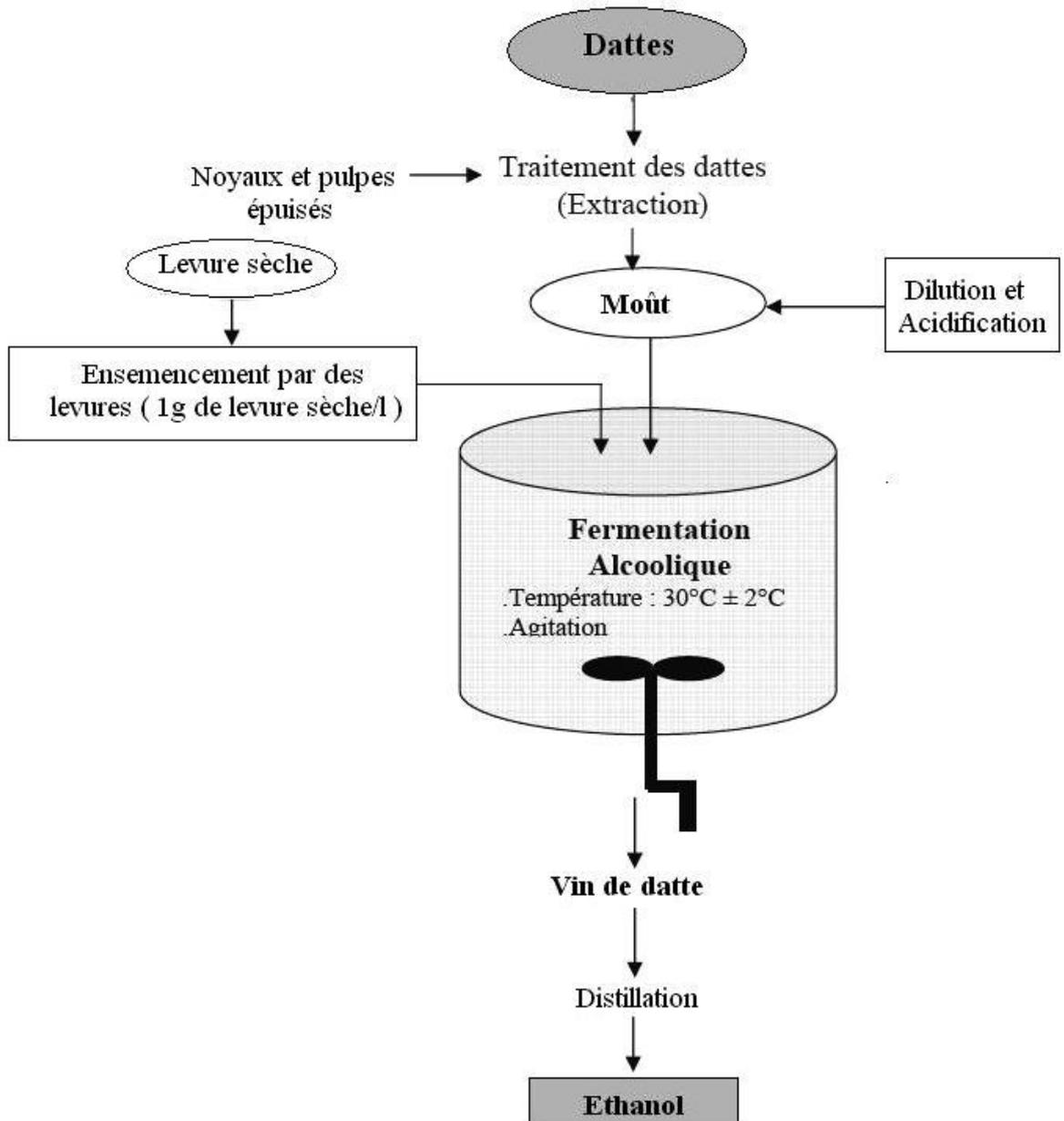


Figure 4.4 : Diagramme des étapes de production d'éthanol

7. Prévisions de production de bioéthanol

Grâce à des programmes mis en place par l'état (direction de l'agriculture) dans la mise en valeur des terres pour la culture des palmiers, on peut prévoir la production de bioéthanol en fonction de nombre de palmier et les quantités des dattes qu'on peut récupérer. Durant la période entre 2012-2014, la direction de l'agriculture de la wilaya d'Ouargla a alloué une superficie pour l'agriculture des palmiers allant jusqu'à 172.869,40 hectares.

