

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Mohamed Khider, Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques



Thèse

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

## THEME

**Influence de la qualité de l'eau et de la nature du sol sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la wilaya de Biskra**

Présentée par : **DEBABECHE Kaouther**  
Soutenue publiquement : le 04/11/2021

**Jury :**

<b>Président : GUIMER Kamel</b>	<b>MCA Université de Mohamed Khider, Biskra</b>
<b>Directeur de thèse : DEBABECHE Mahmoud</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Khider, Biskra</b>
<b>Examineur: SENOUSI Abdelhakim</b>	<b>Professeur Université de Kasdi Merbah, Ouargla</b>
<b>Examineur : MIMECHE Fateh</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Boudiaf, M'sila</b>
<b>Examineur : LAIADI Ziane</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Khider, Biskra</b>

**Année universitaire : 2021 / 2022**



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Mohamed Khider, Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques



Thèse

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques

## THEME

**Influence de la qualité de l'eau et de la nature du sol sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la wilaya de Biskra**

Présentée par : **DEBABECHE Kaouther**  
Soutenue publiquement : le 04/11/2021

**Jury :**

<b>Président : GUIMER Kamel</b>	<b>MCA Université de Mohamed Khider, Biskra</b>
<b>Directeur de thèse : DEBABECHE Mahmoud</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Khider, Biskra</b>
<b>Examineur: SENOUSI Abdelhakim</b>	<b>Professeur Université de Kasdi Merbah, Ouargla</b>
<b>Examineur : MIMECHE Fateh</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Boudiaf, M'sila</b>
<b>Examineur : LAIADI Ziane</b>	<b>Professeur Université de Mohamed Khider, Biskra</b>

**Année universitaire : 2021 / 2022**

## **Table des matières**

Remerciements	ii
Liste des tableaux	iii
Liste des figures	v
<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	<b>5</b>
1. Interaction entre l'eau et le sol sur la plante	6
2. Environnement hydrique et édaphique des palmeraies de la wilaya de Biskra	10
2.1. Ressources hydriques	10
2.1.1. Ressources en eaux souterraines	10
2.1.2. Ressources en eaux superficielles	14
2.2. Ressources édaphiques	15
3. Aperçu sur le palmier dattier	16
3.1. Historique et origine	16
3.2. Extension géographique	17
3.3. Taxonomie	18
3.4. Morphologie	18
3.4.1. Système racinaire	19
3.4.2. Tronc ou stipe	20
3.4.3. Couronne ou frondaison	20
3.4.4. Organes floraux	21
3.4.5. Fruit ou datte	21
3.5. Stades de croissance	23
3.5.1. Phénologie au cours de la vie du palmier	23
3.5.2. Phénologie annuelle	23
3.6. Importance économique de la phoeniculture	25
3.6.1. Dans le monde	25
3.6.2. En Algérie	25
3.6.3. Aux Ziban	27
3.7. Exigences écologiques	28
3.7.1. Exigences climatiques	28
3.7.1.1. Température	28
3.7.1.2. Ensoleillement "Luminosité"	28

3.7.1.3. Pluviométrie	28
3.7.1.4. Vent	28
3.7.2. Exigences édaphiques	28
3.7.3. Exigences hydriques	29
3.8. Techniques culturales	30
3.8.1. Travaux du sol	30
3.8.2. Installation de la palmeraie	30
3.8.3. Irrigation	31
3.8.4. Fertilisation	31
3.8.5. Pollinisation	31
3.8.6. Soins apportés aux régimes	32
3.8.6.1. Limitation du nombre des régimes	32
3.8.6.2. Ciselage des épillets	32
3.8.6.3. Etayage	33
3.8.6.4. Ensachage	33
3.8.7. Récolte et triage	33
3.8.8. Elagage	33
4. Qualité du fruit du palmier dattier « datte »	33
4.1. Trait phénotypique	35
4.2. Trait physico-chimique	36
4.3. Trait biochimique	37
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>	39
1. Présentation de la région d'étude	40
1.1. Localisation des sites d'étude	40
1.2. Conditions expérimentales	41
2. Approche cartographique	42
2.1. Acquisition des données	42
2.1.1. Sélection des coordonnées géographiques	42
2.1.2. Choix des images satellitaires	42
2.2. Traitement des images : Calcul de NDVI	43
3. Approche analytique	43
3.1. Eau d'irrigation	43
3.1.1. Echantillonnage	43

3.1.2. Analyse	44
3.2. Sol	44
3.2.1. Echantillonnage	44
3.2.2. Analyse	47
3.3. Matériel végétal	48
3.3.1. Echantillonnage	48
3.3.2. Analyse	48
3.3.2.1. Caractéristiques phénotypique	48
3.3.2.2. Caractéristiques physico-chimiques	49
3.3.2.3. Caractéristiques biochimiques	49
4. Analyse statistique	50
4.1. Analyse univariée (Description des résultats)	50
4.2. Analyse multivariée	50
4.2.1. Analyse en Composantes Principales	50
4.2.2. Classification Ascendante Hiérarchique	50
4.2.3. Analyse de la régression linéaire multiple	51
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	52
1. Analyse cartographique : Traitement des images satellitaires : Indice de végétation NDVI	53
2. Analyse univariée : Description et évaluation de la qualité des eaux d'irrigation, des sols et de la production des cinq exploitations phoenicicoles	55
2.1. Caractéristiques chimiques des eaux d'irrigation	55
2.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols	59
2.2.1. Caractéristiques physiques	59
2.2.2. Caractéristiques chimiques	60
2.3. Caractéristiques des dattes	65
2.3.1. Caractéristiques phénotypiques	65
2.3.2. Caractéristiques physico-chimiques	66
2.3.3. Caractéristiques biochimiques	68
3. Analyse univariée	70
3.1. Analyse en Composantes Principales	70
3.2. Classification Ascendante Hiérarchique	72
3.3. Régression linéaire multiple	73

<b>Conclusion générale</b>	87
<b>Références bibliographiques</b>	91
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>ملخص</b>	

## **Remerciements**

Louange à Dieu tout puissant qui a permis que ce travail voie le jour !

Ma plus grande reconnaissance va à mon encadreur Mr. DEBABECHE Mahmoud, professeur à l'Université de Mohamed Khider, Biskra, d'être toujours prêt à m'aider malgré toutes ses occupations.

Je manifeste aussi toute ma gratitude à Mr. LAIADI Ziane, professeur au Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Mohamed Khider, Biskra, pour sa disponibilité, sa perfection et ces discussions enrichissantes.

Mes remerciements les plus vifs sont envisagés au président et à tous les membres du jury qui ont accepté de faire partie et d'avoir consacré tout le temps à l'examen et à l'évaluation critique de ce travail. Qu'ils trouvent l'expression de ma reconnaissance et ma profonde gratitude !

Mr. le président du jury, Mr. GUIMER Kamel, maître de conférences A au Département des Sciences Agronomiques, Université de Mohamed Khider, Biskra.

Messieurs les membres de jury :

Mr. SENOUSSEI Abdelhakim, professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Kasdi Merbah, Ouargla;

Mr. MIMECHE Fateh, professeur au Département des Sciences Agronomiques, Université de Mohamed Boudiaf, M'sila ;

Mr. LAIADI Ziane, professeur au Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Mohamed Khider, Biskra.

Je remercie profondément Mr. Moussi Abd elhamid, professeur au Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Mohamed Khider, Biskra, pour sa disponibilité, son aide et ses précieux conseils.

Un grand merci pour ma collègue Dr. Bouletif Meriem pour son aide.

Je tiens à remercier le staff du CRSTRA et les agriculteurs qui m'ont apporté une aide efficace dans de nombreuses prospections et au laboratoire.

Je remercie sincèrement tous ceux qui ont contribué, de proche ou de loin, à cette recherche.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	Principales propriétés du sol imposant des contraintes aux plantes	6
<b>Tableau 2 :</b>	Nécessité et rôle des éléments minéraux dans la plante	8
<b>Tableau 3 :</b>	Principales nappes recensées dans la wilaya de Biskra	13
<b>Tableau 4 :</b>	Classification botanique du palmier dattier	18
<b>Tableau 5 :</b>	Absorption du palmier dattier des besoins en eau par rapport à l'extension du système racinaire	20
<b>Tableau 6 :</b>	Cycle annuel du palmier dattier femelle Deglet-Nour en 2005	24
<b>Tableau 7 :</b>	Bilan de la campagne dattière dans la région des Ziban (2016/2017)	27
<b>Tableau 8a :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille	35
<b>Tableau 8b :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille	35
<b>Tableau 8c :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille	35
<b>Tableau 9a :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales	36
<b>Tableau 9b :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales	36
<b>Tableau 9c :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales	36
<b>Tableau 10 :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour la consistance	37
<b>Tableau 11a :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques physico-chimiques	37
<b>Tableau 11b :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques physico-chimiques	37
<b>Tableau 12a :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques biochimiques	38
<b>Tableau 12b :</b>	Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques biochimiques	38
<b>Tableau 13 :</b>	Coordonnées géographiques des palmiers dans les exploitations d'étude	42
<b>Tableau 14 :</b>	Caractéristiques spectrales de la scène étudiée	43
<b>Tableau 15 :</b>	Résultats de l'indice de végétation (NDVI) dans les cinq exploitations	53
<b>Tableau 16 :</b>	Résultats de l'indice de végétation (NDVI) pour les cinq communes d'étude	55
<b>Tableau 17 :</b>	Granulométrie du sol des cinq exploitations (moyennes et écarts types)	60
<b>Tableau 18 :</b>	Bilan ionique du sol des cinq exploitations (moyennes et écarts types)	64
<b>Tableau 19 :</b>	Caractéristiques biométriques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations (moyennes et écarts type)	65
<b>Tableau 20 :</b>	Caractéristiques pondérales des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations (moyennes et écarts type)	66
<b>Tableau 21 :</b>	Valeurs propres et variabilités cumulées pour les quatre composantes principales	70
<b>Tableau 22 :</b>	Analyse de la variance (Rendement)	73
<b>Tableau 23 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Rendement)	74
<b>Tableau 24 :</b>	Analyse de la variance (Longueur de la datte)	75
<b>Tableau 25 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Longueur de la datte)	76

<b>Tableau 26 :</b>	Analyse de la variance (Largeur de la datte)	77
<b>Tableau 27 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Largeur de la datte)	77
<b>Tableau 28 :</b>	Analyse de la variance (Poids de la datte)	78
<b>Tableau 29 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Poids de la datte)	79
<b>Tableau 30 :</b>	Analyse de la variance (Poids du noyau sur la datte)	80
<b>Tableau 31 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Poids du noyau sur la datte)	81
<b>Tableau 32 :</b>	Analyse de la variance (Consistance de la datte)	82
<b>Tableau 33 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (Consistance de la datte)	83
<b>Tableau 34 :</b>	Analyse de la variance (pH de la datte)	84
<b>Tableau 35 :</b>	Analyse des sommes des carrés Type III (pH de la datte)	85

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b>	Carte de la nappe du Mio-Pliocène de la wilaya de Biskra	11
<b>Figure 2 :</b>	Carte de la nappe de l'Eocène inférieur-Sénonien supérieur de la wilaya de Biskra	11
<b>Figure 3 :</b>	Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra	12
<b>Figure 4 :</b>	Carte de réseau hydrographique de Biskra	14
<b>Figure 5 :</b>	Extension géographique du palmier dattier dans le monde au fil des siècles	17
<b>Figure 6 :</b>	Schéma structural du palmier dattier	19
<b>Figure 7 :</b>	Spathes, inflorescences du palmier dattier	21
<b>Figure 8 :</b>	Schéma structural de la datte complète	22
<b>Figure 9 :</b>	Stades phénologiques des dattes	24
<b>Figure 10 :</b>	Classement des dix plus grands producteurs de dattes au monde en 2017	25
<b>Figure 11 :</b>	Evolution des superficies et production des dattes en Algérie (2006-2016)	26
<b>Figure 12 :</b>	Superficie occupée par le palmier dattier par wilaya en 2012	27
<b>Figure 13 :</b>	Carte administrative de la wilaya de Biskra présentant les régions d'échantillonnage en 2017	40
<b>Figure 14 :</b>	Localisation de l'exploitation phoenicicole de Tolga	45
<b>Figure 15 :</b>	Localisation de l'exploitation phoenicicole de Doucen	45
<b>Figure 16 :</b>	Localisation de l'exploitation phoenicicole d'Ouled Djellel	46
<b>Figure 17 :</b>	Localisation de l'exploitation phoenicicole de Sidi Okba	46
<b>Figure 18 :</b>	Localisation de l'exploitation phoenicicole d'El Outaya (témoin)	47
<b>Figure 19 :</b>	NDVI de Tolga	54
<b>Figure 20 :</b>	NDVI de Doucen	54
<b>Figure 21 :</b>	NDVI d'Ouled Djellel	54
<b>Figure 22 :</b>	NDVI de Sidi Okba	54
<b>Figure 23 :</b>	NDVI d'El Outaya	54
<b>Figure 24 :</b>	Potentiel hydrogène d'eau d'irrigation des cinq exploitations	55
<b>Figure 25 :</b>	Conductivité électrique et taux d'adsorption du sodium d'eau d'irrigation des cinq exploitations	56
<b>Figure 26 :</b>	Diagramme de Piper des eaux d'irrigation	57
<b>Figure 27 :</b>	Teneurs en sulfate et chlorure d'eau d'irrigation des cinq exploitations	57
<b>Figure 28 :</b>	Teneurs en cations d'eau d'irrigation des cinq exploitations	58
<b>Figure 29 :</b>	Teneurs en nitrate d'eau d'irrigation des cinq exploitations	59
<b>Figure 30 :</b>	Composés chimiques des sols des cinq exploitations	61
<b>Figure 31 :</b>	Potentiel hydrogène des sols des cinq exploitations	62
<b>Figure 32 :</b>	Conductivité électrique des sols des cinq exploitations	62
<b>Figure 33 :</b>	Diagramme de Piper des solutions des sols	63
<b>Figure 34 :</b>	Caractéristiques physico-chimiques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations	68
<b>Figure 35 :</b>	Caractéristiques biochimiques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations	69
<b>Figure 36 :</b>	Projection des caractéristiques de l'eau et du sol des exploitations par rapport à des caractéristiques de la production	71

<b>Figure 37 :</b>	Dendrogramme des exploitations phoencicoles basées sur les caractéristiques hydriques, édaphiques et productives	72
<b>Figure 38 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le rendement des cinq exploitations	75
<b>Figure 39 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la longueur de la datte des cinq exploitations	76
<b>Figure 40 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la largeur de la datte des cinq exploitations	78
<b>Figure 41 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le poids de la datte des cinq exploitations	79
<b>Figure 42 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le rapport du poids du noyau sur la datte des cinq exploitations	81
<b>Figure 43 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la consistance de la datte des cinq exploitations	83
<b>Figure 44 :</b>	Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le pH de la datte des cinq exploitations	85

# Introduction générale

## Introduction générale

Les ressources naturelles en eau et en sol représentent la base de l'agriculture. La F.A.O a estimé une augmentation des superficies cultivées dans le monde atteignant 1525 millions d'hectares en 2010, soit 13% de la superficie de la Terre (Roudart, 2010).

L'agriculture est l'activité économique la plus consommatrice d'eau puisqu'elle prélève à elle seule près de 70% de toute l'eau mobilisée superficielle ou souterraine (Keddal et N'dri, 2008).

En effet, la détérioration de la qualité des ressources en eau constitue une menace aussi importante que celle liée au déséquilibre quantitatif (Rahoui et *al.*, 2000). L'agriculture irriguée engendre des impacts liés aux flux des ressources du sol : la composition et les transferts d'éléments minéraux entre les différents horizons du sol (Braiki, 2018). Plus de 20% des terres agricoles, dans le monde, sont irriguées le quart est affecté par la salinité, y compris plus de 3,2 millions d'hectares des zones arides algériennes (Bouhoun et *al.*, 2011). Ainsi la pollution d'origine agricole est une sorte de dégradation non contournée dans les espaces cultivées (El Addouli et *al.*, 2008).

Les potentialités totales en eau du pays sont évaluées à 19,2 milliards m<sup>3</sup>. La majorité rapporte aux eaux superficielles, estimées à 12,4 milliards dont 0,6 milliard m<sup>3</sup> pour les bassins sahariens et 6,8 milliards m<sup>3</sup> d'eaux souterraines dont 5 milliards m<sup>3</sup> au Sahara. C'est-à-dire, un taux de 30% des ressources en eau est exploité dans le sud à l'égard de l'extension des superficies agricoles (Khadraoui, 2005a).

Les potentialités en eau dans la wilaya de Biskra en 2014 sont estimées à 1,017 milliard m<sup>3</sup>, dont 22 millions m<sup>3</sup> d'eau de surface, soit 2,16% mobilisé par les deux grands barrages de la wilaya et 995 millions m<sup>3</sup> d'eau souterraine, soit 97,84%, dont celle-ci 771 millions m<sup>3</sup> est destinée à l'agriculture sur une superficie totale irriguée de 105920 ha (D.R.E Biskra, 2015). La majorité de cette ressource est dédiée à la culture du palmier, ceci consomme plus de 700 millions m<sup>3</sup> d'eau souterraine mobilisée par le biais de 14498 points d'eau en exploitation (D.R.E Biskra, 2015).

L'oasis, depuis toujours, a été caractérisé par un écosystème typique des régions sahariennes et présahariennes. Le palmier dattier est l'élément principal de la structure « oasis » autour duquel peut graviter un ensemble d'autres espèces arboricole, légumière et fourragère.

Le palmier dattier fait partie des plantes ligneuses appartenant à la famille des Arecaceae, genre Phoenix (Al-Khalifah et *al.*, 2013). Il est considéré comme l'unique espèce cultivée pour ses fruits parmi des douzaines de palmiers (Robinson et *al.*, 2012).

Vu son importance socio-économique, écologique et agronomique, il est répandu/cultivé dans plus de 40 pays dans le monde : la péninsule arabe, l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Amérique du Nord (Jaradat et Zaïd, 2004).

La production mondiale de dattes a dépassé 8 millions de tonnes pour la campagne agricole 2016/2017 (FAOSTAT, 2019). Selon la même référence, l'Algérie, qui est l'un des quatre grands pays producteurs de dattes, dispose d'un potentiel phoenicole important dont la production dépasse les 10 millions de quintaux pour la même année. Dans ce cas, les dattes algériennes font l'objet d'une activité commerciale majeure où elles prennent le troisième rang de matière d'exportation après le sucre raffiné et le huile de soja. La wilaya de Biskra est considérée comme le pionnier dans la production des dattes au niveau national en quantité et sa qualité reste sollicitée au niveau international. Sa superficie totale cultivée en palmier dattier dépasse le quart de celles des autres wilayas, reflétant une production de plus de 4 millions de quintaux lors de la campagne agricole 2016/2017, dont 65% des dattes de Deglet-Nour. Le rendement moyen varie entre 40 et 290 kg de dattes par palmier dattier (M.A.D.R.P, 2018).

Le fruit du palmier dattier est composé d'un péricarpe charnu et d'une graine. Il est considéré comme un aliment important tant qu'il répond de façon élémentaire aux besoins énergétiques et nutritifs de toutes les tranches d'âge de la population (Ayad et *al.*, 2020). De nombreuses études dans le monde ont été rapportées sur les dattes en termes de qualité des fruits (Meligi et *al.*, 1982; Mohammed et *al.*, 1983; F.A.O & O.M.S, 1985; Estanove in Dollé et Toutain, 1990 ; Jaradat et Zaïd, 2004).

Les zones où s'installent les palmeraies connaissent d'énormes problèmes liés directement aux conditions naturelles de la région (morphologie du terrain, forte évaporation, salinité des eaux et des sols) et la mauvaise exploitation hydro-agricole (travaux culturaux, entretien et mode d'irrigation) (Khadraoui, 2005a).

Alors, la qualité du fruit peut être affectée par la diversité de l'environnement, des conditions climatiques, du comportement agricole et des opérations de post-récolte. En général, Munier (1973), Grattan (2002), Bouhoun et *al.*, (2011) et Carr (2013) ont rapporté que les ressources en eau et en sol peuvent considérablement affecter la production du palmier dattier. Ismail (2006) a précisé que les différences d'une même variété sont dues à des différences dans la qualité de l'eau d'irrigation, la disponibilité minérale du sol, les

applications d'engrais, et les pratiques culturales. De plus, Markhand et *al.*, (2010) ont mentionné que les opérations d'irrigation et du ciselage des palmiers dattiers peuvent jouer un rôle important dans les caractéristiques biométriques et pondérales des dattes. Par ailleurs, Hasnaoui et *al.* (2011) ont noté que la fluctuation des mêmes caractéristiques correspond aux conditions climatiques. Cependant, les conditions climatiques extrêmes sont considérées comme un facteur limitant pour la qualité chimique de la datte, essentiellement la teneur en eau et la consistance. Mais, elles n'affectent pas le rendement de toutes les variétés (Abul-Soad et *al.*, 2013).

De nombreuses études sur les dattes algériennes traitant l'effet des techniques de culture (pollinisation, éclaircissage des fruits, enlèvement des régimes et ensachage des régimes) ont permis d'identifier la qualité des dattes (Acourène et Benchabane, 2001; Acourène et Tama, 2002; Acourène et *al.*, 2014). D'autres études ont touché les propriétés de l'eau et du sol sur le fruit du palmier dattier dans le bassin d'Ouargla (Bouhoun et *al.*, 2011).

Cependant, il n'y a pas des études intéressantes s'occupant l'axe de la qualité du fruit aux Ziban (wilaya de Biskra), malgré la bonne réputation des oasis de Biskra en Algérie étant donné qu'elle comprend de vastes superficies, combinant une diversité d'environnements, de conditions climatiques et d'entretien agricole. De plus, la littérature sur l'exportation des dattes de Deglet-Nour montre que celles produites dans la commune de Tolga offrent une opportunité pour une forte exportation (M.A.D.R.P, 2018).

C'est dans la perspective de préserver l'écosystème oasien (ressources hydriques, édaphiques et végétales) de la wilaya de Biskra et de contribuer à l'amélioration végétale, ce travail a été entrepris. Notre objectif principal est de conduire vers la bonne gestion de ces ressources avec l'offre de bonne production en quantité et qualité à travers l'étude de l'impact de l'interaction physico-chimique de l'eau et du sol dans différentes zones sur la variabilité intraspécifique des dattes de Deglet-Nour dont la palmeraie typique de Tolga. Notre thèse se concentre sur la qualité du fruit du palmier dattier en agriculture, et non seulement la qualité du fruit.

Pour ce faire, ce document s'articule sur trois chapitres comme suit :

- ✚ Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique où une brève fiche d'interaction entre l'eau et le sol sur la plante a été exposée, suivi d'un aperçu général des ressources hydriques et édaphiques environnantes les palmeraies de la wilaya de Biskra, puis des généralités sur le palmier dattier, et enfin un récapitulatif

des études déjà réalisées au niveau national et international sur la qualité du fruit du palmier dattier ;

- ✚ Le deuxième chapitre « Matériel et méthodes » porte sur la présentation de la partie expérimentale ;
- ✚ Le troisième chapitre « Résultats et discussion », décrit de manière standardisée l'environnement hydrique et édaphique au niveau des exploitations d'étude ; ainsi il aborde l'interaction physico-chimique entre l'eau et le sol et son influence sur le fruit du palmier dattier à différents niveaux : phénotypique, physico-chimique et biochimique.

# Chapitre I

## Synthèse bibliographique

## 1. Interaction entre l'eau et le sol sur la plante

La disponibilité et les flux des ressources du sol et la structuration du sol en tant qu'habitat sont des déterminants majeurs de l'identité et de l'activité des organismes vivants, en particulier des plantes. Les différentes caractéristiques du sol ne sont pas indépendantes les unes des autres, et la végétation répond bien entendu à l'action combinée des différentes variables (Freschet et *al.*, 2018).

De très nombreux facteurs édaphiques influencent la végétation, il peut s'agir de facteurs physiques (texture, densité, structure, température, etc.), de facteurs chimiques (quantité de matière organique, potentiel redox, capacité d'échange anionique et cationique), ou de la disponibilité en ressources en eau et éléments minéraux (Gardner, 1999).

Le tableau 1 illustre les principales conditions abiotiques de sol qui influencent l'établissement, la croissance et la survie des plantes.

**Tableau 1 :** Principales propriétés du sol imposant des contraintes aux plantes

Contraintes abiotiques	Effets sur le fonctionnement des plantes
<i>Facteurs physiques</i>	
Faible contenu en argiles	Faible disponibilité en éléments minéraux limitant la croissance des plantes, et plus particulièrement leurs parties aériennes.
Forte compaction	Forte densité de sol en profondeur et absence de pores limitant la croissance racinaire.
Sols sableux et absence d'agrégation	Sols érosifs et faible ancrage des plantes.
Sols âgés et/ou forte profondeur de l'interface sol/roche-mère	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier du phosphore, entraînant une forte dépendance aux associations mycorhiziennes ou à des organes racinaires spécialisés.
Sols inondés	Faible disponibilité en oxygène et éléments minéraux limitant la croissance des plantes et favorisant le développement d'aérenchymes.
Température	Faibles et fortes températures réduisant la croissance des plantes.

<i>Facteurs chimiques</i>	
Faible contenu en eau liquide	Faible disponibilité en eau et éléments minéraux en milieux arides et sols gelés limitant la croissance des plantes et peuvent entraîner un flétrissement.
Faible contenu en matières organiques	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier azote limitant la croissance des plantes.
Forte salinité	Stress osmotiques et toxicité des ions, un déséquilibre de l'absorption des nutriments ou une combinaison de ces facteurs.
Forte teneur en métaux lourds	Toxicité des métaux lourds, en particulier de l'aluminium, notamment dans les sols acides où ils sont présents dans la solution du sol.
Sols acides	Faible disponibilité en éléments minéraux, en particulier azote, phosphore et potassium limitant la croissance des plantes.
Sols calcaires	Déficiência en micro-éléments, en particulier fer, zinc entraînant des dysfonctionnements métaboliques.

**(Gardner, 1999 et Epstein, 2005 in Freschet et *al.*, 2018)**

La littérature a beaucoup abordé le sujet de la salinité et ses répercussions sur la plante, surtout, dans les régions sahariennes et subsahariennes. Lorsque la plante est exposée à une salinité faible à modérée, elle peut métaboliser normalement et ne présente aucun symptôme de blessure. Cependant, il faut plus d'énergie pour maintenir une demande métabolique normale (Gale et Zeroni, 1985 in Alhammedi et Kurup, 2012), ce qui peut entraîner une réduction de la croissance et du rendement (Subbarao et Johansen, 2010). Dans la plupart des cultures, la perte de production peut être importante avant même l'apparition de lésions foliaires (Leland et Maas, 1999).

Le tableau 2 récapitule le fonctionnement des principaux éléments minéraux dans la plante, puisés de la solution du sol, dans les conditions normales.

**Tableau 2 : Nécessité et rôle des éléments minéraux dans la plante**

<b>Elément minéral</b>	<b>Fonctionnement dans la plante</b>
<i>Eléments métalliques</i>	
Potassium K	<p>Maintient la pression osmotique (turgescence des vacuoles) ;            Diminuer la transpiration, en réduisant les risques de flétrissement ;            Assure l'équilibre acido-basique de la cellule en évitant son acidification ;            Entre dans la constitution de certains enzymes intervenant dans la synthèse des protéines, de l'ATP et de la photosynthèse ;            Faciliter la migration des glucides en régulant leur métabolisme dans les feuilles puis leur transport (Soltner, 2005b).</p>
Sodium Na	<p>Agit mal sur les plantes. La plupart des espèces peuvent s'en passer tout en le tolérant assez bien.</p>
Calcium Ca	<p>Diminue la perméabilité des membranes, freinant ainsi la pénétration du potassium et du fer et même des métaux lourds toxiques dans la plante ;            Neutraliser les acides organiques ;            Entre dans la constitution d'enzymes, notamment les ATPases.</p>
Magnésium Mg	<p>Un élément clé de la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique moyennant l'activation de la plupart des ATPases.</p>
<i>Eléments métalloïdiques</i>	
Azote N	<p>Un des constituants de l'ADN des noyaux de toutes les cellules, il sert à construire toutes les protéines du cytoplasme, des membranes et des plastes ;            Entre dans la constitution d'enzymes de toutes les fonctions biologiques (croissance, reproduction mise en réserve dans les fruits et les graines.</p>
Phosphore P	<p>Agit comme élément de liaison dans la constitution des tissus vivants (acides nucléiques du noyau, phospholipides des</p>

	<p>membranes) comme il contribue aux fonctionnements énergétique et métabolique.</p> <p>Active la croissance des bourgeons et des racines ; il active la synthèse des glucides et leur mise en réserve dans les graines, les fruits, les tubercules ; c'est un facteur de précocité et améliorant la qualité du fruit (Soltner, 2005b).</p>
Soufre S	Entre dans la constitution des acides aminés soufrés et protéines.
Silicium Si	Fournit la rigidité aux tiges.
Fer Fe	<p>Un élément transporteur d'électrons dans les photosystèmes des chloroplastes et dans la chaîne respiratoire des mitochondries ;</p> <p>Assurer la liaison entre certaines protéines et enzymes.</p>
Cuivre Cu	Un élément transporteur d'électrons : il intervient particulièrement dans l'oxydation par la mitochondrie.
Molybdène Mo	Indispensable pour la synthèse de la nitrate-réductase qui réduit les nitrates. C'est aussi un transporteur d'électrons.
Manganèse Mn	Intervient dans la réduction des nitrites et dans la photosynthèse, l'hydrolyse des peptides et dans certaines décarboxylases.
Zinc Zn	<p>Un constituant d'enzymes.</p> <p>Sa carence entraîne des troubles de croissance.</p>
Bore B	Sa carence se manifeste par des troubles de fonctionnement des méristèmes.
Chlore Cl et Brome Br	Nécessaires à la photosynthèse avec des doses très faibles, lors du transfert d'électrons de l'eau à la chlorophylle.

(Inspiré de Soltner, 2005a)

## **2. Environnement hydrique et édaphique des palmeraies de la wilaya de Biskra**

### **2.1. Ressources hydriques**

La wilaya de Biskra dispose d'énormes potentialités en eau : des eaux souterraines abondantes, un réseau hydrographique important et une existence de deux barrages. Elles décroissent régulièrement d'ouest en est de la wilaya (Belguedj et *al.*, 2007).

Les potentialités totales en eau en 2014 sont estimées à 1,017 milliard m<sup>3</sup>, dont 22 millions m<sup>3</sup> eau de surface, soit 2,16% et 995 millions m<sup>3</sup> d'eau souterraine, soit 97,84%, dont celle-ci 771 millions m<sup>3</sup> est destinée à l'agriculture sur une superficie totale irriguée de 105920 ha (D.R.E Biskra, 2015). La plupart de cette ressource est dédiée à la culture du palmier, consomme plus de 700 millions m<sup>3</sup> d'eau souterraine mobilisée par le biais de 14498 points d'eau en exploitation dont 10845 forages et 3610 puits. En plus de 24 millions m<sup>3</sup> d'eau superficielle mobilisé par les deux grands barrages de Foug el Gherza et Fontaine des Gazelles (D.R.E Biskra, 2015).

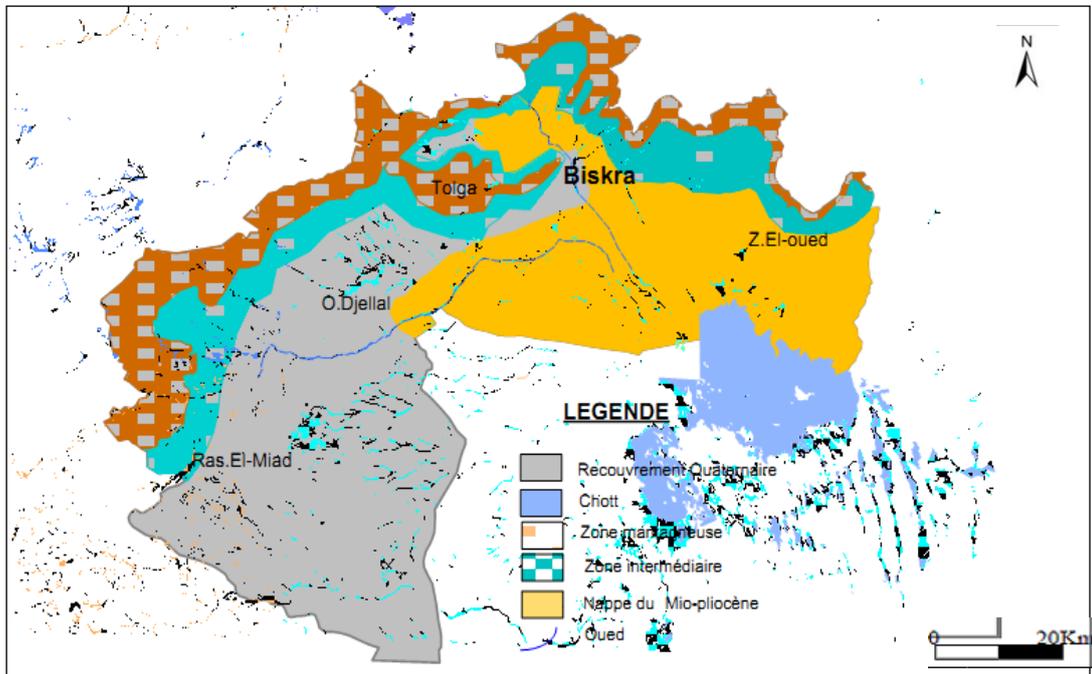
#### **2.1.1. Ressources en eaux souterraines**

La région des Ziban se trouve à la limite nord est du bassin versant hydrologique du Sahara algérien composé des deux nappes, celle du complexe terminal et du continental intercalaire ou nappe albienne en plus de la nappe phréatique (Khadraoui, 2005a).

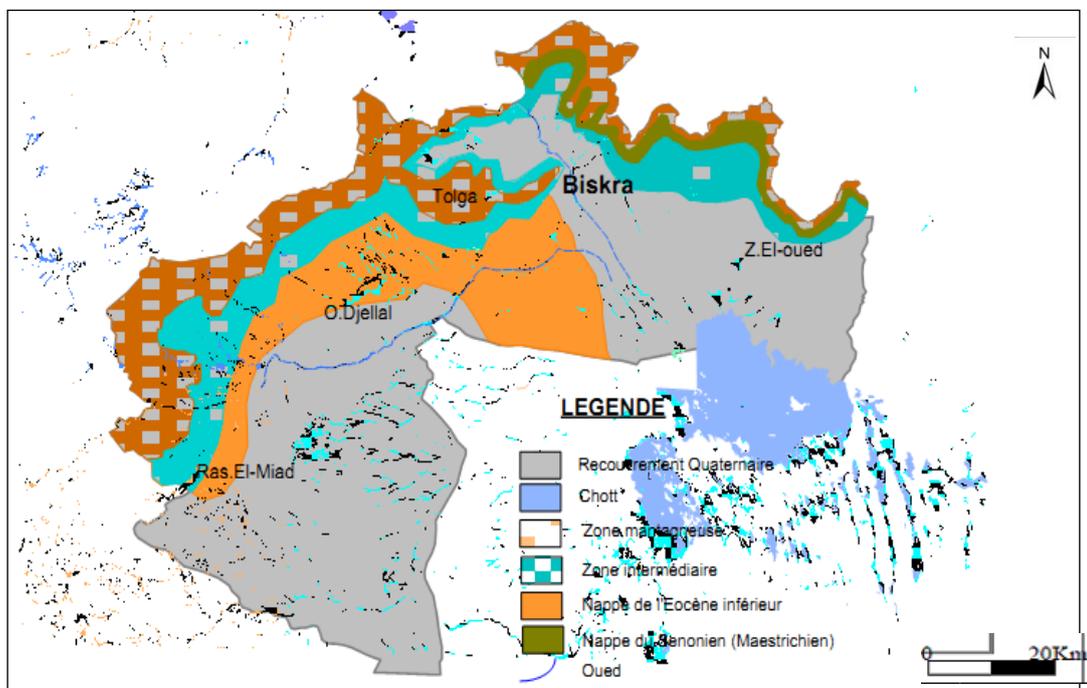
La nappe phréatique se localise généralement dans les accumulations alluvionnaires, elle est alimentée essentiellement par les précipitations, l'infiltration dans les lits d'Oueds et les eaux d'irrigation sachant que ces eaux apparaissent de mauvaise qualité. Cette nappe présente une profondeur comprise entre 20 et 120 m. Les plus importantes nappes sont celles des Oueds de Biskra et Djedi (Khadraoui, 2005b).

Le complexe terminal est exploité par de nombreux puits à une profondeur de 100 à 900 m (Khadraoui, 2005a ; Khadraoui, 2005b), il est alimenté par les pluies, les crues et les eaux de drainage ainsi que par la remontée des aquifères plus profonds. Cette nappe regroupe deux systèmes d'aquifères : au sommet on trouve la nappe des sables constituée par une alternance de niveaux d'argile, sable et cailloutis d'âge Mio-pliocène (figure 1). Cette nappe est alimentée par les pluies exceptionnelles au niveau des zones d'affleurement ; à la base on trouve la nappe des calcaires, qui est plus sollicitée dans les palmeraies, elle est constituée essentiellement de calcaires de l'Eocène inférieur et du Sénonien supérieur (figure 2) (Khadraoui, 1999). Les eaux de cette nappe sont d'assez mauvaise qualité surtout en présence des chlorures de sodium et sulfates de magnésium. La

salinité est variable, peut titrer 2 g/l sur les bordures et est relativement plus chargée au centre 4 g/l (Khadraoui, 2005a ; Belguedj et *al.*, 2007). Celle de certains puits artésiens titre de 7 à 9 g/l (exprimés de chlorure de sodium) (Munier, 1973).

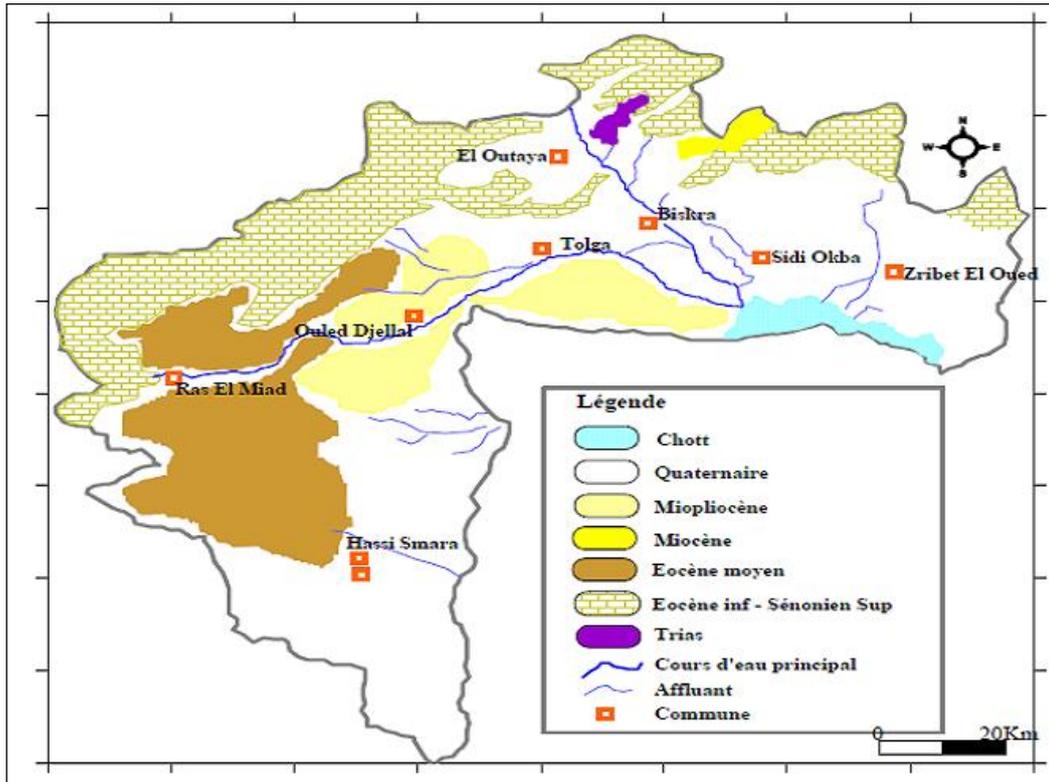


**Figure 1 :** Carte de la nappe du Mio-Pliocène de la wilaya de Biskra  
(A.N.R.H, 2009 in Helal, 2016)



**Figure 2 :** Carte de la nappe de l'Eocène inférieur-Sénonien supérieur de la wilaya de Biskra (A.N.R.H, 2009 in Helal, 2016)

Le continental intercalaire est exploité dans la partie ouest de la wilaya (Ouled Djellal et Doucen) où sa profondeur dépasse les 2000 m (Khadraoui, 1999). Il occupe l'intervalle stratigraphique compris entre la base du Trias et le sommet de l'albien, il est constitué essentiellement de grès et de marne d'âge Albien et Barrémien. Ses eaux se caractérisent par une eau chaude supérieure à 55°C (Khadraoui, 2005c). Sa qualité chimique est variable avec une salinité oscillant entre 1 et 2 g/l (Khadraoui, 2005a) et des teneurs élevées en phosphates et en nitrates (Belguedj et *al.*, 2007).



**Figure 3 :** Carte d'esquisse géologique de la wilaya de Biskra (Helal, 2016)

Le tableau 3 illustre la position des nappes (phréatique, complexe terminal et continental intercalaire) recensées dans la wilaya de Biskra.

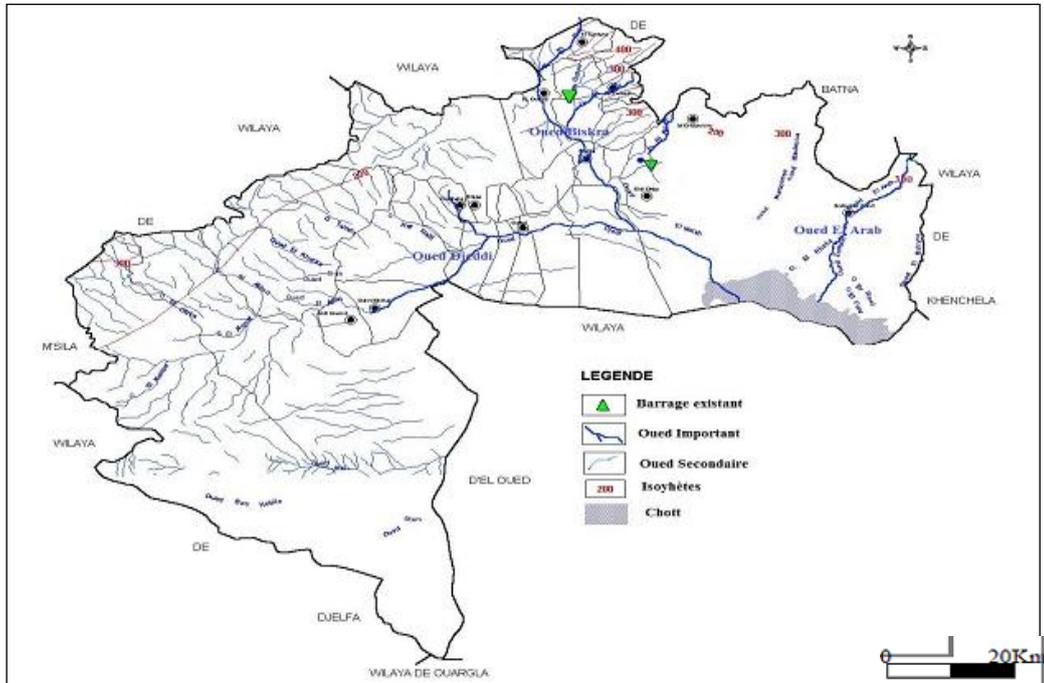
**Tableau 3 : Principales nappes recensées dans la wilaya de Biskra**

<b>Daïra</b>	<b>Nappe</b>	<b>Profondeur (m)</b>
Zribet El Oued	Pontien	800 - 1000
	Plio-Quaternaire	90 - 250
	Phréatique	20 - 60
Sidi Okba	Plio-Quaternaire	80 - 300
Ouled Djellel	Albo-Barrémien	2138 - 2200
	Eocène inférieur	100 - 600
	Plio-Quaternaire	70 - 200
Sidi Khaled	Eocène inférieur	7 - 300
Biskra	Albien	2500
	Eocène	90 - 500
	Mio-pliocène	90 - 250
	Phréatique	20 - 60
Tolga	Eocène inférieur	65 - 700
	Phréatique	20 - 60
Foughala	Eocène inférieur	50 - 350
	Phréatique	20 - 60
Ourlal	Eocène inférieur	500
	Eocène inférieur et Maastrichitien	600
	Plio-Quaternaire	150 - 250
	Sénonien	500
El Outaya	Plio-Quaternaire	50 - 30
	Phréatique	15- 20
El Kantra	Maastrichitien	300 - 1000
	Turonien	400 - 900

**(D.R.E Biskra, 2010)**

### 2.1.2. Ressources en eaux superficielles

Les ressources en eau de surface sont peu importantes par rapport aux eaux souterraines, représentées par les Oueds citées ci-après (figure 4). En général, la qualité de ses eaux est dure à très dure. Ces eaux sont classées comme étant sulfaté chlorurée et calcique magnésienne (Khadraoui, 2005b).