On adopte une durée de 5 ans pour un arbre atteint une production acceptable des dattes. Le nombre des palmiers de l'année 2013 est comme référence pour calculer la moyenne de production des dattes par palmier. La densité des arbres pour les nouvelles superficies est fixée à 100 palmiers par hectare. Donc, on peut calculer le nombre total de nouveaux palmiers producteurs en 2018 qui atteint 17.286.940 arbres et la production des dattes est de l'ordre de 1.117.352,58 qx. La production des déchets et de bioéthanol par type de palmier en 2018 est présentée dans le tableau 4.4. Notant que dans ce cas, on a opté à une hypothèse très idéale qui considère une exploitation totale des terres réservés aux palmiers.

Tableau.4.4 : Production de bioéthanol 2018

Datte	Déchets de datte (qx)	Bioéthanol (l)
Ghers	2074432	2149497
Deglet Nour	531220	478982
Degla Beida	1351	543
Total	2607004	2629023

En réalité les terres allouées par l'état ne sont pas complètement exploitées. Le pourcentage d'exploitation réel peut tourner autour de 20 %, cela est dû à la faible attraction des investisseurs vers l'agriculture des palmiers. Une hypothèse très optimiste de 80 % de taux d'exploitation peut être prise dans nos calculs pour évalués les potentiels existants. Le tableau.4.5 montre les résultats obtenus pour un taux de 20%, on constate que la production totale du bioéthanol de l'année 2018 est estimée à 2629023 L. Cette quantité de carburant est extraite d'une matière première (déchets de dattes) de 2607004 qx. Les prévisions sur une période de 25 ans seront calculées de la même façon et qui sont illustrés sur le figures4.5

Tableau 4.5 production de dattes en 25ans

L'année	Surface de palmiers m ²	Nombre des palmiers	Production qx
2013	202524269	6813333	856252
2018	202697138	13829552	8962173
2023	405394277	26977771	17068094
2028	810615684	40125990	25174014
2033	1215837092	53274109	33279934
2038	1621058499	66422428	41385855

Tableau 4.6 production de dattes en 25 ans (taux 20%)

L'année	Surface de palmiers m	Nombre des palmiers	Production qx
2013	40504853	136266	171250
2018	40539427	2765910	1792435
2023	81078855	5395554	3413619
2028	162123136	8025198	5034803
2033	243167418	10654842	5034803
2038	324211699	13284486	6655987

Tableau4.7 production de dattes en 25 ans (taux 80%)

L'année	Surface de palmiers m	Nombre des palmiers	Production qx
2013	162019415	545066	685002
2018	162157710	11063642	7169739
2023	324315421	21582217	13654475
2028	648492547	32100792	20139211
2033	972669673	42619367	972669673
2038	1296846799	53137942	1296846799

Dans le programme du réaménagement et de l'exploitation de la culture du Palmier-dattier, lorsque la surface des terres allouée est pleinement exploitée ; la production des dattes au cours de l'année 2038 sera très élevée. Et en réalité, on prévoit dans notre étude, la production du bioéthanol en deux cas : le premier en pourcentage de 80% où la production du biocarburant est très élevée qui est représentée dans la figure 4.5 : Le deuxième cas, en pourcentage de 20%, la production est diminuée comme représentée également sur la figure 4.6 par rapport au cas précédent.