**Figure 4 :** Carte de réseau hydrographique de la wilaya de Biskra (Sedrati, 2011)

- ✚ Oued Djedi : c'est le cours d'eau le plus important, son bassin versant couvre une superficie de 24200 km<sup>2</sup>. L'origine d'Oued Djedi se situe à la confluence des deux Oueds de M'zi et Messad. Sur son passage, il reçoit plusieurs Oueds provenant du flanc sud de l'Atlas saharien. Il prend sa source à une altitude de 969 m à une vingtaine de mètres au dessus du niveau de la mer (A.N.R.H, 2011) ;
- ✚ Oued Biskra : l'Oued le plus important après l'Oued Djedi, son bassin versant couvre une superficie de 2947 km<sup>2</sup>. Il collecte des affluents issus des massifs des Aurès, notamment, Oued Branis et Oued El Hai. Il prend sa source dans les massifs des Aurès à une altitude qui dépasse les 2000 m (A.N.R.H, 2011) ;
- ✚ Oued El Arab : son bassin versant couvre une superficie de 2080 km<sup>2</sup> et il prend sa source à une altitude moyenne de 1105 m (A.N.R.H, 2011). La qualité de ses eaux est médiocre à mauvaise avec une diminution remarquable des éléments de Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>. Les concentrations des éléments (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) sont plus élevées par rapport aux normes internationales (Khadraoui, 2005b) ;

- ✚ Oued El Hai : son bassin versant couvre une superficie de 1170 km<sup>2</sup> et il prend sa source à une altitude moyenne de 1209 m (A.N.R.H, 2011). Ses eaux ont une qualité passable à médiocre à l'exception des ions de Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> qui sont présents avec des normes acceptables (Khadraoui, 2005b) ;
- ✚ Oued El Abiadh : son bassin versant couvre une superficie de 1050 km<sup>2</sup>. Il est équipé d'un barrage au niveau de Foum El Gherza et il prend sa source à une altitude moyenne de 1410 m (A.N.R.H, 2011). Les concentrations des éléments minéraux peuvent dépasser les normes internationales, et ce en période d'étiage (Khadraoui, 2005b).

Par ailleurs, il existe deux barrages dans la wilaya, ils ont une capacité totale de 102,5 millions m<sup>3</sup> (Foum El Gherza 47 millions m<sup>3</sup> et Fontaine des Gazelles 55,5 millions m<sup>3</sup>) (Belguedj et *al.*, 2007). Son volume exploité est de l'ordre de 14,89 millions m<sup>3</sup> et 46,059 millions m<sup>3</sup> en 2011 (A.N.R.H, 2011).

## 2.2. Ressources édaphiques

Dans la wilaya de Biskra, les palmeraies sont établies sur des alluvions fluviales (Munier, 1973). Elles se caractérisent par des sols profonds, meubles et échappent à la fois aux formations pierreuses et sableuses.

En général, ces sols présentent une faible teneur en matière organique. Sa fertilité est distribuée inversement aux potentialités hydriques (Belguedj et *al.*, 2007). Son pH est voisin de la neutralité à légèrement alcalin (Khadraoui, 2005a). La quasi-totalité des sols de la région est affectée de sels. Ceux-ci peuvent dépasser 1,3 g/l dans la région d'El Outaya et atteindre à un niveau élevé, associé à une nappe phréatique très chargée, de 17 g/l dans la région de Tolga (Khadraoui, 2000). Belguedj et *al.* (2007) ont classé les sols de la wilaya de Biskra en trois types (calcimagnésiques 66%, halomorphes 18% et peu évolués 16%), distribués comme suit :

- ✚ Aux confins du compartiment nord ouest, les sols sont calcimagnésiques, le plus souvent gypseux de couleur brune et sont halomorphes ;
- ✚ Plus au nord, les sols de l'oasis sont peu évolués, d'apports alluviaux, salés, en allant vers Bousâada ;
- ✚ De Tolga à Besbes, en passant par Sidi Khaled, Ouled Djellel, Doucen, Leghrouns jusqu'à El Haouche, plus à l'est, les sols sont gypseux (Deb deb) à encroûtement salin, cette large bande est entrecoupée par des sols à structure non dégradée allant de Mekhedma, Ourlel, Chetma, M'lili, Sidi Okba à El Outaya, caractérisée par des

sols peu évolués d'apports alluviaux (assez riches en éléments fins : limon et argile) mais salés par les remontées de la nappe phréatique ;

- ✚ Au milieu de cette bande : Biskra, El Hadjeb, Ain Zaâtout, Branis et une partie d'Oumache les sols sont plutôt halomorphes à structure non dégradée, salins à horizons superficielles friables et à encroûtement calcaire ;
- ✚ Au pied de l'Atlas dans le compartiment est : Djemourah, M'chouneche, M'zirâa, les sols sont calcimagnésiques de couleur brune gypseux et sont halomorphes ;
- ✚ Dans la plaine de Zeribet El Oued à El Faïdh, les sols sont à structure non dégradées et halomorphes.

### **3. Aperçu sur le palmier dattier**

#### **3.1. Historique et origine**

Le palmier dattier est apparu, tout comme les premiers arbres fruitiers, il y a environ 110 millions d'années, en plein milieu de l'ère secondaire. Des graines de dattier sauvage datant du paléolithique (il y a environ 500000 ans), vraisemblablement laissées par des nomades chasseurs cueilleurs, ont été découvertes dans la caverne de Shanidar au nord de l'Iraq (Toutain, 1979).

Selon Chao et Krueger (2007), Le développement de la culture du palmier dattier revient à l'ancienne Mésopotamie vers 3000 ans avant Jésus-Christ, plus tard est devenue importante en Egypte.

Le palmier dattier est considéré par les Egyptiens comme un symbole de fertilité, utilisé par les Grecs et les Romains comme ornement lors de leurs célébrations triomphales et il représentait le symbole de la paix chez les hébreux et les chrétiens (Robinson et *al.*, 2012). Le Coran saint a mentionné le palmier dattier et sa datte dans 17 Suras et 20 versets (Ferchichi et Hamza, 2008).

Il est représenté dans les anciennes tablettes assyriennes et babyloniennes, dont le fameux code d'Hammourabi, qui contenait des lois concernant sa culture et sa vente (Jaradat, 2011).

La question de l'origine du palmier dattier est discutée et est expliquée par Jaradat (2011) à cause de son ancienneté, sa large propagation et l'échange des cultivars dans le monde qui est assuré principalement par les routes caravanières.

La propagation du palmier dattier s'est produite pendant les siècles passés suivant deux directions distinctes (Al-Bekr, 1972) :

- ✚ Une à partir de la Mésopotamie vers l'Iran, pour atteindre la vallée de l'Indus et du Pakistan ;
- ✚ L'autre à partir de l'Égypte vers la Libye, les pays du Maghreb et le Sahel.

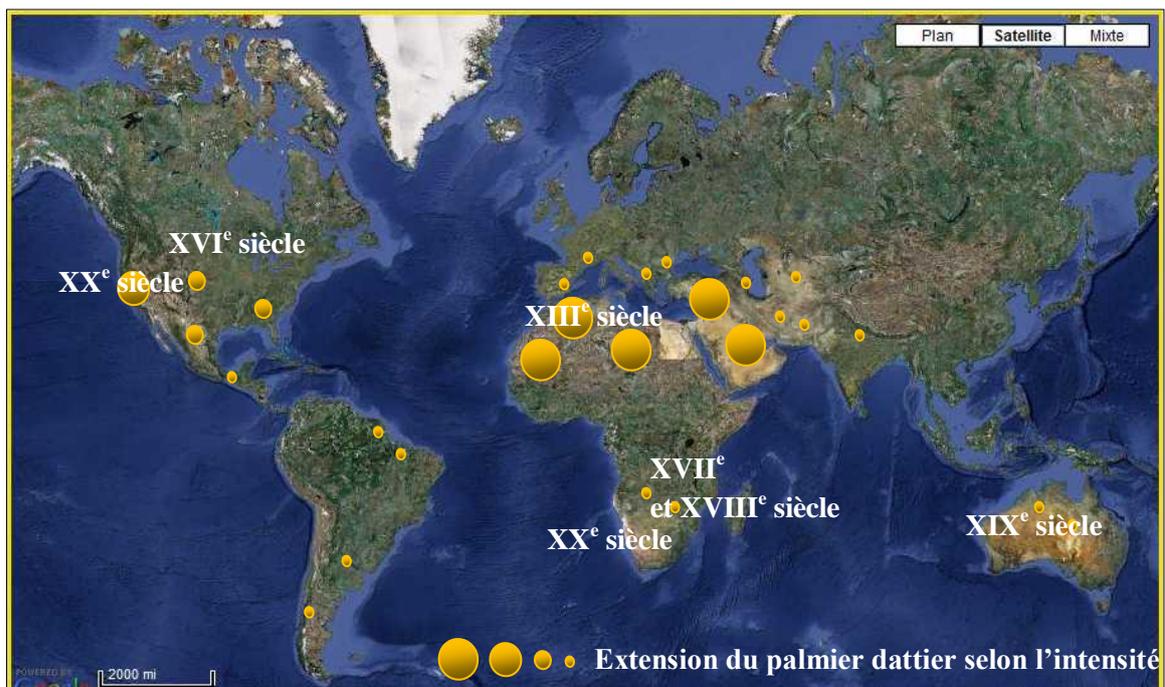
Houssain (2005) rapporte que ce type de plantes a pu naître d'une mutation de palmiers ornementaux. L'ancêtre du dattier est *Phoenix reclinata* Jacq. d'Afrique tropicale, ou *Phoenix sylvestris* Roxb. d'Inde ou un hybride entre ces deux. Ces deux espèces ont un agréable goût, bien que les fruits soient de qualité inférieure (Al-Bekr, 1972).

### 3.2. Extension géographique

D'après Zabar et Borowy (2012), la distribution du dattier s'étend sensiblement entre 10° et 39° de latitudes Nord ; entre la Somalie et le Turkménistan à l'est d'une part et les îles des Canaries en Espagne à l'ouest, d'autre part où le dattier est surtout cultivé comme arbre ornemental, bien qu'il soit aussi pour la production de ses fruits dans quelques provinces d'Espagne (Munier, 1973).

Aux États Unis d'Amérique où elle a été introduite, sa culture s'étend entre les parallèles 33° et 35°. Mais, les zones les plus favorables à sa culture soient comprises entre 24° et 34° latitudes Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Égypte, Irak et Iran).

Au cours des trois derniers siècles, les dattiers ont été introduits en nouvelles zones de production (Chao et Krueger, 2007). Aussi, son extension se prolonge tout au long des régions arides et semi-arides chaudes du monde (figure 5).



**Figure 5 :** Extension géographique du palmier dattier dans le monde au fil des siècles  
(Inspiré de Munier, 1973)

Selon le même auteur, la célèbre datte « Deglet-Nour », aurait résulté de semis légendaires de graines dans la palmeraie d'El-Harira, près de Touggourt à la fin de XIII<sup>e</sup> ou au début du XIV<sup>e</sup> siècle. Après sa propagation dans l'Oued Righ, la Deglet-Nour fut introduite dans le sud tunisien.

Après Oued Righ, la Deglet-Nour a été planté dans les palmeraies des Ziban, Souf, Ouargla, Mzab, El-Goléa en Algérie et dans celles de Djerid et Nefzaoua en Tunisie. Ainsi, Robinson et *al.* (2012) ont cité que la variété noble de l'Algérie a été introduite au sud de la Californie au début du XX<sup>e</sup> siècle.

### 3.3. Taxonomie

Le palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L., est une plante dioïque, monocotylédone (Ibrahim et *al.*, 2012).

Selon Zaïd et de Wet (1999), le palmier dattier a été dénommé *Phoenix dactylifera* par Carlos LINNE en 1734. Ghalib (2003) a cité que *Phoenix*, mot d'origine grec, dérivé de *Phoenicia*, nom du pays à la côte syrienne qui auraient diffusé la culture du palmier dattier ; *dactylifera* vient du latin *dactylus*, signifiant doigt, en raison de la forme du fruit.

La classification botanique du palmier dattier donnée par Al-Khalifah et *al.* (2013) est présentée sur le tableau 4.

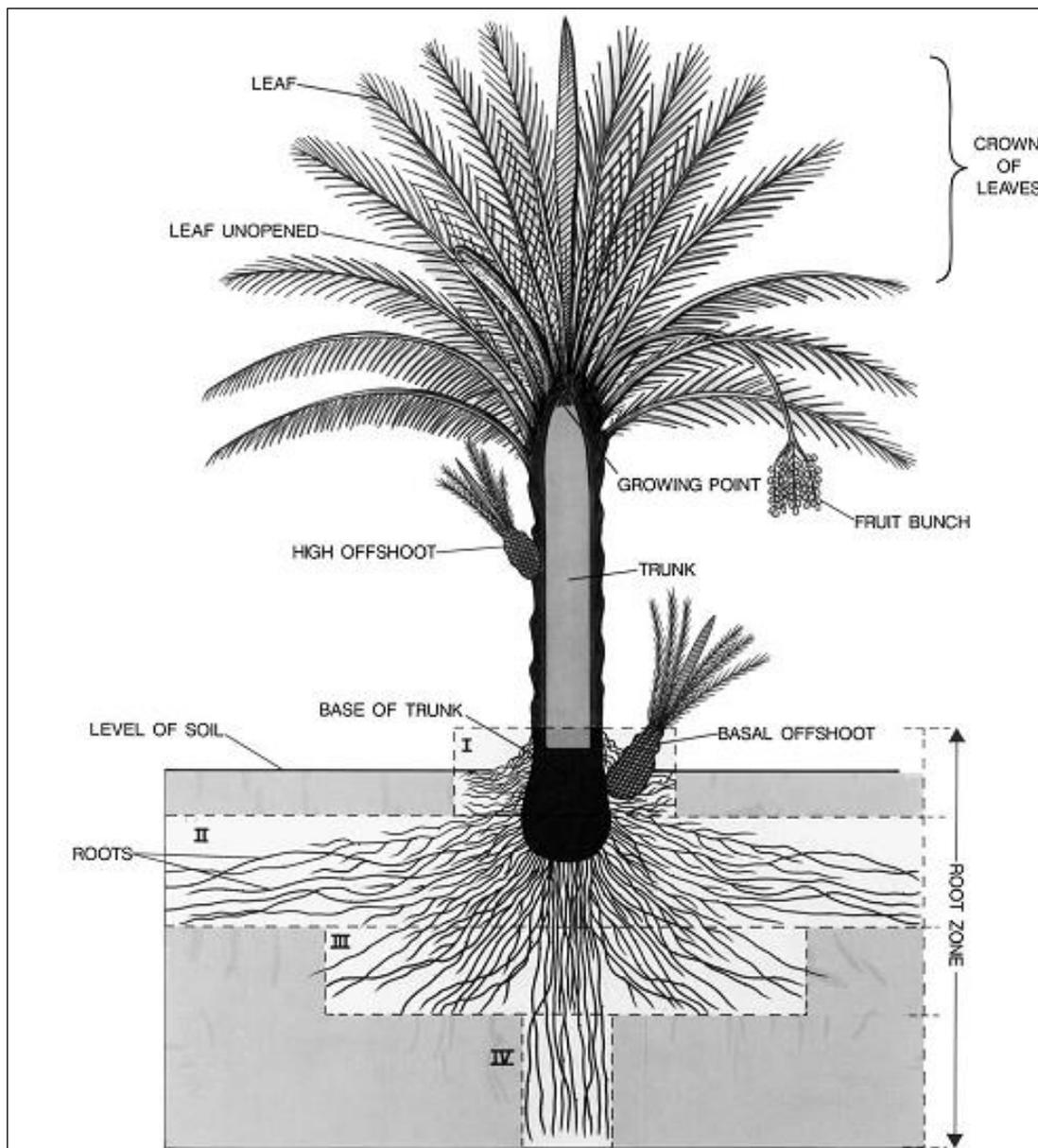
**Tableau 4** : Classification botanique du palmier dattier

Règne	Végétal
Sous-règne	Tracheobionta (plante vasculaire)
Division	Magnoliophyta (angiosperme)
Classe	<i>Liliopsida (monocotylédone)</i>
Sous-classe	<i>Arecidae</i>
Ordre	Arecales
Famille	Arecaceae
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

(Al-Khalifah et *al.*, 2013)

### 3.4. Morphologie

La figure 6 représente les organes végétatifs et reproductifs du *Phoenix dactylifera* L.



**Figure 6 :** Schéma structural du palmier dattier (Chao et Krueger, 2007)

### 3.4.1. Système racinaire

D'après Ghalib (2008), le système racinaire du dattier est fasciculé. Zaïd et de Wet (1999) ont expliqué que ce système présente quatre zones d'enracinement dont son extension est variable en fonction de la nature du sol, du mode de culture, de la profondeur du niveau aquifère, de cultivars et de l'origine du sujet comme suit :

- ✚ zone I : racines respiratoires, ont un géotropisme négatif ;
- ✚ zone II : racines de nutrition, sont très étendues ; surtout en culture unique et peuvent se développer largement au-delà de la zone de projection de la frondaison ;

- ✚ zone III : racines d'absorption, sont plus ou moins importantes ; selon le mode de culture et la profondeur du niveau phréatique ;
- ✚ zone IV : racines avec un géotropisme positif très marqué, pouvant atteindre une longueur considérable relativement avec le niveau phréatique.

En dépit de cette large extension du système racinaire dans le sol, les premières profondeurs (0-120 cm) bénéficiant d'un taux élevé des racines, atteignant 80%, comprend que 55% des racines actives et ceci reflète un taux absorbé en eau estimé à 59% (tableau 5).

**Tableau 5** : Absorption du palmier dattier des besoins en eau par rapport à l'extension du système racinaire

<b>Profondeur (cm)</b>	<b>0-60</b>	<b>60-120</b>	<b>120-180</b>
<b>Taux (%)</b>			
Racines	50%	30%	20%
Racines actives	25%	30%	/
Absorption du palmier dattier	<b>25%</b>	<b>34%</b>	14%

(Al-Djabouri et Zaïd, 2006)

### 3.4.2. Tronc, ou stipe

Selon Peyron (2000), le tronc, qu'on appelle plus justement « stipe », est cylindrique, parfois tronconique. Il ne se ramifie pas, mais le développement des gourmands, bourgeons adventifs ou des rejets peut donner naissance à des pseudo-ramifications. Entre les cornafs, le tronc est recouvert d'une bourre fibreuse (figure 6).

### 3.4.3. Couronne, ou frondaison

D'après Peyron (2000) et Zaïd et de Wet (1999), l'ensemble des palmes vertes forme la couronne du palmier ; on distingue :

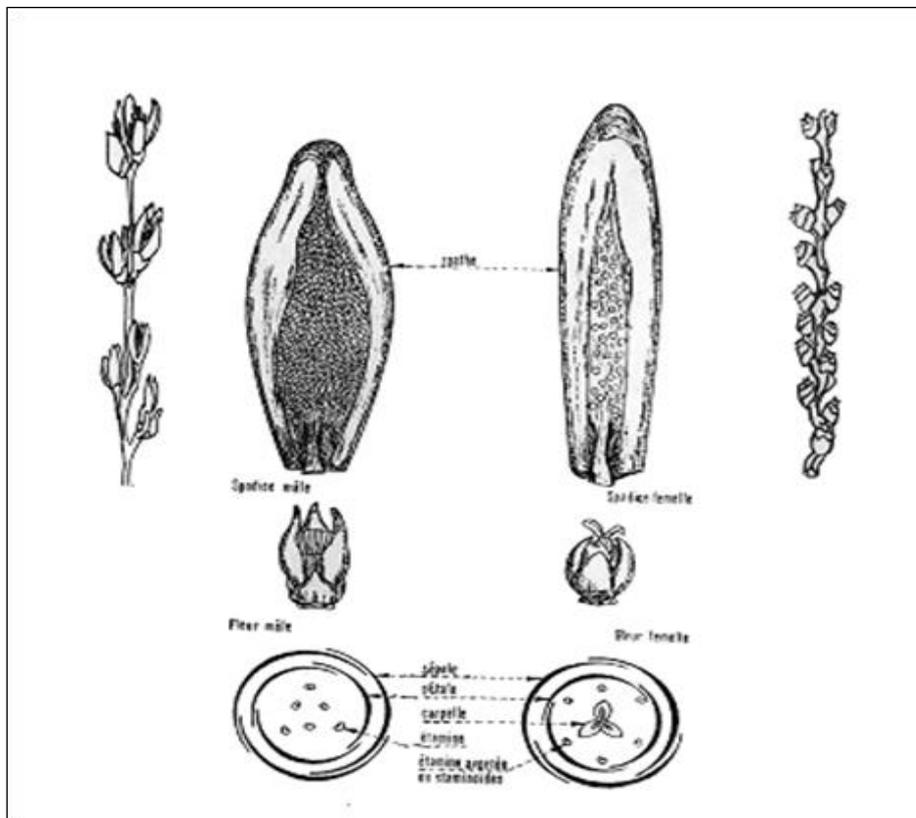
- ✚ la couronne basale, avec les palmes les plus âgées ;
- ✚ la couronne centrale, avec les palmes adultes ;
- ✚ les palmes du cœur, avec les palmes non ouvertes dites en pinceau.