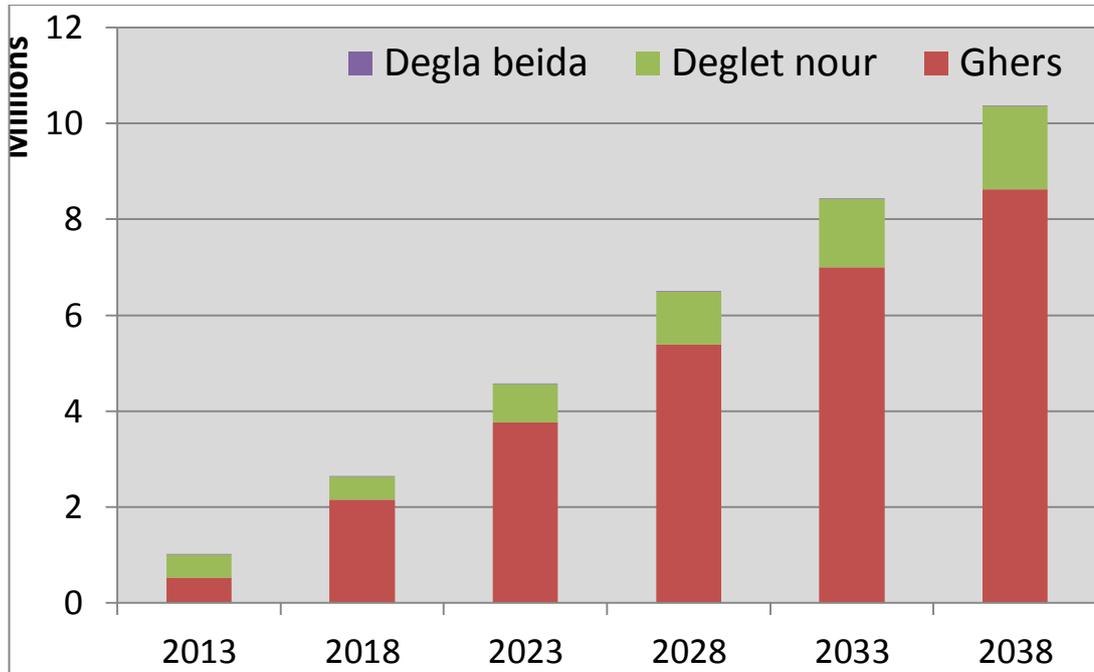


Figure 4.5 production de bioéthanol (taux 80%)

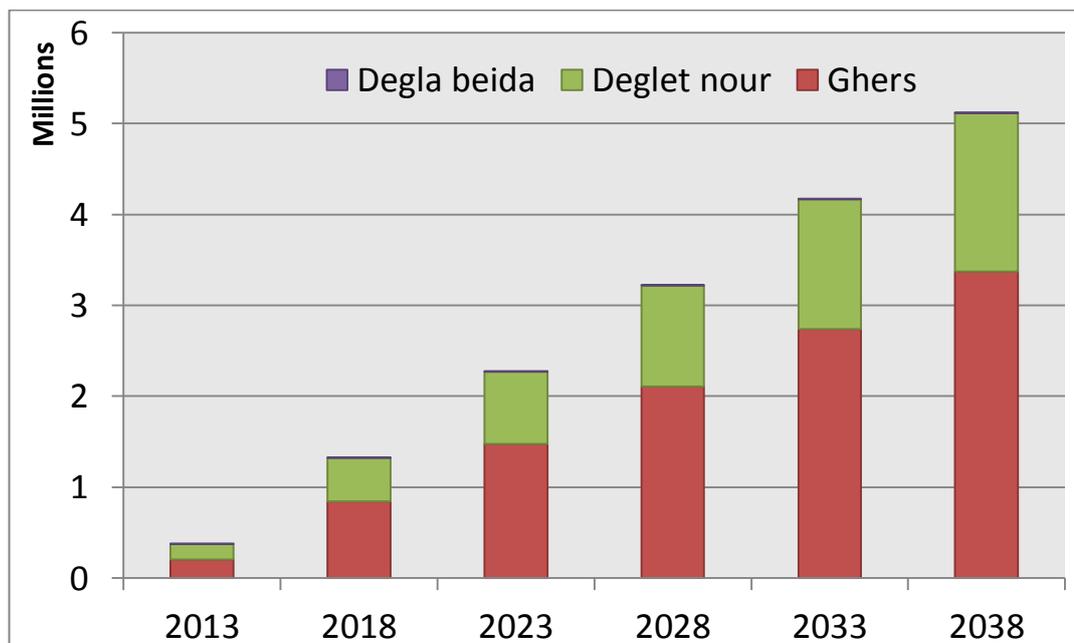


Figure4.6 production de bioéthanol (taux 20%)

8. Conclusion

La région d'Ouargla est riche en plusieurs qualités de dattes, elle va de même lorsque la production est importante les déchets engendrés sont considérables. Ce qui trône à ce que cette région soit un pôle industriel pour la production du bioéthanol à partir des déchets à l'avenir et ce que notre modeste étude l'a confirmé. A citer également les autres déchets des Palmiers-dattiers (Ardjoun, Djrid,...) qui peuvent être valorisé dans le domaine d'extraction du biocarburant ou la production de l'énergie thermique dans les chaudières.