Ghalib en 2008, a défini la palme comme une feuille composée, pennée. Elle est émise par le bourgeon terminal (phyllophore). Chaque année, il en apparaît de 10 jusqu'à 30. La couleur et la finesse des folioles varient avec les clones. Les segments inférieurs sont transformés en épines (Munier, 1973).

### 3.4.4. Organes floraux

D'après Haider et *al.* (2012), tous les *Phoenix* sont des arbres dioïques. Les sexes étant séparés, il existe donc des pieds mâles, donnant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits.

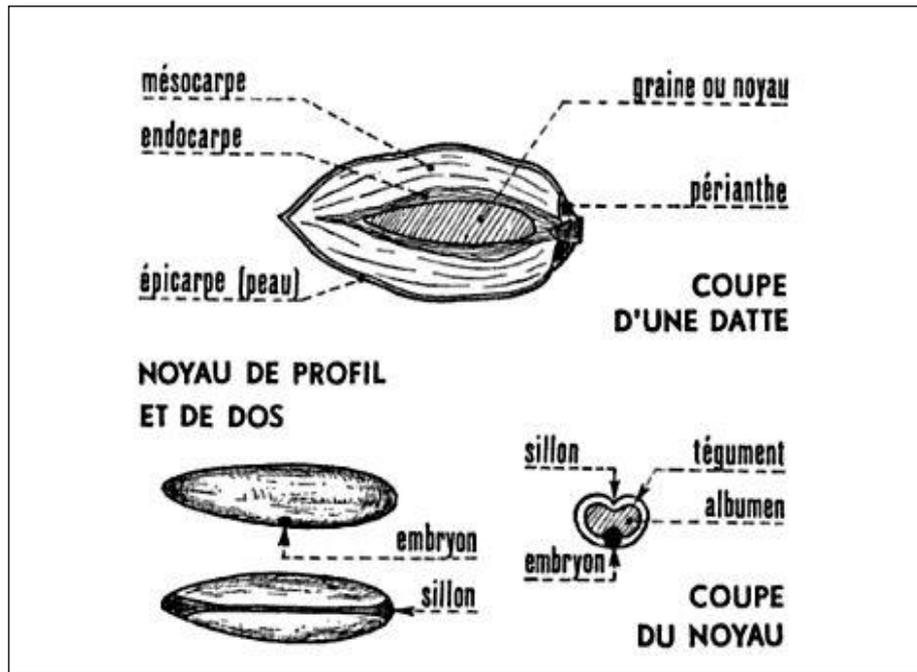
Les inflorescences naissent du développement des bourgeons axillaires, situés à l'aisselle des palmes dans la région coronaire du tronc. Les fleurs sont portées par des pédicelles, ou des épillets qui sont à leurs tours portés par un axe charnu, la hampe ou spadice. L'ensemble est enveloppé dans une grande bractée membraneuse close, la spathe (Peyron, 2000).



**Figure 7 :** Spathes, inflorescences du palmier dattier (Munier, 1973)

### 3.4.5. Fruit, ou datte

Ghalib (2008) a défini le fruit ou la datte, comme une baie contenant une seule graine qui provient du développement d'un carpelle après fécondation de l'ovule (figure 8). La consistance de la datte est variable, selon les cultivars. Elle peut être molle, demi-molle ou sèche.



**Figure 8 :** Schéma structural de la datte complète (Munier, 1973)

Toutes les variétés des dattes se caractérisent par une grande valeur nutritive : riche ou non en eau (selon la consistance), riche essentiellement de glucides, puis de fibres diététiques, vitamines et éléments minéraux et moins de protéines, lipides, acides, pectines, tanins, cellulose, hémicellulose et amidon (Anjum et *al.*, 2012 ; Aldjabouri et Zaïd, 2006).

#### *Eau*

Les dattes sont classées comme aliment à humidité intermédiaire (Giddey, 1982). La teneur en eau est un élément qui entre dans la détermination de la consistance de la datte. Elle varie en fonction des cultivars, stade de maturation et du climat (Maatallah, 1970).

#### *Sucres*

Les sucres sont les principaux constituants de la datte. Ils se présentent sous deux formes : non réductrice « saccharose » et réductrice, principalement « fructose et glucose » (Estanove in Dollé et Toutain, 1990).

Les teneurs en sucres varient selon le climat et le stade de maturation (Munier, 1973). Alors que (Abbas et Fares, 2009) suggèrent également la fertilisation des sols, ce qui peut influencer la teneur en sucres des fruits.

Les teneurs en saccharose et en sucres réducteurs dépendent du cultivar et plus exactement de la consistance du fruit. Les dattes molles contiennent des teneurs très minimales à nulles de saccharose à l'inverse des dattes sèches et demi-sèches qui se composent d'une teneur importante en saccharose (Booij et *al.*, 1992 ; Hasnaoui, 2013).

Notons que les sucres réducteurs sont les constituants les plus importants de point de vue nutritionnel puisqu'ils constituent une source d'énergie disponible et directement assimilable par l'organisme (Vandercook et *al.*, 1979) cependant le saccharose est l'élément responsable de conférer le goût sucré aux dattes (Ashmawi et *al.*, 1956).

#### *Fibres*

Ils sont cantonnés habituellement dans la partie insoluble et non nutritive de la chair de la datte. Elles sont composées principalement de cellulose, hémicellulose, lignine, ligno-cellulose et de protéines insolubles. Pendant la maturation, ces substances sont graduellement décomposées en des composés plus solubles. Les fibres brutes représentent entre 2 et 6% de la chair dans les dattes de bonne commercialisation et pour les dattes de qualité inférieure ce pourcentage peut atteindre 10% (Ferchichi et Hamza, 2008).

#### *Vitamines*

La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamine de groupe B (B1, B2, B7) et A (Ferchichi et Hamza, 2008).

#### *Cendres*

La composition minérale totale de dattes est importante essentiellement pour le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium (Acourène et *al.*, 2001). Elle est influencée par l'origine géographique, le cultivar et le stade de développement de la datte (Hasnaoui, 2013).

### **3.5. Stades de croissance**

#### ***3.5.1. Phénologie au cours de la vie du palmier***

Le palmier dattier issu de rejet, comporte quatre phases de développement (I.P.G.R.I, 2005).

- ✚ *Phase I* : rejet non encore productif (0 à 2 ans) ;
- ✚ *Phase II* : jeune (3 à 10 ans) ;
- ✚ *Phase III* : adulte (11 à 60 ans) ;
- ✚ *Phase IV* : vieux (> 60 ans).

#### ***3.5.2. Phénologie annuelle***

La phénologie du palmier dattier au cours de l'an, peut être décalée en fonction des variétés et des régions phoenicoles du monde. En outre, la sortie des spathes mâles s'effectue généralement précocement par rapport aux spathes femelles (Sedra, 2003).

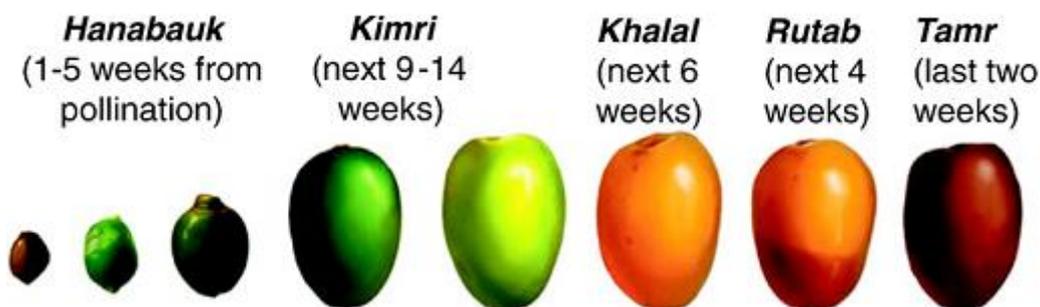
Dans le cas de la wilaya de Biskra, la période du repos végétatif du palmier dattier se déroule juste après la récolte entre octobre et février. Les activités biologiques essentielles

sont indiquées dans le tableau 6. L'émission des spathes s'est faite à la 2<sup>ème</sup> décade de mars et s'étale jusqu'à la 3<sup>ème</sup> décade d'avril. L'ouverture des spathes, ou floraison, demande une température minimale estimée à 18°C (zéro de floraison), enregistrée au cours du mois d'avril. La nouaison, l'évolution des dattes au stade Loulou (figure 9), s'est opérée de la 2<sup>ème</sup> décade de mai à la 1<sup>ère</sup> décade de juin, relative à une température minimale de 25°C, qui s'appelle : zéro de fructification. Le grossissement du fruit « Khalal » (figure 9) s'est effectué de la 2<sup>ème</sup> décade de juin jusqu'à la 1<sup>ère</sup> décade d'août. Durant ce stade, le fruit est riche en eau (85%), dur et se caractérise par une couleur vert (Al-Khalifah *et al.*, 2013). Ensuite, s'est fait le stade Bser (figure 9) à la 2<sup>ème</sup> décade d'août, où la couleur du fruit vire du vert au jaune. Une diminution de poids et de la teneur en eau ainsi une augmentation en glucides, se manifestent sur le fruit (Zabar et Borowy, 2012). Au mois de septembre la maturation des dattes s'est faite, où la datte reconnaît encore une diminution en teneur en eau et leur couleur devient plus foncée (Al-Shahib et Marshall, 2003).

**Tableau 6 :** Cycle annuel du palmier dattier femelle Deglet-Nour en 2005

Période (décades) Stade	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D								
	Repos végétatif	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■
Emission des spathes				■	■	■	■	■												
Ouverture des spathes				■	■	■														
Nouaison						■	■	■												
Stade Khalal							■	■	■	■	■	■								
Stade Bser									■	■	■									
Maturation										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(Inspiré de l'I.T.D.A.S, 2006)



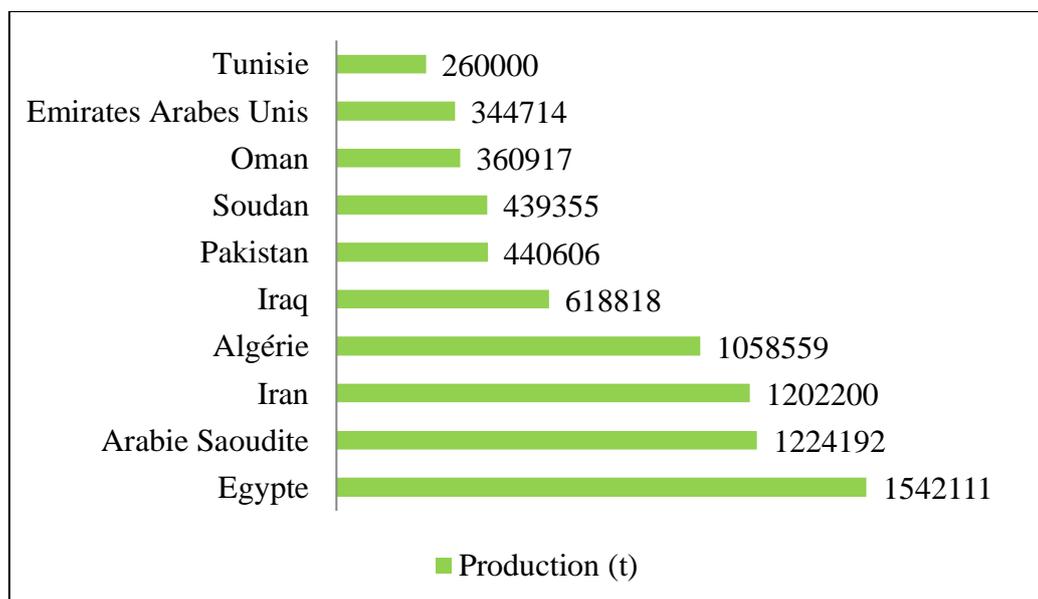
**Figure 9 :** Stades phénologiques des dattes (Ghnimi, 2016)

### 3.6. Importance économique de la phoeniciculture

Les figures 10 et 11 représentent quelques données statistiques sur les principaux pays producteurs du dattier dans le monde et l'évolution de la superficie et de la production dattière au niveau national.

#### 3.6.1. Dans le monde

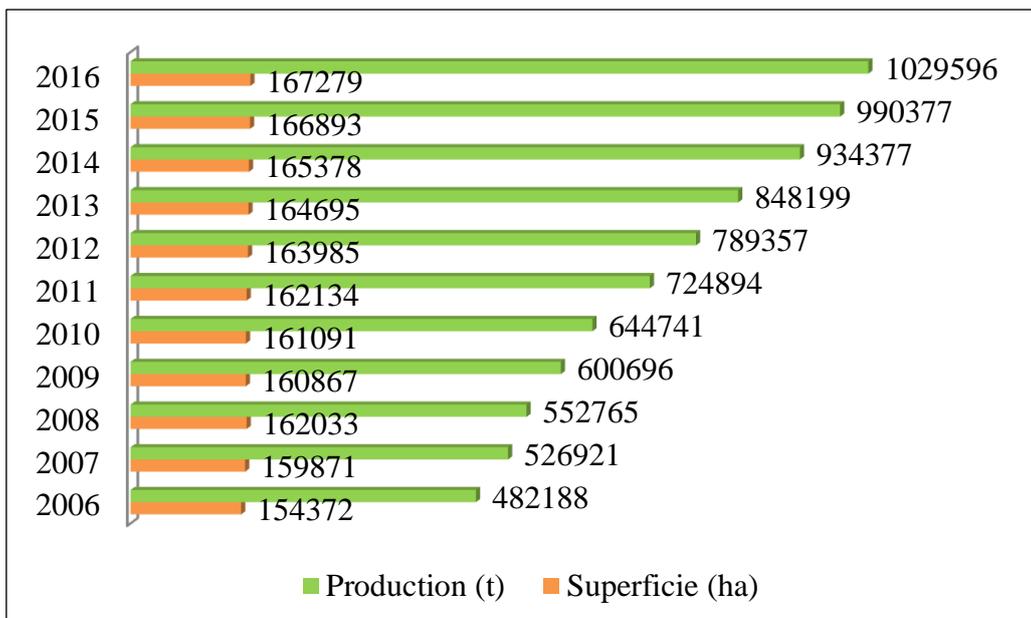
La culture du palmier dattier occupe une place considérable dans le monde. L'Egypte prend le premier rang, avec une production de 1542111 tonnes ; avec une différence de plus de 483552 tonnes par rapport à l'Algérie, qui occupe le quatrième rang en 2017 (figure 10).



**Figure 10** : Classement des dix plus grands producteurs de dattes au monde en 2017 (FAOSTAT, 2019)

#### 3.6.2. En Algérie

La production des dattes au niveau national, durant une décennie (2006-2016), a connu une augmentation remarquable, en concordance avec sa superficie, du simple au plus de double ; de 482188 tonnes en 2006 avec une superficie de 154372 hectares à 1029596 tonnes avec 167279 en 2016 (figure 11).

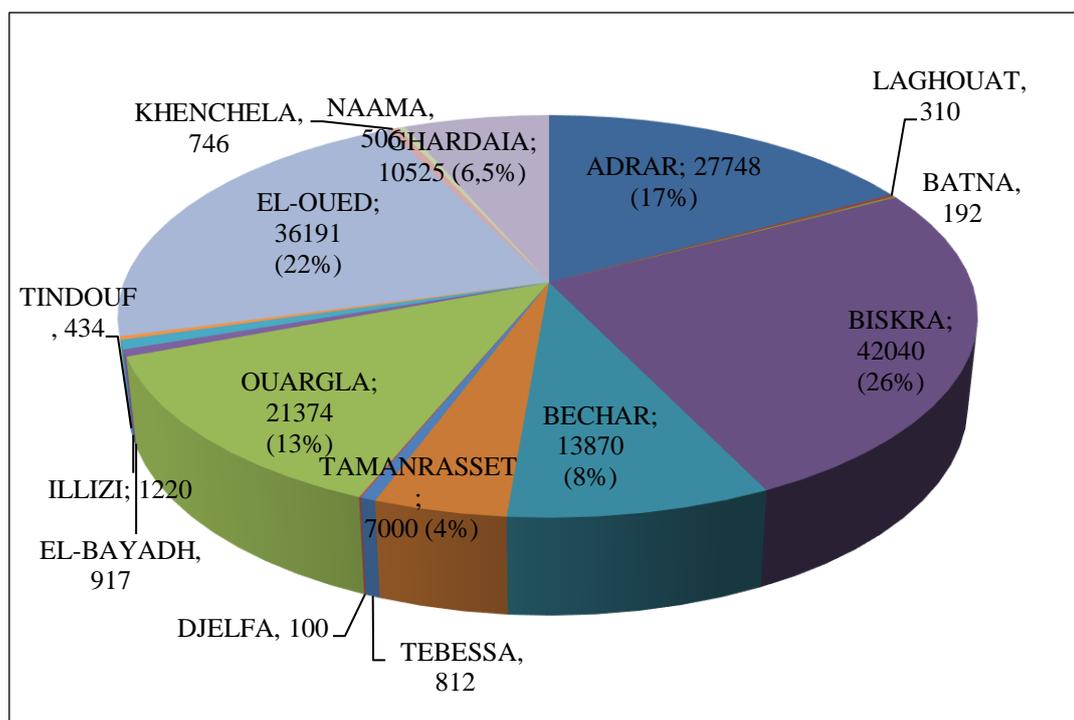


**Figure 11** : Evolution des superficies et production des dattes en Algérie (2006-2016) (FAOSTAT, 2019)

En fait, l'adoption de l'Etat des programmes d'investissements spécifiques : le Plan National de Développement Agricole PNDA et l'Accession à la Propriété Foncière Agricole APFA a contribué considérablement dans l'évolution des superficies et production des dattes.

La totalité du patrimoine phoenicicole se concentre au niveau des wilayas du Sud, principalement : Biskra, El-Oued, Adrar et Ouargla. Les wilayas de Biskra et d'El-Oued occupent, toutes les deux, presque 50% de la superficie nationale cultivée par le dattier (figure 12).

Malgré l'abondance de la production phoenicicole, les exportations des dattes ne sont pas stables. Elle n'est pas accompagnée d'un engouement des opérateurs économiques pour exporter ce produit pourtant très prisé sur le marché international. En 2017, la quantité exportée a été de 46825 tonnes rapportant au pays 52337000 dollars (FAOSTAT, 2019).



**Figure 12 :** Superficie occupée par le palmier dattier par wilaya en 2012  
(M.A.D.R.P, 2013)

### 3.6.3. Aux Ziban

Durant la campagne agricole 2016/2017, la superficie agricole totale destinée à la culture du palmier dattier dans la wilaya de Biskra s'étend sur 43105 ha, c'est à dire 27,70% de la superficie cultivée du palmier dattier au niveau national (D.S.A Biskra, 2017).

Selon la même référence, la production de Deglet-Nour représente plus de la moitié de la production totale en dattes avec 280000,15 tonnes. Ceci nous renseigne sur l'intérêt qu'on donne à l'extension de cette variété (tableau 7).

**Tableau 7 :** Bilan de la campagne dattière dans la région des Ziban (2016/2017)

Variétés	Nombre total de palmiers	Nombre de palmiers productifs	Production (t)	Production (%)
Deglet-Nour	2701217	2454336	280000,15	<b>63,93</b>
Ghars et analogues	562687	531949	53999,9	12,33
Mech-Degla et analogues	1097194	1071009	104004,09	23,74
<b>Total</b>	<b>4361098</b>	<b>4057294</b>	<b>438004,14</b>	<b>100</b>

(D.S.A Biskra, 2017)

### **3.7. Exigences écologiques**

#### **3.7.1. Exigences climatiques**

De nombreuses ouvrages (Munier, 1973 ; Toutain, 1979) ont montré que le palmier dattier est une espèce tolérante à des conditions extrêmes.

##### *3.7.1.1. Température*

Il est connu que le palmier dattier est une espèce thermophile. Encore il peut tolérer les basses températures qui atteignent les (-16°C), à condition qu'elles soient à courte durée (Al-Djabbouri et Zaïd, 2006). D'après les mêmes auteurs, les meilleurs zones de production du palmier dattier dans le monde entier, c'est celles où les températures maximales soient entre 35°C et 38°C et minimales entre 4°C et 13°C et qui réalisent une chaleur de fructification entre 2337°C et 3898°C.

##### *3.7.1.2. Ensoleillement "Luminosité"*

Le palmier est une plante héliophile, qui aime le soleil, cultivé dans des régions à fortes luminosités. La lumière est considérée nécessaire pour la synthèse de chlorophylle et la maturation du fruit (Peyron, 2000).

##### *3.7.1.3. Pluviométrie*

La pluviométrie des régions arides et sahariennes est insignifiante pour assurer l'irrigation du palmier dattier. Ce qui rend le recours à l'irrigation est obligatoire dans ces régions. Cependant les dommages causés par la pluie à l'époque de la pollinisation et au moment de la maturité des dattes sont remarquables, qui entraînent, fréquemment, des éclatements du péricarpe et de la fermentation de la pulpe pouvant aller jusqu'au pourrissement (Amorsi, 1975).

##### *3.7.1.4. Vent*

Le palmier dattier résiste bien aux vents ; toutefois, ces derniers peuvent déterminer des accidents divers (Toutain, 1979). Les vents les plus dangereux sont les vents chauds et desséchants qui provoquent l'échaudage. Les dattes sont saisies fripées et mûrissent trop rapidement (Peyron, 2000).