Conclusion générale

D'après notre étude, le Palmier-dattier est considérée comme une richesse très importante en Algérie, spécifiquement au sud et le meilleur exemple que nous pouvons citer est celui d'Ouargla. Cette valeureuse région saharienne a une grande densité en Palmiers-dattiers ; ce qui fait une immense production en cette matière. Et notre région étudiée sis à Ouargla ; à savoir : Rouissate, Sidi- Khouilled, Ngoussa, Ain-Beida, Hassi Ben Abd-Lah et Ouargla-Centre ; nous avons estimé et conclut après nos statistiques, que la densité des Palmiers dattiers est $0,31096$ arbre/m², et que la densité de production à $7,32444$ qx/m².

L'évaluation de la consommation en énergie électrique du forage d'eau est élevée, et cela est dû à la surcharge de l'irrigation des Palmiers-dattiers. C'est-ce qui représenté dans le forage Garra Krime à Ain-Beida. La ration de consommation de l'énergie par réseau électrique est en voix ascendante, celle-ci est représentée sur une durée de vingt-cinq ans que nous avons mentionné dans notre exemple traité lors de l'étude effectuée dans le forage de Beni- Sessine dont le coût d'irrigation atteint un montant de 2940350 DA.

Et les recommandations que nous pouvons conseiller pour une meilleure alimentation : faciliter aux agriculteurs l'aménagement du forage pour irrigation des Palmiers-dattiers par panneaux PV ; et ce que nous avons soulevé et montré dans les prévisions pour une période de 25 ans. La comparaison entre les coûts d'irrigation par des systèmes conventionnels et solaires montre une durée de récupération de d'investissements des panneaux PV ne dépasse pas une quinzaine d'années. Après cette période le coût d'irrigation sera très faible. Dans le cas de subvention d'état sur l'investissement en énergies renouvelables l'agriculteur sera très encouragé pour développer le secteur des palmiers.

La valorisation des déchets des dattes par la production d'éthanol constitue un créneau très promoteur en vue de créer un développement durable, ainsi une opération d'envergure pour encourager l'implantation des palmiers qui contribue à l'absorption des gaz à effet de serre.

Références

- [1] Munier P., 1958, Sur l'origine de la connaissance de la pratique de la pollinisation artificielle du palmier dattier. In : Fruits, pp. 11-13.
- [2] DJERBI M., 1993, Précis de la phoeniciculture. Ed., FAO., Rome, Italie, pp. 192-200.
- [3] BOUGUDOURA N., 1991, Connaissances de la morphogénèse du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de doctorat d'état en biologie végétale, U.S.T.H.B, Alger, pp. 201.
- [4] GILLES P., 2000, Cultiver le palmier dattier, Ed, Girad., Montpellier, pp. 110.
- [5] DJERBI M., 1994, Précis de la phoeniciculture, Ed., FAO., Rome, Italie, pp. 102.
- [6] Seddik Saoudi, 2013, Etude statistique de maladie phongique porriture de fruits (Alternariasp) dans la region Oued-souf, Mémoire de Master Biochimie thèse, universite Biskra.
- [7] El Asslouj, 2007, Analyse de la qualité physico-chimique des eaux souterraines de la communauté des Mzamza, au voisinage des eaux usées, Afrique Science 03(1), pp. 109-122.
- [8] KHADRAOUI A., 2007. Eau et impact environnemental dans le Sahara algérien, Définition-Evolution et perspectives de développement. Ed : Houma. Ouargla. pp. 310.
- [9] BAHMED CHEIKH SALAH, 2000, Gestion rationnelle de l'eau en zones arides EXP : Le M'Zab, Conférence présentée au Bordeaux, pp. 22.
- [10] Normes d'irrigation, Station expérimentale ITDAS de Hassi Ben Abdellah, Ouargla.
- [11] AOUARIB Ahmed, KHEMGANI Soufiane, 2011, Contribution à l'introduction de l'énergie renouvelable (électrique) dans l'implantation agricole de l'unité ERIAD-Sétif Ouargla, Master mécanique énergétique, université d'Ouargla.
- [12] Direction des Services Agricoles /Ouargla2012/2013.
- [13] M. Cot, 2006, Etudes Physiologiques de l'Adaptation et de la Résistance de la Levure Saccharomyces Cerevisiae au Cours de la Production Intensive d'Ethanol', Thèse de Doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.
- [14] Rapport, 2001, Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques', Note d'Information N°0/2001, Parlement Européen.
- [15] A.Boulal, B. Benali, M. Moulai et A. Touzi, 2010, Transformation des déchets de dattes de la région d'Adrar en bioéthanol, Revue des Energies Renouvelables, Vol. 13 (3), pp. 455- 463
- [16] 2011, تحضير البيو إيثانول انطلاقا من أنواع مختلفة من التمور مذكرة شهادة ليسانس جامعة الوادي
- [17] D. Fabienne, 1991, Génie Fermentaire', Edition Doin Editeurs, pp. 226 - 229, Paris.
- [18] F. Kaidi et A. Touzi, 2001, Production de Bioalcool à Partir des Déchets de Dattes: Biomasse Production et Valorisation, Revue des Energies Renouvelables, pp. 75-78

Statistiques des palmiers et production dans Ouargla 2013

2012/2013

TABLEAU A-2 PALMIERS DATIERS (Superficie occupée, nombre de palmiers existants et production)

SECTEURS	DATES					NOMBRE DE PALMIERS EXISTANTS					NOMBRE DE PALMIERS EN RAPPORT					PRODUCTION EN DATES (OX)				
	en masses	Deglet Nour	Ghars	Deglet beida	AUTRES Varietes (nombre)	Deglet Nour	Ghars	Deglet beida	AUTRES Varietes	Deglet Nour	Ghars	Deglet beida	AUTRES Varietes	Deglet Nour	Ghars	Deglet beida	AUTRES Varietes (nombre)	TOTAL (OX)		
Superficie Occupée	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	TOTAL (nombre) 21313	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(nombre)	(OX)	(OX)	(OX)	(nombre)	(OX)		
Colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
Ouargla	1998	59853	172079	0	62707	294639	57775	171059	0	62340	291174	37016	121873	0	40521	199410				
Roussai	960	47761	59985	0	9406	117152	46362	59586	0	9220	115168	28716	52368	0	5933	87017				
S/T/D Ouargla	2958	107614	232064	0	72113	411791	104137	230545	0	71560	406342	65732	174241	0	46454	286427				
Sidi Khoulid	692	20175	24615	0	9211	54001	11540	20250	0	8350	40140	7155	12960	0	5427	25542				
Aïn El-Beida	1746	114476	60633	1300	40262	216671	86250	52850	450	39460	179010	51750	33295	180	25255	110480				
Hassi Benabdellah	1962	121625	48702	1450	4540	176317	34630	15530	600	500	51260	21401	9939	264	315	31919				
S/T/D S. Khoulid	4400	256276	133950	2750	54013	446989	132420	88630	1050	48310	270410	80306	56194	444	30997	167941				
N. Goussa	1722.32	69517	93178	0	10558	173253	47396	77055	0	7917	132368	28437.6	36215.9	0	3958.5	68611.95				
S/T/D N. Goussa	1722.32	69517	93178	0	10558	173253	47396	77055	0	7917	132368	28437.6	36215.9	0	3958.5	68611.95				
H. Messaoud	39.6	2761	1288	752	3016	7817	2761	1288	752	3016	7817	1656	644	188	490	2978				
H. Messaoud	432.63	33676	20624	10658	9089	74047	5597	5128	1439	289	12453	3358	2564	360	47	6329				
S/T/D H. Messaoud	472.23	36437	21912	11410	12105	81864	8358	6416	2191	3305	20270	5014	3208	548	537	9307				
El-Borna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
S/T/D El-Borna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Touggourt	84.36	6077	1434	2403	80	9994	2992	663	793	36	4484	1585	273	396	16	2270				
Nedza	1306.57	121113	16484	18582	7272	163451	99655	14430	14942	6815	135842	67368	6917	6272	3203	83760				
Tapezbest	910.45	74683	33653	11425	12824	132585	61014	28476	9195	11947	110632	41246	11241	4330	4898	61715				
Zaoua El-Abidia	877.98	75007	14386	12466	9090	110949	61678	11899	8379	8798	91754	42335	6263	4898	4487	57983				
S/T/D Touggourt	3179.36	276880	65957	44876	29266	416979	225339	55468	34309	27596	342712	152534	24694	15896	12604	205728				
Megarine	1649	121304	26015	33245	11570	192134	116168	20271	25714	11730	173883	69701	8108	12857	3519	94185				
Sidi Slimane	1699	114794	24459	15643	7450	182346	99947	18858	13512	4022	136339	59968	7543	6756	1207	75474				
S/T/D Megarine	3348	236098	50474	48883	19020	354480	216115	39429	39226	15752	310222	129669	15651	19613	4726	169659				
Temacine	1836.56	121541	35281	28765	20496	206083	85936	17430	18503	18657	140526	46405	11852	13518	13481	85266				
Badel Omar	1381.71	136669	18175	14213	10213	179270	110403	16746	11342	10941	149432	66241	11387	7713	7449	92790				
S/T/D Temacine	3218.27	268210	53456	42978	30709	385353	196339	34176	29845	29598	289958	112646	23239	21231	20930	178046				
El Hadira	743	31200	56925	5830	3735	97690	25620	51180	3510	3390	83700	12300	31150	2285	2040	47775				
El-Alla	413	33247	16959	1710	2314	54230	28010	15305	1485	2125	46925	14200	8739	970	1280	25189				
S/T/D El-Hadira	1156	64447	73884	7540	6049	151920	53630	66485	4995	5515	130625	26500	39889	3255	3320	72664				
Talbet	231	18688	6884	1468	1350	28390	16250	5450	1350	1450	24500	11375	2725	675	798	15573				
Temacine	178	13770	5236	570	1200	20776	12180	4460	500	800	17880	8526	2200	250	440	11416				
Morgueur	652	32420	14060	2320	2100	50900	26200	12240	2330	2250	43020	18340	6120	1165	1238	26663				
S/T/D Talbet	1061	64878	26180	4358	4650	100066	54630	22090	4180	4500	85400	38241	11045	2090	2476	53852				
TOTAL WILAYA	21515	1370357	751055	162800	238483	2522695	1038364	620094	115796	214053	1988307	639080	384377	63077	126003	1212536				