#### **3.7.2. Exigences édaphiques**

Le palmier dattier s'accommode des sols de formation désertique et subdésertique très divers (Munier, 1973). Selon Amorsi (1975) et Al-Djabouri et Zaïd (2006), il peut se développer dans des sols de nature très variable, il préfère toutefois les sols neutres, profonds, assez légers et normalement humides parce que le sol léger permet au palmier

dattier d'entrer en production plus précocement qu'en sol lourd (à cause de celui-ci la production peut enregistrer un retard de 2 à 3 ans), aussi sa récolte est plus précoce, de meilleure qualité, plus homogène et plus abondante (Munier, 1973). Les meilleures palmeraies se trouvent sur des sols de nature limono-sableuse (Al-Djabouri et Zaïd, 2006).

D'après Munier (1973), le dattier supporte des taux de salinité du sol relativement importants. L'excès de salinité dans la solution du sol peut provoquer des changements morphologiques importants dans les réponses de croissance des plantes; tels que la hauteur de la plante, la production de feuilles et la circonférence du stipe (Kurup et *al.*, 2009). Une baisse de rendement est enregistrée lorsque la concentration de la solution en sel est atteint 5,2‰ (Khadraoui, 1994). Celui-ci a mentionné qu'une concentration en sels de 15‰ dans le sol est considérée comme l'extrême limite de la productivité. A 30‰, le palmier dépérit : il ne produit plus et peut mourir (Roseau, 1933 in Munier, 1973).

### **3.7.3. Exigences hydriques**

Les besoins en eau des cultures sont liés étroitement aux conditions climatiques notamment l'évapotranspiration mais aussi à la nature et la salinité du sol, la méthode d'irrigation, la biologie de la plante et à sa place dans les strates des cultures du système cultural de la palmeraie (Sedra, 2003).

D'après Toutain (1973), les besoins du palmier dans la région des Ziban sont estimés entre 16000 et 18000 m<sup>3</sup>/ha/an dans le cas de salinité de 3 g/l. La présence de salure dans l'eau d'irrigation est considérée une caractéristique des eaux de l'Afrique du Nord. Elle diminue le rendement et la qualité de la récolte. La tolérance à la salinité varie en fonction des composantes de l'eau, des cultivars et de constitution physique des sols : les carbonates sont plus nocifs que les chlorures (Munier, 1973).

Une baisse significative de la croissance est attendue lorsque la conductivité électrique de l'eau d'irrigation dépasse 9 dS/m, et qui peut atteindre jusqu'à 50% avec une conductivité de 18 dS/m (dans un sol sableux) (Alrasbi et *al.*, 2010). Sur le plan productif, comme la salinité n'atteint pas 4 dS/m ou même 4,29 dS/m, la récolte du palmier dattier ne peut souffrir d'aucune baisse (Maas, 1993; Carr, 2013; Bouhoun et *al.*, 2011) alors qu'une perte de rendement de 10% est enregistrée lors d'une irrigation avec une eau salée de 4,5 dS/m (Grattan, 2002). Au delà de 14 dS/m, il semble que la grosseur des fruits produits soit plus faible que la normale (Toutain, 1973).

### **3.8. Techniques culturales**

Le palmier dattier nécessite un entretien important, qui demande des comportements physiques et des charges économiques de la part des phœniciculteurs ; surtout que la mécanisation en palmeraie est presque inexistante.

Les applications culturales indiquées en ce qui suit concernent principalement notre célèbre Deglet-Nour.

#### **3.8.1. Travaux du sol**

L'I.T.D.A.S (2007) a préconisé de faire deux disquages pour détruire les mauvaises herbes et lutter contre le tassement du sol. La préparation du trou de plantation en 1×1×1 m doit être bien avant la plantation (Derhab, 2004).

#### **3.8.2. Installation de la palmeraie**

Il y a des phénomènes à tenir en compte pour permettre une bonne installation de la palmeraie, principalement : la force et la direction du vent, leur température, leur charge en sable, les risques de crues ou d'ensablement, la baisse ou la remontée des nappes phréatiques, la salinisation des sols et la période d'installation (Peyron, 2000).

La construction d'une palmeraie se fait par multiplication végétative à l'aide des rejets, récupérés à la base de pied mère et sélectionnés pour leur qualité. Le sevrage s'effectue, de préférence au printemps ou en automne (Ibrahim, 2015).

D'après Robinson et *al.* (2012), les rejets sélectionnés doivent être vigoureux et âgés 3-5 ans, ayant un poids entre 10 et 25 kg (Ibrahim, 2015) ; qui coïncide avec un diamètre à la base estimé à 10-35 cm afin d'avoir une bonne reprise (Hodel et Pittenger, 2003).

Selon Peyron (2000), la densité de plantation est déterminée suivant :

- ✚ le cultivar ou la variété : certains plus vigoureux qui exigent un espacement plus important que d'autres qui présentent une faiblesse dans ses feuillages ;
- ✚ le projet de cultures intercalaires ou sous jacentes ;
- ✚ les facteurs écologiques : plus les conditions climatiques sont rudes, arides et chaudes plus les palmiers doivent être rapprochés ;
- ✚ le projet de mécanisation ;
- ✚ la disponibilité de l'eau.

Ainsi, d'après Ibrahim (2015), les écartements se diffèrent selon la fertilité du sol et la culture intercalaire.

### **3.8.3. Irrigation**

Il est nécessaire de respecter les doses et fréquences des irrigations de façon à maintenir une certaine humidité dans le sol pour assurer les besoins en eau au niveau de la palmeraie durant la saison humide et sèche. Ces besoins aux Ziban ont été estimés de 15000 à 18000 m<sup>3</sup>/ha/an (I.T.D.A.S, 2007). L'utilisation du système d'irrigation : submersion, localisé, goutte à goutte, aspersion, micro-aspersion..., dépend de l'âge du palmier, caractéristiques physico-chimiques du sol, ressources en eau et sa qualité (Derhab, 2004).

De plus, d'après Ayache et Benhafid (2010), il est conseillé de prendre en considération les conditions climatiques du site agricole et le développement biologique du palmier dans la détermination de la quantité et la fréquence d'irrigation.

Les variétés Deglet-Nour, Ghars, Babati Bent Qbala... sont considérées les plus exigeantes en eau chez les agriculteurs (Belguedj, 2008).

### **3.8.4. Fertilisation**

Les apports annuels nécessaires pour chaque palmier évoluent en fonction de l'âge et des caractéristiques physiques et chimiques du sol (Ayache et Benhafid, 2010).

Selon les mêmes auteurs, il suffit d'épandre 20 kg/palmier/an de fumier, durant les 3 premières années, pendant la préparation du trou de plantation et 100 kg/palmier/an, pour les sujets de plus de 10 ans. On considère que pour un kilogramme de production dattière, il faut épandre deux kilogrammes de fumier (Belguedj, 2008).

La quantité d'engrais préconisée est estimée à 3 kg d'N/p/an (ammonitrate 33,5%), fractionnée en trois apports (I.T.D.A.S, 2007). Aussi (Chao et Krueger, 2007) ont noté que la fertilisation azotée suffit pour les dattiers de Deglet-Nour.

### **3.8.5. Pollinisation**

La qualité, l'origine du pollen et la période favorable de pollinisation assurent une bonne production. La récolte du pollen s'effectue juste après l'éclatement des spathes, des épillets mâles sont introduits manuellement dans la spathe femelle de Deglet-Nour durant la période de réceptivité ; qui est la plus longue par rapport aux autres cultivars : 12 jours, selon (I.T.D.A.S, 2007) et 15 jours, selon Ayache et Benhafid (2010). Selon les mêmes auteurs, la haute capacité à la fécondation est notée entre le 4<sup>ème</sup> et le 7<sup>ème</sup> jour après l'éclatement des spathes.

### 3.8.6. Soins apportés aux régimes

Afin d'avoir une bonne production, l'application des différentes opérations d'entretien des régimes, citées ci-dessous, doit être obligatoire.

La méthode d'éclaircissage des régimes, d'épillets ou des dattes est déterminée par le phoeniculteur, selon : le cultivar, son âge, et sa vigueur, les conditions climatiques, le phénomène de saisonnalité, la conduite culturale, l'aspect variétal et l'objectif de production (Al-Djabouri et Zaïd, 2006 ; Belguedj, 2008, et Babahani, 2011).

#### 3.8.6.1. Limitation du nombre des régimes

D'après Al-Mashhadan (2009), les régimes mal fécondés, chétifs, petits, situés proches du cœur et au sommet du palmier dattier sont à supprimer. En plus, les régimes issus des inflorescences précoces, tardives et infestées, sont également à éliminer en tenant compte de l'équilibre de la partie reproductive avec celle de la partie végétative. Notons que l'I.T.D.A.S (2007) a précisé la charge normale d'un palmier adulte en régimes entre 10 et 14.

#### 3.8.6.2. Ciselage des épillets

D'après Ibrahim (2015), l'opération du ciselage consiste à éliminer un nombre de fleurs, fruits, épillets ou raccourcir la longueur des épillets, afin d'améliorer les caractéristiques des dattes : le calibre et le poids, assurer une maturation précoce, diminuer le poids du régime ; fournir une bonne aération et par conséquent diminuer les taux des infestations fongiques et éviter l'alternance (Al-Djabouri et Zaïd, 2006). Trois types de ciselage ont été distingués, selon les régimes :

✚ Cas des régimes à longs épillets (ex : Deglet-Nour) : Derhab (2004), Al-Djabouri et Zaïd (2006), Ayache et Benhafid (2010) et Ibrahim (2015) ont préconisé de raccourcir des épillets jusqu'à 25% de ses longueurs totales ;

✚ Cas des régimes à courts épillets (ex : Lamri et Bint Aicha) : il suffit d'éliminer 20-25% du cœur du régime (Derhab, 2004). L'I.T.D.A.S (2007) a adopté un enlèvement de plus de 30% au cœur du régime. Ce type est conseillé pour les régions humides ;

✚ Cas des régimes à dattes encombrées (ex : Madjhoul) : il consiste à enlever quelques fleurs ou fruits sans raccourcissement de l'épillet.

### *3.8.6.3. Etayage*

Selon l'I.T.D.A.S (2007), les régimes sont fixés sur les palmes les plus proches, afin d'empêcher les hampes de se casser, éviter le balancement par les vents contre le stipe et les palmes et par conséquent les frottements répétés des fruits. En plus, elle facilite la récolte et la distribution équilibrée des régimes au sommet du dattier (Belguedj, 2008 ; Ayache et Benhafid, 2010).

### *3.8.6.4. Ensachage*

L'opération est effectuée manuellement en glissant le régime des dattes dans une gaine faite de différents matériaux (polyéthylène, filet anti-moustiquaire, papier kraft ...) (Ayache et Benhafid, 2010). D'après Chao et Krueger (2007), les régimes sont ensachés pour éviter les dégâts causés par les pluies automnales, certains ravageurs et l'action des vents. Cette opération permet également d'assurer la maturité précoce et d'améliorer les caractéristiques des dattes (Al-Houssani, 2008).

### *3.8.7. Récolte et triage*

Les dattes de Deglet-Nour sont collectées par grappillage pour les premières dattes au stade pré-maturité complète et de façon totale « régime complet » (Chao et Krueger, 2007 ; Belguedj, 2008).

Les dattes peuvent être présentées sur le marché en régimes, en branchettes ou en vrac (Belguedj, 2008).

Les régimes et les dattes doivent être triés en plusieurs catégories. D'après Munier (1973), le triage des dattes peut être effectué entièrement à la main ou d'une façon semi mécanique avec une machine de triage.

### *3.8.8. Elagage*

Selon Derhab (2004), l'intensité de l'élagage dépend de la variété et de la vigueur du palmier. L'élagage ou le toilettage consiste à éliminer des différents organes en voie de dessiccation ou n'ayant plus qu'une activité très restreinte, qui encombrant les plants et gênent certaines pratiques culturales : palmes sèches et vertes infestées, pétioles, épines, fibrillum, rejets aériens, déchets des régimes dattes suspendues...etc (Al-Djabouri et Zaïd, 2006).

## **4. Qualité du fruit du palmier dattier « datte »**

Cette partie se focalise sur la qualité du fruit du palmier dattier en agriculture, et non seule la qualité du fruit. Multitudes études ont été abordées sur le sujet de la qualité du fruit

et cela pour répondre aux attentes implicites et explicites du client, à savoir, elles imposent de se demander quel est le produit agricole et qui en sont les clients.

Les attentes du consommateur évoluent dans le temps. En général, le prix, le mode de production, la fraîcheur, la régularité des approvisionnements et la qualité alimentaire sont considérés parmi les éléments clés du choix de n'importe quel produit agricole (Muller, 2004). Au fait, selon le même auteur, le mode de production est une préoccupation qui est devenue très importante ces dernières années. Le consommateur veut maintenant savoir les pratiques culturales parce que les facteurs environnementaux déterminés par le climat, l'irrigation, la nutrition, la conduite de la plante et la protection phytosanitaire interagissent sur la qualité du fruit.

La qualité est généralement définie comme l'ensemble des caractéristiques d'un aliment (pas seulement les caractéristiques sensorielles) qui conduisent à la satisfaction du consommateur (Wills et *al.*, 1998). La connaissance des caractéristiques du fruit et de la manière dont elles interagissent est indéniablement nécessaire pour propager les meilleures variétés, améliorer l'efficacité de la manutention et du traitement des produits, produire un produit qui satisfait les demandes des consommateurs et enfin de compte garantir un profit économique certain (Ismail, 2006).

Des études sur le fruit du palmier dattier dans cet aspect restent restreintes. Elles concernent surtout la caractérisation et la classification aléatoire et ne touchent pas assez de variétés célèbres.

Au cours des années, les spécialistes à l'échelle nationale et internationale ont essayé de développer des critères de jugement de la qualité des dattes.

Les critères de qualité importants pour les producteurs de dattes sont ceux qui conduisent à des bénéfices économiques, comme c'est le cas pour tout producteur de l'industrie alimentaire. Cependant, ces critères ne sont que le résultat de nombreux facteurs physiques, tels que la composition chimique et les propriétés mécaniques et rhéologiques (Ismail, 2006).

Les critères de qualité importants pour les consommateurs sont l'apparence, y compris la couleur, la taille et la forme, l'état et absence de défauts, la sensation ou la texture en bouche, la saveur et la valeur nutritionnelle (Wills et *al.*, 1998).

Cet aspect de recherche ayant fait l'objet de beaucoup de travaux concernant essentiellement des traits physiques, chimiques et biochimiques qu'on peut les récapituler comme suit.

#### 4.1. Trait phénotypique

La taille est considérée comme une caractéristique d'appréciation de la qualité commerciale du fruit (Estanove in Dollé et Toutain, 1990). Dans ce sens, le classement des dattes selon les caractéristiques de la taille décrit par le descripteur du palmier dattier (I.P.G.R.I, 2005), qui a été élaboré par une équipe de spécialistes maghrébins, est plus détaillé que le classement déposé par Hannachi *et al.* (1998) pour les dattes algériennes et Meligi *et al.* (1982) et Mohammed *et al.* (1983) pour les dattes irakiennes et Markhand *et al.* (2010) pour les dattes pakistanaïses (tableaux 8a, 8b et 8c).

**Tableau 8a:** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille

Longueur (mm)	Evaluation	Largeur (mm)	Evaluation	Rapport de la longueur (graine/fruit)	Evaluation
> 70	Très long *	> 30	Très large	< 1/2	Bon ***
> 60	Très long **	21-30	Large	1/2-2/3	Moyen ***
51-60	Long ***	10-20	Moyen	> 2/3	Mauvais ***
41-50	Moyen ***	< 10	Etroit	-	-
30-40	Court ***	-	-	-	-
< 30	Très court ***	-	-	-	-

(Hannachi *et al.*, 1998\* ; I.P.G.R.I, 2005\*\*)

**Tableau 8b :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille

Longueur (cm)	Evaluation	Largeur (cm)	Evaluation
> 4	Bonne	> 1,8	Bonne
3,5-4	Acceptable	1,5-1,8	Acceptable
< 3,5	Mauvaise	< 1,5	Mauvaise

(Meligi *et al.*, 1982 ; Mohammed *et al.*, 1983)

**Tableau 8c :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques de la taille

Longueur (cm)	Evaluation	Largeur (cm)	Evaluation
> 5	Grosse	> 3	Grosse
4-5	Moyenne	2.5-2,9	Moyenne
< 4	Petite	< 2,4	Petite

(Markhand *et al.*, 2010)

La norme CODEX STAN 143-1985 (F.A.O-W.H.O, 1985) a disposé d'un critère global d'évaluation du poids. Elle concerne les dattes préparées destinées à la commercialisation, le conditionnement ou prêtes à la consommation directe (tableau 9a).

**Tableau 9a :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales

Nombre de dattes/500g	Calibre
≤ 80	Gros
80-100	Moyen
> 100	Petit

(F.A.O-W.H.O, 1985)

Suite à plusieurs études de caractérisation des cultivars irakiens, Meligi *et al.* (1982) et Mohammed *et al.* (1983) ont pu proposer d'autres critères pondéraux des dattes (tableau 9b). Cependant, Munier (1973) a présenté un autre critère de jugement du poids du fruit, est en rapport à la graine (tableau 9c).

**Tableau 9b :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales

Poids	Evaluation
> 8 g	Bon
6 to 8 g	Moyen
< 6 g	Mauvais

(Meligi *et al.*, 1982 ; Mohammed *et al.*, 1983)

**Tableau 9c :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques pondérales

Rapport du poids de la graine/fruit	Evaluation
< 10%	Bon
> 10%	Mauvais

(Munier, 1973)

#### 4.2.Trait physico-chimique

Munier (1973) définit un ratio *r* pour estimer la consistance de la datte (tableau 10). Il comprend une fraction de teneur en sucres totaux par rapport à l'humidité. Ce ratio reflète la qualité et la stabilité des dattes.

**Tableau 10** : Critères d'évaluation des dattes pour la consistance

<b>r</b>	<b>Evaluation</b>
< 2	Molle
≈ 2	Demi-molle
> 2	Sèche

**(Munier, 1973)**

La classification de l'humidité de la datte préparée par Meligi et *al.* (1982) ; Mohammed et *al.*, (1983) pour les dattes irakiennes et Estanove in Dollé et Toutain (1990) pour les dattes produites dans dix pays phoenicicoles, présente une certaine ressemblance (tableau 11a).

**Tableau 11a** : Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques physico-chimiques

<b>Humidité</b>	<b>Evaluation</b>
< 10%	Mauvaise *
10-24%	Bonne *
15-25%	Bonne **
25-30%	Acceptable ***
> 30%	Mauvaise ***

**(Meligi et al., 1982 ; Mohammed et al., 1983\* ; Estanove in Dollé et Toutain, 1990\*\*)**

Meligi et *al.* (1982) et Mohammed et *al.*, (1983) ont proposé l'évaluation de pH des dattes comme suit.

**Tableau 11b** : Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques physico-chimiques

<b>pH</b>	<b>Evaluation</b>
> 5,8	Bon
5.4-5,8	Acceptable
< 5,4	Mauvais

**(Meligi et al., 1982 ; Mohammed et al., 1983)**

#### 4.3. Trait biochimique

L'évaluation du trait biochimique des dattes effectuée par Meligi et *al.* (1982) et Mohammed et *al.*, (1983) est basée sur la teneur en sucres totaux (tableau 12a).

**Tableau 12a :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques biochimiques

<b>Teneur en sucres totaux</b>	<b>Evaluation</b>
> 70%	Bonne
50-70%	Acceptable
< 50%	Mauvais

(Meligi *et al.*, 1982 ; Mohammed *et al.*, 1983)

Estanove in Dollé et Toutain (1990) a tiré une autre classification, en considérant le groupement des sucres réducteurs, non réducteurs et eau (tableau 12b).

**Tableau 12b :** Critères d'évaluation des dattes pour les caractéristiques biochimiques

<b>Evaluation</b>	<b>Saccharose</b>	<b>Sucres réducteurs</b>	<b>Eau</b>
Classe 1	40-65%	20-40%	15-25%
Classe 2	10-35%	40-75%	10-30%
Classe 3	0-10%	65-90%	10-35%
Classe 4	0%	35-75%	35-65%

\* les non sucres ont été négligés au profit des sucres réducteurs et non réducteurs

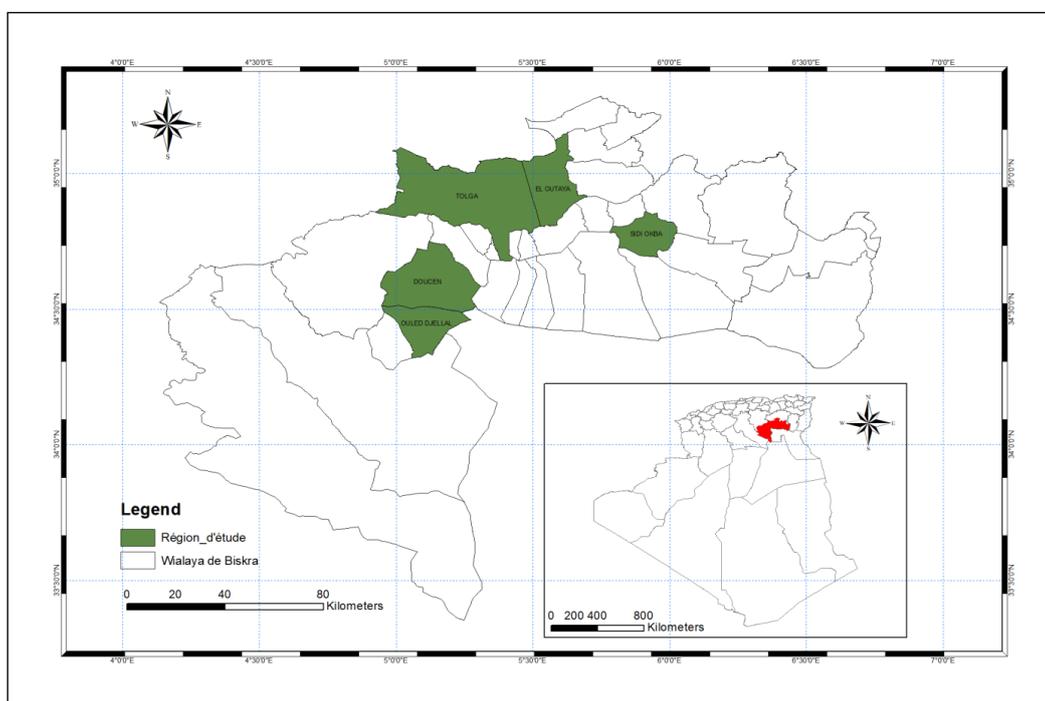
(Estanove in Dollé et Toutain, 1990)

# Chapitre II

## Matériel et méthodes

## 1. Présentation de la région d'étude

L'étude a été déroulée dans des exploitations phoenicoles situées dans la wilaya de Biskra. Celle-ci se localise au sud-est algérien. Elle s'étend sur une surface de 20986 km<sup>2</sup>, dont la ville de Biskra se trouve à une altitude moyenne de 124 m (figure 13). Sa latitude est comprise entre 33° 19' et 35° 17' N et sa longitude entre 4° 07' et 6° 48' E. Elle représente une zone de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Le nord est caractérisé par un relief assez élevé et accidenté, alors que, le sud est dominé par des plateaux et des plaines (A.N.A.T, 2003).