ملخص:

يعتبر النخيل في الجزائر من الثروات المهمة وذلك لإنتاجه للتمور و لتثمين هذا المورد ركزنا في دراستنا على الاهتمام بالنخيل و زيادة انتاجه من خلال تقليل تكلفة الاستثمار و وجدنا ان التغذية عن طريق الكهرباء تكبد الفلاح ثمنا عاليا ولذلك قمنا في دراستنا بجعل مقارنة بين نظام السقي بالطاقة الشمسية و شبكة الكهرباء و بينت النتائج ان الطاقة الشمسية هي الاقل تكلفة على الامد الطويل لذلك اقترحنا ضرورة الامداد عن طريق الطاقة الشمسية ويمكن تسهيل ذلك من طرف الدولة عبر مساعدات مالية و لتثمين التمر الغير صالح للاستهلاك طرحنا ضرورة استغلاله وذلك من خلال استخراج الايثانول منه الذي يعتبر في الوقت الحالي من الوقود الحيوي الامثل وضرورة الالتفات الى هذه الثروة و طرحنا في دراستنا امكانية استغلاله على المدى الطويل.

الكلمات المفتاحية: النخيل، السقي بالطاقة الشمسية، استخراج الإيثانول من التمر الغير صالح للأكل.

Résumé :

En Algérie, les palmiers représentent important richesse parce que la production de dattes et la valorisation de cette ressource. Une attention particulière envers les palmiers pour augmenter la production en réduisant le coût de l'investissement dans ce domaine. On constate que l'alimentation par réseau électrique est très coûteuse, donc nous avons entamé une étude comparative entre le système photovoltaïque et alimentation par réseau électrique. Les résultats obtenus montrent que à long terme le photovoltaïque est la moins chère, à cet effet on suggère la nécessité de procéder à l'alimentation par panneaux photovoltaïque et pour encourager les agriculteurs des subventions d'état sont nécessaires.

L'évaluation des déchets des dattes montre le profit d'extraction de bioéthanol qui peut être considérée comme un bon carburant, ainsi la nécessité de s'intéresser à cette richesse et la possibilité de leur exploitation à long terme.

Mots clés : le palmier, irrigation par photovoltaïque, Extraction de bioéthanol à partir de déchet de datte.

Abstract:

In Algeria, palms represent significant wealth because the production of dates and the value of this resource. Particular attention was devoted to the palm to increase the production by reducing the cost of investment in this area. It is noticeable that the alimentation by electric network is very expensive, so we started a comparative study between the photovoltaic system and power electric network. The results show that long-term photovoltaic is the cheapest, for this purpose, we suggest: The need for power by photovoltaic panels and to encourage farmers by subsidies. The assessment of the waste dates shows the profit extraction of bioethanol can be considered a good fuel and its need may focus on the wealth and the possibility of their long-term operation.

Key words: Palm trees, Photovoltaic irrigation, Extraction of bioethanol from uneatable date.