**Figure 13 :** Carte administrative de la wilaya de Biskra présentant les régions d'échantillonnage en 2017

### 1.1. Localisation des sites d'étude

La présente étude a ciblé cinq exploitations phoenicoles dans des communes adjacentes et éloignées l'une de l'autre, présentant des niveaux différents dans la production de Deglet-Nour : plus productifs pour Tolga avec un potentiel phoenicole estimé à 638055 qx, modérément productifs pour Sidi Okba et Ouled Djellel avec des potentiels phoenicoles estimés à 266613 qx et 239136 qx respectivement et moins productifs pour El Outaya avec un potentiel phoenicole estimé à 25400 qx (M.A.D.R.P, 2018). Elles sont réparties du nord au sud, comme suit :

- ✚ une exploitation de la station du centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides, se trouvant sur une plaine au lieu dit Ain Ben Naoui, commune d'El Outaya, située à 25 km au nord-ouest de la ville de Biskra ;
- ✚ une exploitation de Monsieur Chaabane, se trouvant sur un plateau dans la commune de Tolga, située à environ 48 km au nord-ouest de la ville de Biskra ;
- ✚ une exploitation de Monsieur Selami, se trouvant sur une plaine au lieu dit Alb Chermat, commune de Sidi Okba, située à une vingtaine de kilomètres à l'est de la commune de Biskra ;
- ✚ une exploitation de Monsieur Guesmi se trouvant sur une plaine dans la commune de Doucen, située à 80 km de l'ouest de la ville de Biskra ;
- ✚ une exploitation de Monsieur Saidi, se trouvant sur un plateau au lieu dit Difel, commune d'Ouled Djellel, située à environ 100 km au sud-ouest de la ville de Biskra.

## **1.2. Conditions expérimentales**

Les critères de choix des sites expérimentaux sont basés sur la recherche des palmeraies qui partagent le même comportement physique : cultivées de palmiers dattiers Deglet-Nour adultes, obtenues les mêmes besoins en eau avec un système d'irrigation localisé pour El Outaya, Tolga et Doucen et par submersion pour Sidi Okba et Ouled Djellel. Les palmiers femelles soient pollinisées du même type, une limitation moyenne du régime soit de 14 et un éclaircissage des fruits soit fait.

Les principales différences sont liées à la qualité de l'eau d'irrigation et à la nature des sols. L'eau d'irrigation est captée par forage à une profondeur de 200 m pour les exploitations de Tolga et Ouled Djellel, 150 m pour Sidi Okba et 120 m pour Doucen. De plus, l'eau de l'exploitation d'El Outaya est apportée par le barrage de fontaine des gazelles. Les exploitations de Tolga et Doucen reçoivent annuellement du fumier minéral composé de 1,5 kg d'urée par palmier et un apport biannuel de 100 kg de fumier organique par palmier (première année d'apport pour Tolga et deuxième année d'apport pour Doucen). Les exploitations d'Ouled Djellel et de Sidi Okba n'obtiennent que de fumier organique tous les trois ans (première année d'apport pour Sidi Okba et deuxième année d'apport pour Ouled Djellel). Cependant, l'exploitation d'El Outaya ne bénéficie d'aucune fertilisation. Les exploitations se trouvant dans Tolga, Sidi Okba et Ouled Djellel soumettent à un système de drainage.

## 2. Approche cartographique

### 2.1. Acquisition des données

#### 2.1.1. Sélection des coordonnées géographiques

Le prélèvement des coordonnées a été fait au pied des palmiers de Deglet-Nour pour les cinq exploitations phoenicicoles (tableau 13).

**Tableau 13** : Coordonnées géographiques des palmiers dans les exploitations d'étude

Exploitations	Palmiers	Latitude (N)	Longitude (E)
Tolga	3	34° 44' 19,96"	5° 21' 45,73"
	4	34° 44' 17,46"	5° 21' 53,22"
Doucen	3	34° 35' 56,92"	5° 5' 7,53"
	4	34° 35' 52,16"	5° 5' 9,33"
Ouled Djellel	3	34° 27' 13,71"	5° 5' 59,62"
	4	34° 27' 16,50"	5° 6' 1,20"
Sidi Okba	3	34° 43' 41,63"	5° 57' 46,22"
	5	34° 43' 38,91"	5° 57' 47,07"
El Outaya	2	34° 55' 43,80"	5° 38' 54,66"
	4	34° 55' 45,61"	5° 38' 57,86"

#### 2.1.2. Choix des images satellitaires

D'après Lillesand (2015), les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol ainsi que dans la planification et la gestion des ressources, elles sont descriptives et apportent une information spatiale et spectrale, beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d'information.

Dans notre travail, nous avons utilisé des images satellitaires tirées le 13/09/2017 : moment de pleine production pour les cinq exploitations. Le tableau 14 montre les caractéristiques de la scène étudiée.

**Tableau 14** : Caractéristiques spectrales de la scène étudiée

Radiomètre	Bandes spectrales (µm)	Domaine spectral	Résolution spatiale (m)
Landsat 8	1. [0,433-0,453]	Côtier/aérosol	30*30
	2. [0,450-0,515]	Bleu	30*30
	3. [0,525-0,600]	Vert	30*30
	4. [0,630-0,680]	Rouge	30*30
	5. [0,845-0,885]	Proche infrarouge	30*30
	6. [1,560-1,660]	Infrarouge à ondes courtes	30*30
	7. [2,100-2,300]	Infrarouge à ondes courtes	30*30
	8. [0,500-0,680]	Panchromatique	15*15
	9. [1,360-1,390]	Cirrus	30*30

## 2.2. Traitement des images : Calcul de NDVI

NDVI « Normalized Difference Vegetation Index » est un indice de végétation qui se définit comme la différence normalisée des mesures de réflectance spectrale acquises dans les zones de longueurs d'onde « Proche Infra-Rouge PIR » et « Rouge R ». Cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation (Caloz et Collet, 2001). Sa formule est donnée par l'expression suivante :

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R} \quad [1]$$

Sa valeur théorique varie entre -1 et 1. En pratique, un sol nu prendra des valeurs de NDVI de 0,1 à 0,2, alors qu'une végétation dense aura des valeurs de 0,5 à 0,8 (Razagui et *al.*, 2014).

## 3. Approche analytique

### 3.1. Eau d'irrigation

#### 3.1.1. Echantillonnage

Les échantillons d'eau ont été prélevés, au moment de la récolte, en trois étapes durant le pompage dans les cinq exploitations phoenicicoles. Ils ont été conservés au réfrigérateur à une température de +4°C.

### 3.1.2. Analyse

L'analyse chimique des eaux d'irrigation comprend une série de paramètres :

- ✚ Le potentiel hydrogène pH est estimé par un pH-mètre (Multi 3430 WTW) ;
- ✚ La conductivité électrique CE est déterminé par un conductimètre (HI 2315 HANNA) à une température de 25°C ;
- ✚ La dureté totale est déterminée par titrage avec l'acide éthylène diaminotétracétique EDTA qui complexe quantitativement de nombreux métaux, dont le calcium  $Ca^{+2}$  et le magnésium  $Mg^{+2}$  (NF T 90 003, 1984 et NF T 90 016, 1984) ;
- ✚ Le sodium  $Na^{+}$  et le potassium  $K^{+}$  sont mesurés après passage au photomètre à flamme (Jenway PFP-7) (NF T 90 019, 1984) ;
- ✚ Les sulfates  $SO_4^{-2}$  et les nitrates  $NO_3^{-}$  sont mesurés après lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS (HACH DR 6000) ;
- ✚ Les chlorures  $Cl^{-}$  sont dosés par titrage au nitrate d'argent (NF ISO 9297, 2000) ;
- ✚ Le ratio d'adsorption du sodium SAR a été calculé par la formule [2].

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}} \quad [2]$$

## 3.2. Sol

### 3.2.1. Echantillonnage

Les échantillons des sols ont été prélevés au moment de la récolte pour chaque exploitation. Ils ont été prélevés autour d'un mètre de palmier dattier jusqu'à une profondeur de 0,5 m. Ces échantillons sont distribués sous forme de zigzag sur le terrain avec un nombre de cinq par exploitation (figures 14-18). Ils ont été séchés à l'étuve (Memmert UN30) à une température de 105°C pendant 24 heures et passés à travers un tamis de 2 mm.



**Figure 14** : Localisation de l'exploitation phoenicicole de Tolga  
(Google Earth, 2021)



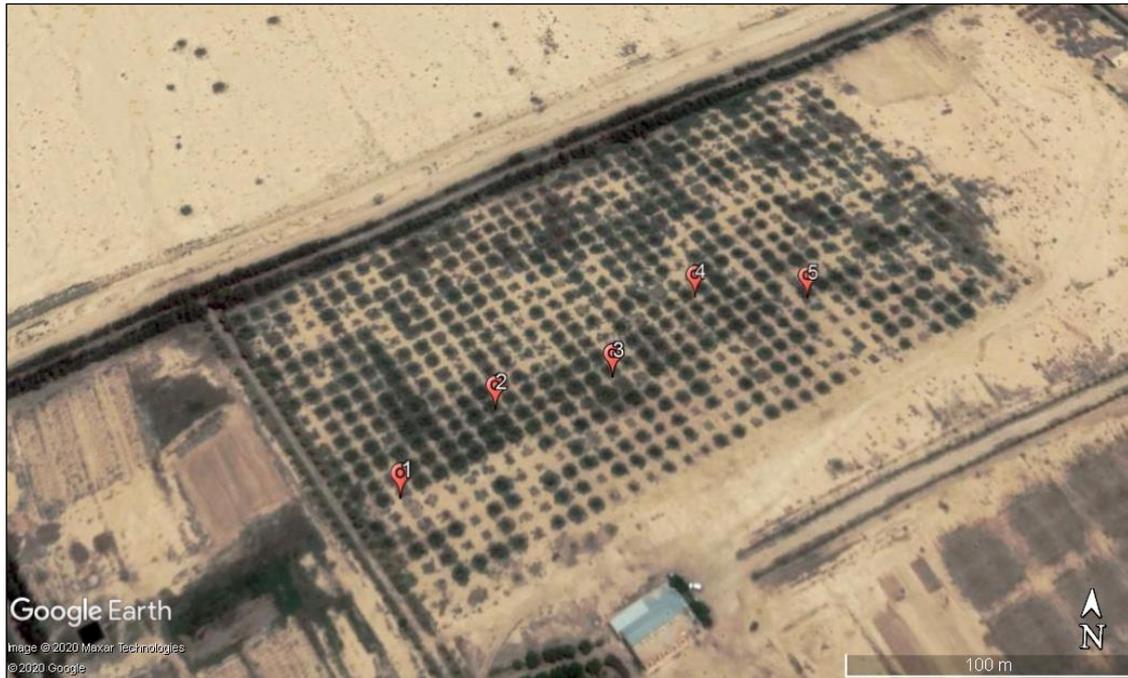
**Figure 15** : Localisation de l'exploitation phoenicicole de Doucen  
(Google Earth, 2021)



**Figure 16 :** Localisation de l'exploitation phoenicicole d'Ouled Djellel  
(Google Earth, 2021)



**Figure 17 :** Localisation de l'exploitation phoenicicole de Sidi Okba  
(Google Earth, 2021)



**Figure 18** : Localisation de l'exploitation phoenicicole d'El Outaya (témoin)

(Google Earth, 2021)

### 3.2.2. Analyse

L'analyse physico-chimique des sols comprend une série de paramètres :

- ✚ La granulométrie est déterminée par la méthode de pipette de Robinson (NF X31 107, 2003) ;
- ✚ Le potentiel hydrogène pH est estimé à l'aide d'un pH-mètre (Multi 3430 WTW) avec un rapport sol/eau: 1/2,5 (NF ISO 10390, 2005) ;
- ✚ La conductivité électrique CE est mesurée à l'aide d'un conductimètre (HI 2315 HANNA) avec un rapport sol/eau: 1/5 (NF ISO 11265, 1995 et Baize, 2000) ;
- ✚ Le calcium  $\text{Ca}^{+2}$  et le magnésium  $\text{Mg}^{+2}$  sont déterminés après titrage avec l'EDTA ;
- ✚ Le sodium  $\text{Na}^{+}$  et le potassium  $\text{K}^{+}$  sont dosés à l'aide d'un photomètre à flamme (Jenway PFP-7) ;
- ✚ Les sulfates  $\text{SO}_4^{-2}$  et les nitrates  $\text{NO}_3^{-}$  sont mesurés en lisant l'absorbance avec un spectrophotomètre UV VIS (HACH DR 6000) ;
- ✚ Les chlorures  $\text{Cl}^{-}$  sont dosés par titrage au nitrate d'argent selon la méthode de Mohr ;
- ✚ La matière organique MO est déterminée après titrage d'échantillons par les bichromates de potassium  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  et l'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ISO 14235, 1998)

et la lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS (HACH DR 6000) ;

- ✚ Le calcaire total  $\text{CaCO}_3$  est déterminé en utilisant la méthode du calcimètre de Bernard (Müller et Gastner, 1971).  $\text{CaCO}_3$  a été calculé selon la formule [3] ;

$$\text{CaCO}_3 \text{ total } \% = \frac{V \times 0.3}{V' \times P} \times 100 \quad [3]$$

V : volume de gaz carbonique dégagé du sol ;

V' : volume de gaz carbonique dégagé (essai témoin).

- ✚ Le calcaire actif est déterminé après titrage avec la solution de permanganate de potassium (NF X31 106, 2002). Il a été calculé selon la formule [4].

$$\text{CaCO}_3 \text{ actif } \% = (n' - n) \times 5 \quad [4]$$

n' : volume de titrage (essai témoin) ;

n : volume de titrage pour le sol.

- ✚ Le gypse est déterminé à l'aide de la centrifugeuse après l'ajout de l'acétone.

### **3.3. Matériel végétal**

#### **3.3.1. Echantillonnage**

L'échantillonnage des dattes auprès des pieds du palmier dattier englobe les différents endroits agro-écologiques de la wilaya de Biskra qui subissent diverses conditions climatiques, hydro-édaphiques et comportement physique dans lesquels la production de dattes de la variété Deglet-Nour varie de 5% comme une borne inférieure, pour la commune d'El Outaya, à 45%, comme une borne supérieure pour la commune de Tolga (M.A.D.R.P, 2018). Ce qui amène à effectuer des prélèvements au niveau des communes de Tolga, Doucen, Sidi Okba, Ouled Djellel et El Outaya.

Le prélèvement des échantillons des dattes ne concerne que celles au stade plein maturité. Il s'est déroulé au mois de septembre pour El Outaya et Ouled Djellel et aux mois de novembre pour Tolga, Doucen et Sidi Okba pendant la campagne agricole 2017/2018. Les dattes sont échantillonnées avec un nombre de 40 par palmier dattier et cinq pieds par région d'étude et conservées au réfrigérateur à une température de  $-18^\circ\text{C}$ .

#### **3.3.2. Analyse**

##### **3.3.2.1. Caractéristiques phénotypiques**

L'analyse phénotypique est très importante pour apprécier la qualité des dattes. Elle s'est adoptée selon les caractéristiques biométriques discriminantes réalisées dans le

descripteur international du palmier dattier I.P.G.R.I (2005) ; comprenant les caractéristiques suivantes :

- ✚ Les tailles des dattes et noyaux déterminées par le pied à coulisse ;
- ✚ Les poids des dattes et noyaux pesés par une balance de précision à 0,001g ;
- ✚ Les rapports de la longueur et du poids des noyaux sur les dattes ont été calculés ;
- ✚ Les rendements ont été estimés par les phoeniculteurs.

### 3.3.2.2. *Caractéristiques physico-chimiques*

- ✚ La teneur en eau est déterminée par dessiccation de 5 g de dattes dans une étuve (Memmert) à 105°C pendant 24 heures jusqu'à un poids constant (Audigie et *al.*, 1978) ;
- ✚ Le potentiel hydrogène est déterminé à l'aide d'un pH-mètre (Multi 3430 WTW) ;
- ✚ La teneur en cendres totales est calculée après incinération de la pulpe dans un four à moufle (Nabertherm 30-3000°C) à une température de 500°C pendant 5 à 6 heures jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche ou grise (Linden, 1981) ;
- ✚ Le taux de solides solubles est déterminé à partir d'une lecture directe à l'aide d'un réfractomètre (DRB 0-45nD) ;
- ✚ Le dosage des principaux éléments minéraux est déterminé soit par spectrophotométrie à absorption atomique (PerkinElmer PinAAcle 900Z), soit par photomètre à flamme (Jenway PFP-7) ;
- ✚ La consistance de la datte est ressentie en mesurant l'indice de qualité *r* indiqué par la formule [5]. Le rapport *r* doit être voisin de 2 pour déceler que la datte a une consistance demi-molle. Au-delà de 2, la datte est trop sèche, en deçà, elle est trop humide (Munier, 1973).

$$r = \frac{\text{Teneur en sucres totaux}}{\text{Teneur en eau}} \quad [5]$$

### 3.3.2.3. *Caractéristiques biochimiques*

- ✚ Les sucres totaux sont dosés par le réfractomètre (DRB 0-45nD) ;
- ✚ Le dosage des sucres réducteurs exige à faire agir un excès de liqueur cuproalcaline dans des conditions bien fixées puis traiter par le sulfate ferrique (Navarre, 1974) ;
- ✚ La teneur en sucres non réducteurs est déterminée par la soustraction entre les teneurs en sucres totaux et les sucres réducteurs.

## **4. Analyse statistique**

### **4.1. Analyse univariée (*Description des résultats*)**

La description des différentes variables étudiées est basée sur le calcul de certains paramètres statistiques, comme la moyenne qui est un indicateur de tendance centrale servant à résumer une série de données d'une variable quantitative pour chaque traitement et l'écart type qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne. Les 38 paramètres sont calculés et présentés sous forme des tableaux et histogrammes à l'aide de l'Excel (2007).

### **4.2. Analyse multivariée**

Les différentes analyses à base descriptive (Analyse en Composantes Principales et Classification Ascendante Hiérarchique) et explicative (Analyse de la régression linéaire multiple) sont réalisées par le logiciel XLSTAT version 2020.2.3.

#### **4.2.1. Analyse en Composantes Principales ACP**

Le recours à l'Analyse en Composantes Principales ACP est considéré comme une initiation à l'analyse statistique à travers le raccourcissement du nombre de 42 variables (10 pour l'eau, 15 pour le sol et 17 pour la production) en déterminant celles les plus corrélées aux axes comme elle permet de proposer des représentations géométriques des exploitations d'étude décrites vis-à-vis diverses variables quantitatives de l'eau, du sol et de la production du palmier dattier. Le principe de l'ACP est d'exprimer l'information comme un nouvel ensemble des variables orthogonales nommé « composantes principales ». Elle représente le modèle de similitude des observations et des variables en les exposant sous formes de points sur le plan dans lequel il fait extraire l'information la plus importante de la table de données : simplifier la description de la base de données et analyser la structure des observations et des variables, en dégagant les meilleures observations (Abdi et Williams, 2010), voire les exploitations représentant les caractéristiques physico-chimiques améliorées de l'eau et du sol dégagant la meilleure qualité de la production.

#### **4.2.2. Classification Ascendante Hiérarchique CAH**

La CAH autorise à construire une hiérarchie entière des objets sous la forme d'un "arbre" dans un ordre ascendant (Boubou, 2007). Le recours à la CAH dans l'actuelle étude a permis de projeter une vision approximative concluante la similarité des observations (exploitations d'étude) sous forme de groupes homogènes. Elle a été réalisée sur un nombre de 42 variables au niveau de 5 exploitations. Le principe est de calculer la

dissimilarité entre les N objets et de trouver un assemblage optimal dans lequel les observations à l'intérieur de chaque regroupement sont similaires mais les regroupements seront dissemblables les uns des autres. La matrice de dissimilarité est calculée en utilisant la distance euclidienne et l'agrégation est basée sur la méthode de ward.

#### ***4.2.3. Analyse de la régression linéaire multiple***

L'analyse de la régression linéaire multiple a fait l'objet d'une étude sur la liaison des variables physico-chimiques de l'eau et du sol en fonction de la production du palmier dattier de Deglet-Nour. Elle a pris en considération le traitement d'un nombre de 21 variables considérées discriminantes de l'ACP : 13 variables explicatives (5 pour l'eau et 8 pour le sol) sur 8 variables dépendantes (production) dans 5 exploitations d'étude. Le principe de cette analyse est d'expliquer une variable quantitative y en fonction de p variables quantitatives x par une équation linéaire [6] ensuite prédire de nouvelles valeurs de y avec l'intervalle de confiance de nouveaux individus dont les valeurs sont connues (Veysseyre, 2006).

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p + \varepsilon \quad [6]$$

## Chapitre III

# Résultats et discussion

## 1. Analyse cartographique : Traitement des images satellitaires : Indice de végétation NDVI

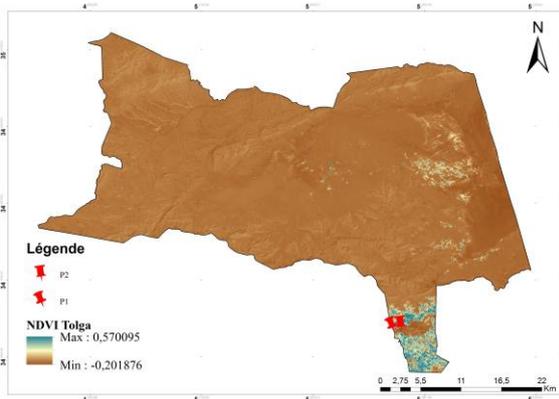
D'après les résultats de NDVI dans les exploitations d'étude, on remarque que la valeur moyenne de l'indice de végétation a varié entre 0,20 pour l'exploitation d'El Outaya et 0,36 pour l'exploitation de Doucen. Celle-ci est expliquée par les conditions favorables à l'activité chlorophyllienne dans cet environnement. Ce qui donne des fortes réflectances en proche infrarouge et des fortes absorptions dans le rouge et par la suite des grandes valeurs de NDVI. L'exploitation d'Ouled Djellel témoigne une valeur moyenne proche de celle de Doucen avec 0,32 et l'exploitation de Tolga témoigne une valeur moyenne proche de celle d'El Outaya avec 0,23 (tableau 15).

Alors, l'analyse de NDVI a révélé que tous les palmiers d'étude, à l'exception de ceux d'El Outaya, peuvent donner un coup productif car leur indice de végétation moyen est supérieur à 0,2 (Razagui et *al.*, 2014). Cependant, les palmiers des exploitations de Doucen et Ouled Djellel ont connu plus de vigueur que les autres.

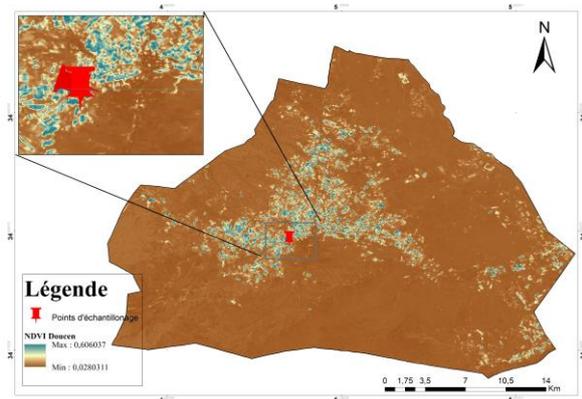
**Tableau 15 :** Résultats de l'indice de végétation (NDVI) dans les cinq exploitations

Exploitations	Palmiers		Moyenne
Tolga	P 3 : 0,22	P 4 : 0,25	0,235
Doucen	P 3 : 0,36	P 4 : 0,36	0,36
Ouled Djellel	P 3 : 0,33	P 4 : 0,32	0,325
Sidi Okba	P 3 : 0,29	P 5 : 0,27	0,28
El Outaya	P 2 : 0,22	P 4 : 0,19	0,205

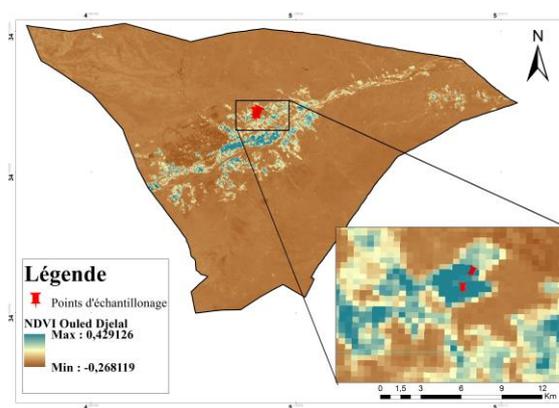
En généralisant les résultats de NDVI sur les communes d'étude (figures 19-23), on voit que les communes de Doucen, El Outaya, Tolga et Sidi Okba peuvent générer une bonne production dattière. La commune de Doucen a connu plus d'activité que les autres vu une valeur moyenne de NDVI calculée à 0,32 et une valeur maximale calculée à 0,61, suivie par la commune d'El Outaya avec une valeur moyenne de 0,19 et une valeur maximale de 0,61. La tendance vers l'augmentation du présent indice est traduite par la salinité basse dans cet environnement. Les communes de Tolga et Sidi Okba ont enregistré une valeur moyenne de 0,18 avec des valeurs maximales de 0,57 et 0,52 respectivement (tableau 16).



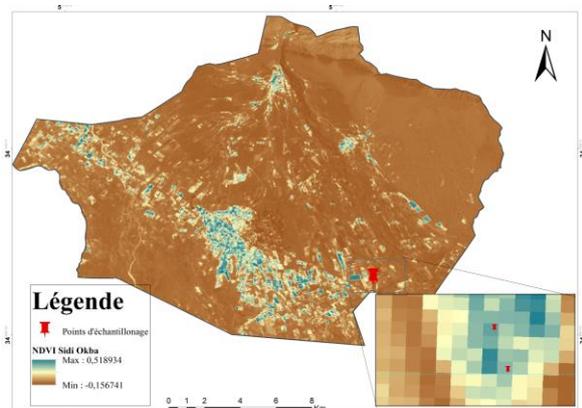
**Figure 19 : NDVI de Tolga**



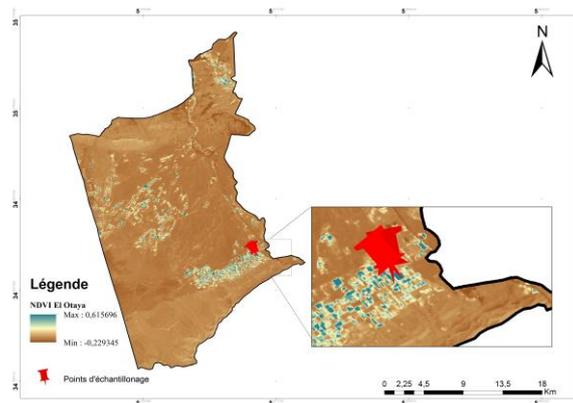
**Figure 20 : NDVI de Doucen**



**Figure 21 : NDVI d'Ouled Djellal**



**Figure 22 : NDVI de Sidi Okba**



**Figure 23 : NDVI d'El Outaya**

**Tableau 16 :** Résultats de l'indice de végétation (NDVI) pour les cinq communes d'étude

Exploitations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart type
Tolga	-0,20	0,57	0,18	0,54
Doucen	0,03	<b>0,61</b>	<b>0,32</b>	0,41
Ouled Djellel	<b>-0,27</b>	0,43	0,08	0,49
Sidi Okba	-0,16	0,52	0,18	0,48
El Outaya	<b>-0,23</b>	<b>0,61</b>	0,19	0,59

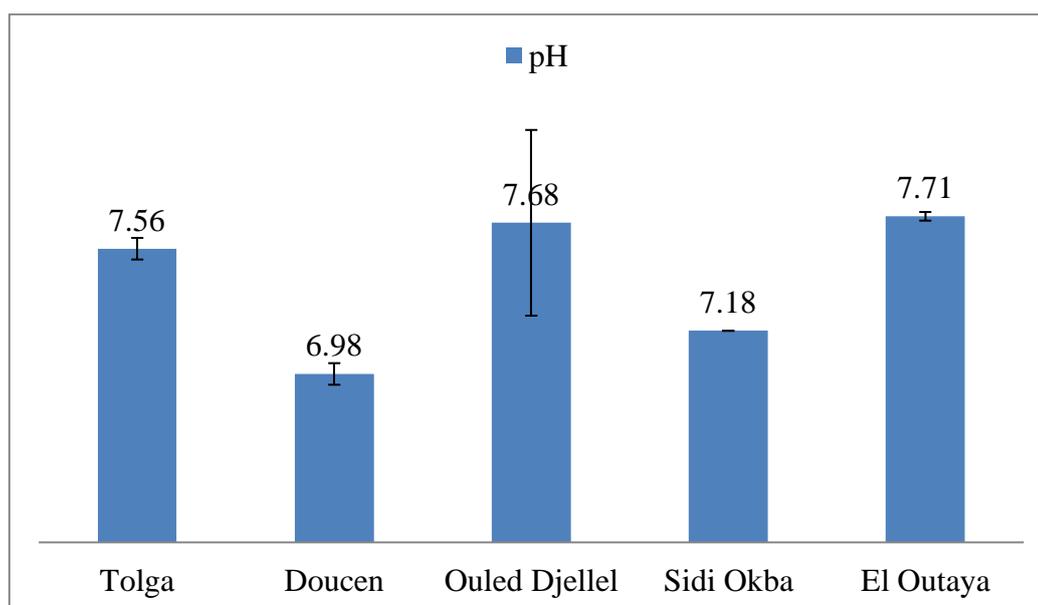
## 2. Analyse univariée : Description et évaluation de la qualité des eaux d'irrigation, des sols et de la production des cinq exploitations phoenicicoles

### 2.1. Caractéristiques chimiques des eaux d'irrigation

A travers les résultats descriptifs affichés dans les figures, il apparaît que les eaux d'irrigation se différencient entre les cinq exploitations d'étude (figures 24-29).

#### *pH*

Tous les échantillons d'eau sont situés dans la plage de pH normale (Ayers et Westcot, 1985). Il varie de 6,98 pour l'eau de l'exploitation de Doucen à 7,71 pour l'eau d'El Outaya (figure 24).

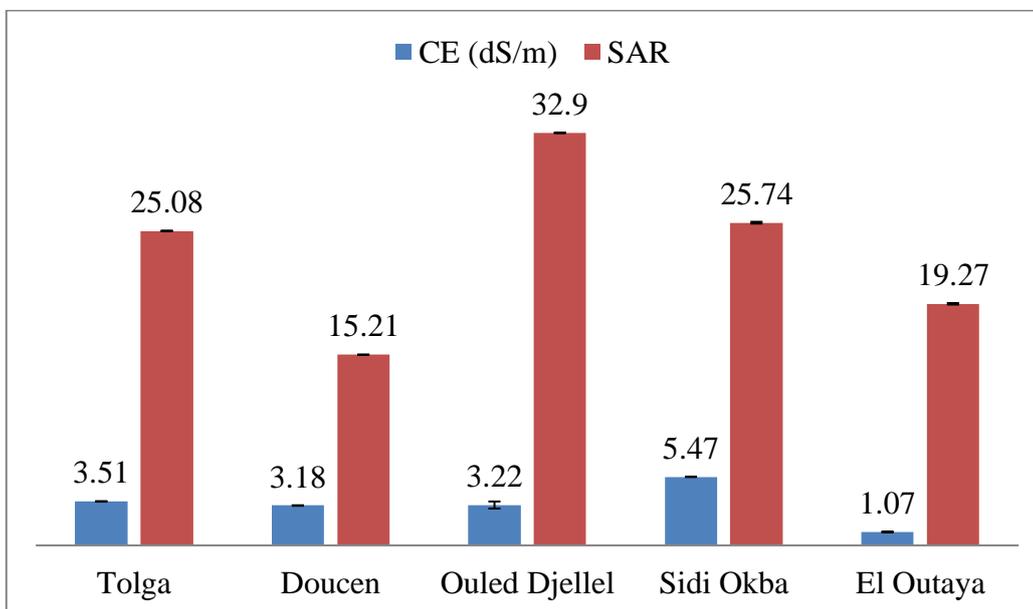


**Figure 24 :** Potentiel hydrogène d'eau d'irrigation des cinq exploitations

### Conductivité électrique et ration d'adsorption du sodium

Les eaux d'irrigation des exploitations de Sidi Okba, Tolga, Ouled Djellel et Doucen semblent être très salées (Ayers et Westcot, 1985) présentant des valeurs de conductivité électrique (CE) supérieures à 3 dS/m, avec 5,47, 3,51, 3,22 et 3,18 dS/m respectivement.

Cependant, ce haut degré de salinité ne pose aucun problème d'infiltration d'eau dans le sol pour Sidi Okba et Doucen tant qu'ils présentent un ratio d'adsorption du sodium SAR compris entre 20 et 40 : avec 25,74, 12 et 20 : avec 15,21 respectivement. Un risque d'alcalinisation moyen pourrait être eu dans les exploitations de Tolga avec un SAR de 25,08 et d'Ouled Djellel avec 32,90 (Ayers et Westcot, 1985). En revanche, l'eau d'irrigation d'El Outaya, qui se caractérise par une faible salinité de 1,07 dS/m, a connu un problème d'alcalinisation sévère en raison de la valeur du SAR estimée à 19,26 (figure 25).



**Figure 25 :** Conductivité électrique et taux d'adsorption du sodium d'eau d'irrigation des cinq exploitations

### Bilan ionique

La salinité est souvent induite par la nature de l'eau d'irrigation très chargée en sels. Le diagramme de Piper sur le bilan ionique a révélé que le type de salinité dominante soit chloruré et sulfaté calcique et magnésien pour les eaux de Tolga, Doucen, Sidi Okba et El Outaya et sulfaté pour l'eau d'Ouled Djellel (figure 26). En l'occurrence, l'eau de Sidi Okba a une tendance à être plus riche en chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) qui soit supérieur à 1063,5 mg/l avec 1122,58 mg/l (Ayers et Westcot, 1985) comme les eaux de Doucen, Tolga, Ouled Djellel, et Sidi Okba ont enregistré un niveau excessif de sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) qui soit supérieur

à 960 mg/l (Ayers et Westcot, 1985), la valeur la plus élevée rapportée à l'eau de Doucen avec 2152,72 mg/l (figure 27).

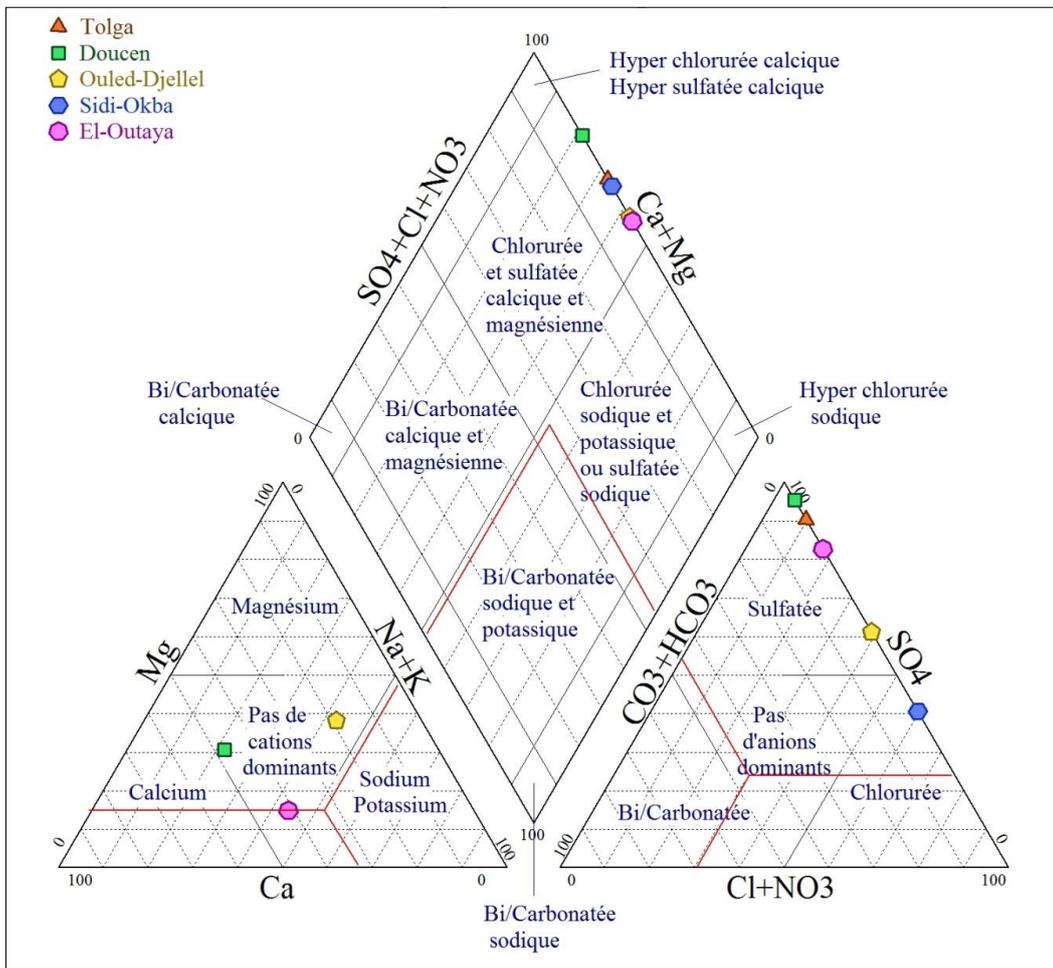


Figure 26 : Diagramme de Piper des eaux d'irrigation

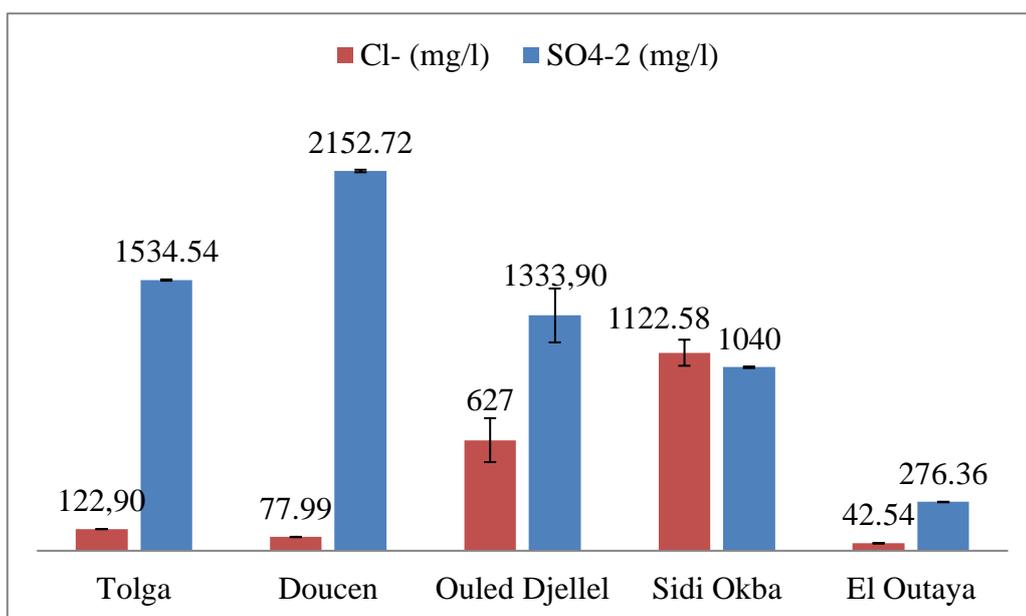


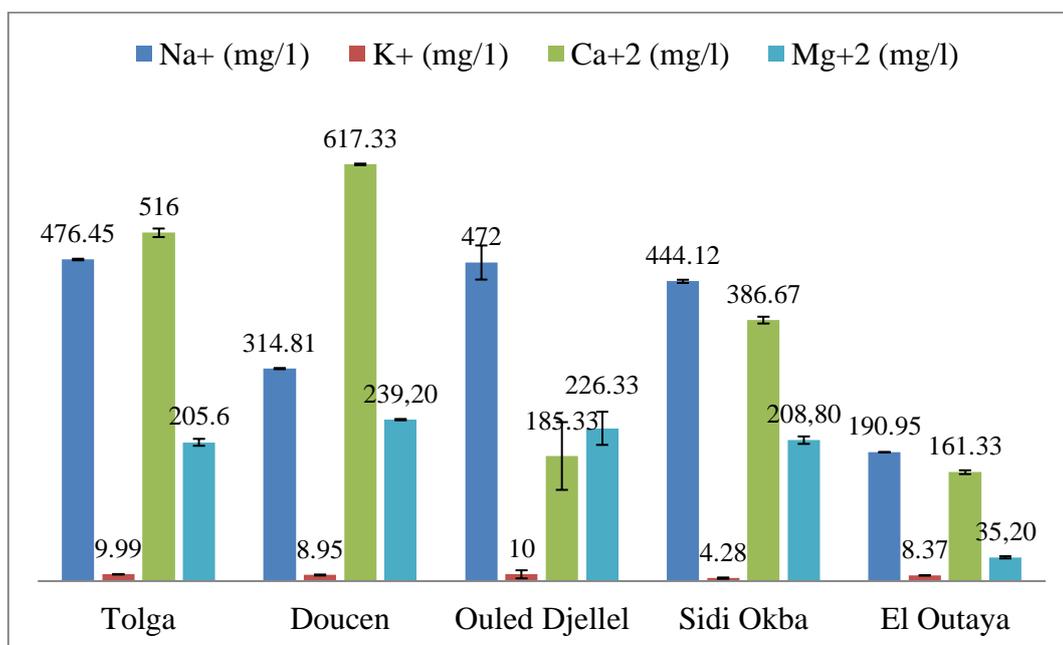
Figure 27 : Teneurs en sulfate et chlorure d'eau d'irrigation des cinq exploitations

Les eaux de Tolga, Ouled Djellel, Sidi Okba et Doucen sont caractérisées par des teneurs élevées en sodium ( $\text{Na}^+$ ) (figure 28) mais elles restent acceptables tant qu'elles soient inférieures à 920 mg/l (Ayers et Westcot, 1985).

Toutes les eaux des exploitations d'étude sont marquées d'un niveau excessif de potassium ( $\text{K}^+$ ) tant qu'il soit supérieur à 2 mg/l (Ayers et Westcot, 1985), la valeur la plus élevée rend à l'eau d'Ouled Djellel avec 10 mg/l (figure 28).

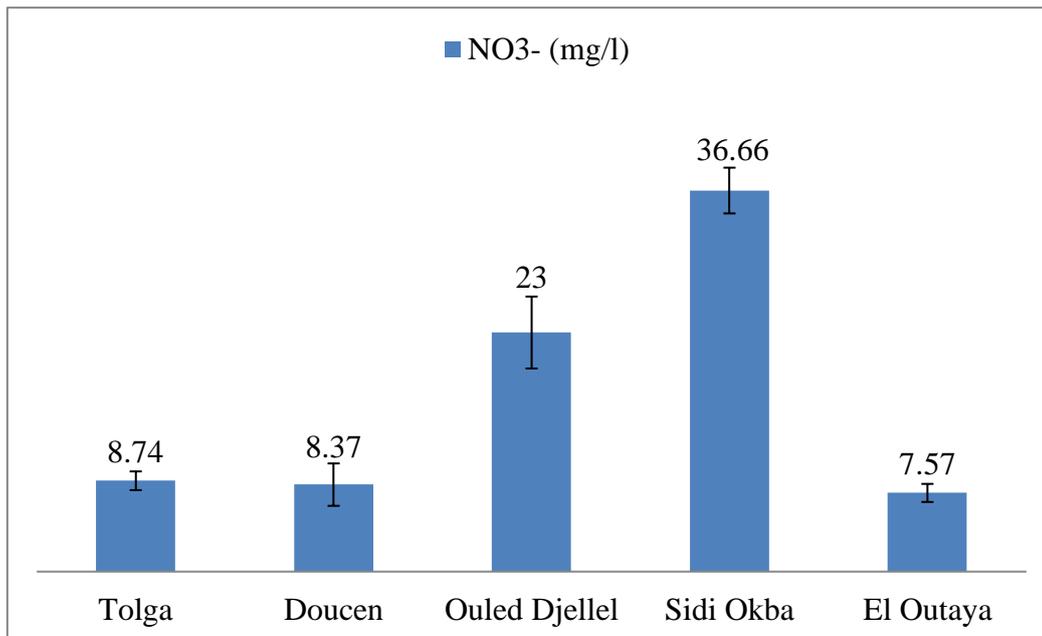
Les eaux de Doucen et Tolga ont enregistré un excès de calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) tant qu'il soit supérieur à 400 mg/l (Ayers et Westcot, 1985), la valeur la plus élevée est enregistrée chez l'eau de Doucen avec 617,33 mg/l (figure 28).

Les eaux de Doucen, Ouled Djellel, Sidi Okba et Tolga ont témoigné un excès de magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) qui soit supérieur à 60 mg/l (Ayers et Westcot, 1985), la valeur la plus élevée rend à l'eau de Doucen avec 239,20 mg/l (figure 28).



**Figure 28 :** Teneurs en cations d'eau d'irrigation des cinq exploitations

Les eaux de Sidi Okba et Ouled Djellel ont présenté des valeurs élevées de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Elles sont supérieures à 10 mg/l, estimées à 36,66 mg/l et 23 mg/l respectivement (figure 29). Celles-ci sont un indicateur de légère toxicité issue de l'application des fertilisants sous un système d'irrigation de surface (Ayers et Westcot, 1985).



**Figure 29** : Teneurs en nitrate d'eau d'irrigation des cinq exploitations

### **Conclusion**

La description standardisée des eaux d'irrigation des exploitations d'étude a révélé que la majorité des caractéristiques de toutes les eaux souterraines exploitées ne correspond pas aux normes internationales. Toutefois, l'interaction entre la conductivité électrique et le ratio d'adsorption du sodium a donné une marge de tolérance dans l'utilisation des eaux de Doucen et Sidi Okba, et le cas des eaux de Tolga et Ouled Djellel avec un degré léger de restriction.

## **2.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols**

Les résultats des caractéristiques des sols ont témoigné une variabilité assez importante entre les exploitations d'étude surtout dans le volet chimique.

### **2.2.1. Caractéristiques physiques**

#### *Texture*

D'après la projection des résultats de l'analyse granulométrique des échantillons des sols (tableau 17) sur le triangle textural des sols (Mathieu et Pieltain, 1998), on peut regrouper les sols des exploitations de Tolga, Doucen et El Outaya dans le type limono-argileux et les sols des exploitations d'Ouled Djellel et Sidi Okba dans le type limoneux. L'abondance de l'argile permet aux sols du premier type de bénéficier d'éléments minéraux en plus (Gardner, 1999 et Epstein, 2005 in Freschet et *al.*, 2018).

**Tableau 17** : Granulométrie du sol des cinq exploitations (moyennes et écarts types)

Sol	Argile (%)	Limon (%)	Sable (%)
Tolga	33,33 ± 2,89	57,27 ± 1,50	9,40 ± 1,39
Doucen	30,00 ± 0,00	52,83 ± 2,00	17,17 ± 2,00
Ouled Djellel	19,80 ± 3,29	34,13 ± 2,29	46,07 ± 1,29
Sidi Okba	23,96 ± 3,34	34,20 ± 8,75	41,84 ± 5,72
El Outaya	32,57 ± 1,21	58,40 ± 1,45	9,03 ± 0,55

### 2.2.2. Caractéristiques chimiques

#### *Gypse*

Le sol de Tolga est le plus chargé en gypse, estimé à 71,70%. Van Alphen et De los Ríos Romero (1971) expliquent cela à l'évaporation des niveaux élevés de sulfate des eaux souterraines, ce qui contribue à sa formation ; suivi par les sols de Doucen et Ouled Djellel avec des taux de gypse de 14,10% et 12,20% respectivement. Selon les mêmes auteurs, ces contenus de gypse ont peu ou pas d'effet sur la culture tant qu'ils ne dépassent pas 25%. Les sols d'El Outaya et Sidi Okba contiennent les valeurs les plus basses (figure 30).

Suivant Lee et *al.* (2004), le gypse favorise une série de changements dans le sol : une réduction légère du pH qui peut atteindre 7,86 dans le sol de Tolga (figure 31), aussi une élévation de la conductivité électrique du sol (CE) jusqu'à 2,99 dS/m (figure 32) et la disponibilité du sol en calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) avec des niveaux élevés 616,73 mg/l (tableau 18).

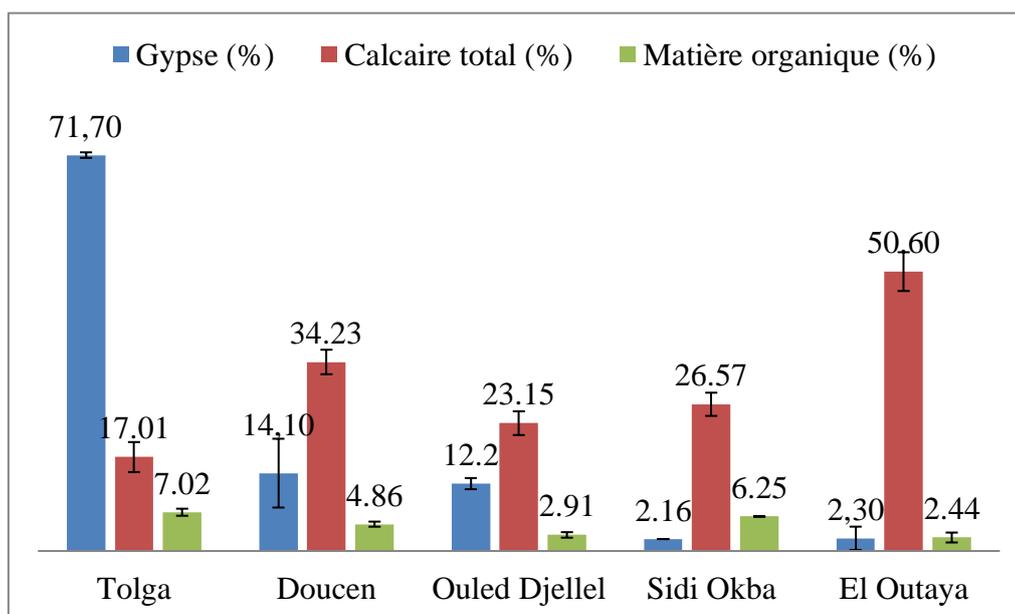
#### *Calcaire total*

D'après la classification des sols calcaires de Baize (1988), le sol d'El Outaya semble être très fortement calcaire, 50,60%, dont le calcaire actif est faible estimé à 12,75%, suivi par les sols de Doucen et Sidi Okba qui sont fortement calcaires avec des taux de calcaire total estimés à 34,23% et 26,57% respectivement. Les exploitations d'Ouled Djellel et Tolga contiennent des sols modérément calcaires avec 23,15% et 17,01% respectivement (figure 30). Celui-ci présente un taux élevé de calcaire actif, estimé à 42% pouvant provoquer un déséquilibre nutritionnel en plus un risque de chlorose ferrique devient très important surtout lorsque la teneur a dépassé 10% (Soltner, 2005b).

#### *Matière organique*

Les sols de Tolga, Sidi Okba et Doucen ont exhibé des taux de matière organique supérieurs à 3%, alors ils sont plus fertiles (Hazelton et Murphy, 2007). Le maximum est

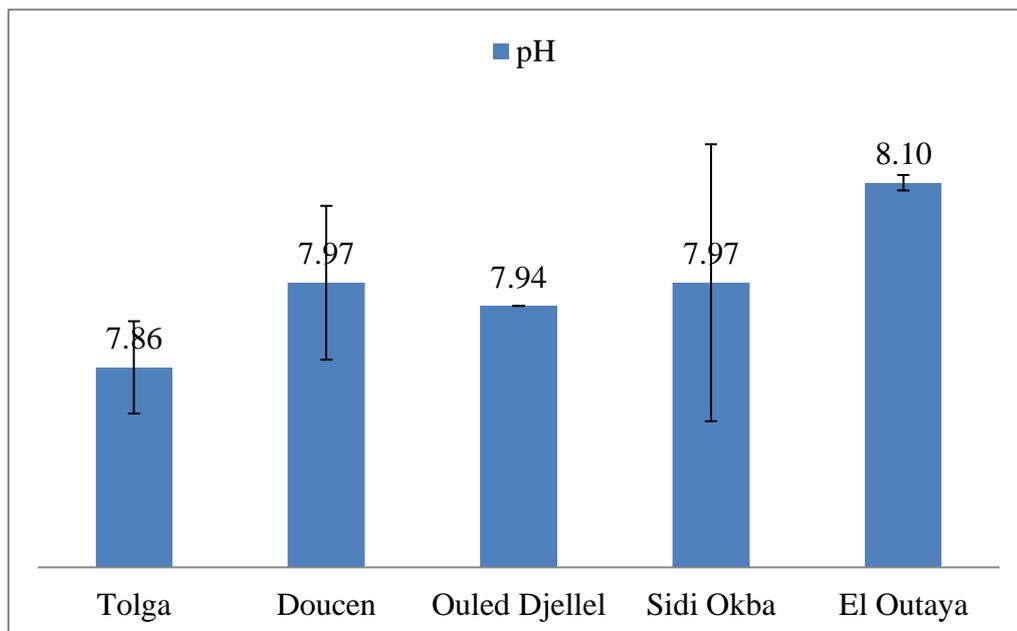
marqué dans l'exploitation de Tolga avec 7,02%, indicateur de bonne réception de fertilisants (organique et chimique). L'amendement dans le cas de cette exploitation est efficace pour diminuer le risque de salinisation élevée (Mlih et *al.*, 2015). Le sol de Sidi Okba a enregistré une valeur proche, avec 6,25%, suivi par Doucen avec que 4,86%, justifiée par le laps de temps après l'apport d'engrais. Cependant, les sols d'Ouled Djellel et El Outaya apparaissent moyennement riches tant que leurs taux en matière organique sont inférieurs à 3% (figure 30).



**Figure 30 :** Composés chimiques des sols des cinq exploitations

#### *Potentiel hydrogène*

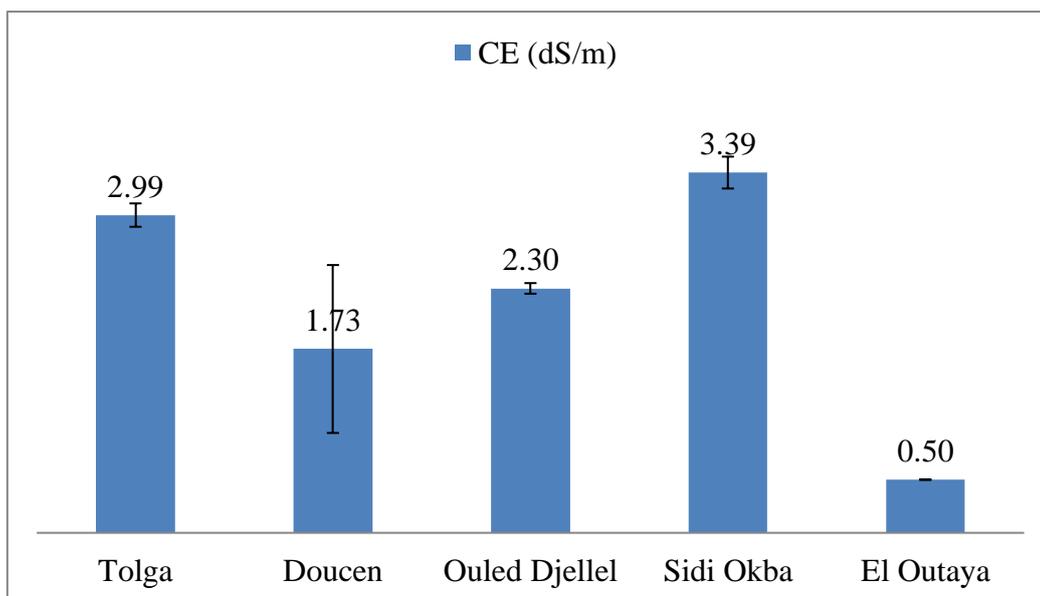
Les sols des exploitations d'étude sont caractérisés d'un pH entre neutre et légèrement alcalin. Il est entre 7,86 pour l'exploitation de Tolga et 8,10 pour l'exploitation d'El Outaya (Servant, 1971 in Baize, 2000). Lorsque le pH est supérieur à 7, un phénomène de blocage est prévisible, particulièrement pour le phosphore, le fer, le manganèse et le bore (Soltner, 2005a).



**Figure 31 :** Potentiel hydrogène des sols des cinq exploitations

#### *Conductivité électrique*

La conductivité électrique des sols des exploitations étudiées varient entre 0,5 et 3,39 dS/m. La salinité est quasi inexistante dans les sols d'El Outaya et Doucen tant que leurs valeurs de CE soient inférieures à 2 dS/m (Aubert, 1978). Cependant ceux de Sidi Okba, Tolga et Ouled Djellel sont légèrement salés, leurs CE entre 2 et 4 dS/m. Il apparaît bien qu'ils sont affectés par la salinité des eaux d'irrigation.



**Figure 32 :** Conductivité électrique des sols des cinq exploitations

### Bilan ionique

La figure 33 a indiqué que le faciès chimique dominant des sols de Tolga et Doucen est hyper sulfaté calcique où les teneurs élevées en sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) sont enregistrées dans le sol de Tolga avec 1453 mg/l et 616,73 mg/l respectivement (tableau). La forte présence de sulfate et de calcium dans le sol peut être expliquée par sa provenance qui rend principalement de gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), du calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ) et d'anhydrite ( $\text{CaSO}_4$ ) et induite par la solubilité du sulfate de calcium de la nappe phréatique dans le sol (Bakalowicz, 1976). Le faciès chimique dominant des sols d'Ouled Djellel, Sidi Okba et El Outaya est chloruré et sulfaté calcique et magnésien où la forte présence de chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) se trouve dans le sol de Sidi Okba avec 460,38 mg/l, provenant de l'eau d'irrigation et expliquant la salinité élevée. Aussi une forte présence de potassium ( $\text{K}^+$ ) est marquée avec 14,56 mg/l. Le nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) a connu une augmentation jusqu'à 38,9 mg/l due au niveau élevé du nitrate d'eau (tableau 18).

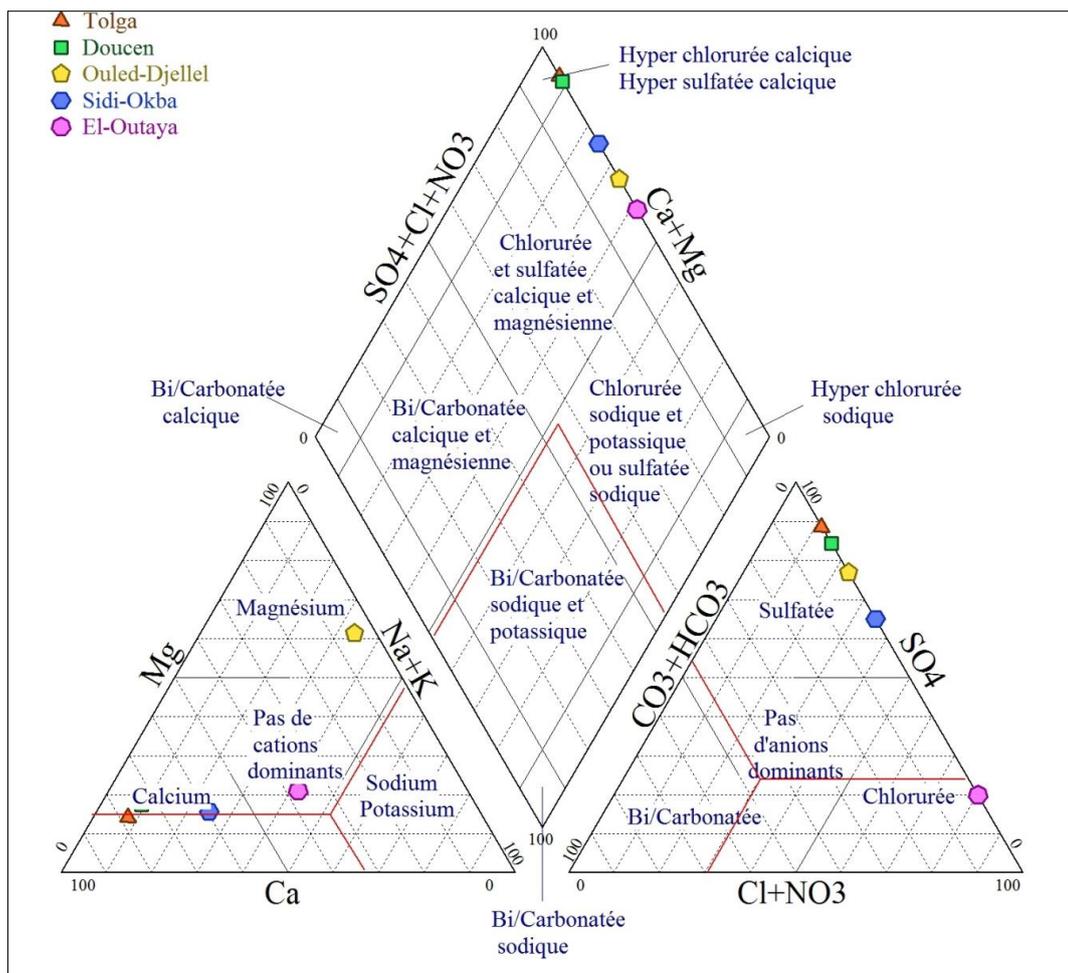


Figure 33 : Diagramme de Piper des solutions des sols

Le sol d'Ouled Djellel a témoigné des teneurs élevées en sodium ( $\text{Na}^+$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) avec 242,10 mg/l et 236,50 mg/l respectivement. L'existence des roches dolomitiques ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) dans cette région est la source principale du magnésium (tableau 18).

**Tableau 18** : Bilan ionique du sol des cinq exploitations (moyennes et écarts types)

Sol	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$
Tolga	66,76±6,90	5,76±3,07	616,73±16,40	67,31±17,02	1453±392,58	11,16±3,60	139,65±23,18
Doucen	40,05±5,68	12,98±2,86	345,48±177,20	49,47±18,86	887,41±495,81	9,26±3,39	122,11±20,16
Ouled Djellel	242,10±90,23	7,00±5,25	30±4,06	236,50±98,7	1005,78±101,2	24,50±6,20	222,11±19,57
Sidi Okba	220,42±127,96	14,56±8,67	479,67±171,79	76,08±43,61	1154,06±426,15	38,90±4,14	460,38±127,63
El Outaya	46,80±5,90	9,99±3,01	41,33±0,46	14±0,14	83,64±11,97	9,92±2,89	248,15±21,20

Eléments minéraux (mg/l)

### **Conclusion**

La description standardisée des sols des palmeraies d'étude a révélé que :

- ✚ la texture du sol ne peut pas poser une vraie contrainte à la disponibilité des éléments minéraux tant que les sols ont une texture limono-argileuse ou limoneuse ;
- ✚ la forte disponibilité du gypse peut avoir un effet positif dans le sol par le biais de la réduction du potentiel hydrogène et un effet négatif par l'excès de salinité et la libération du calcium et du sulfate en supplément ;
- ✚ l'excès du calcaire total, y compris le calcaire actif, présente un danger non négligeable pour le palmier dattier qui peut être corrigé par la fertilisation ;
- ✚ l'excès de salinité provoque une réduction en production qui peut être aussi corrigé par la fertilisation.

## 2.3. Caractéristiques des dattes

### 2.3.1. Caractéristiques phénotypiques

Au vu des résultats obtenus, des variations relativement notables sur l'ensemble de paramètres phénotypiques étudiés.

#### *Taille de la datte entière*

La taille est considérée comme une caractéristique d'appréciation de la qualité commerciale (Estanove in Dollé et Toutain, 1990). Les exploitations de Tolga et Doucen ont présenté les tailles les plus élevées des dattes. Selon les normes internationales d'I.P.G.R.I (2005), elles paraissent moyennes en longueur (4,1-5 cm). Cependant les dattes d'Ouled Djellel, El Outaya et Sidi Okba sont courtes (3-4 cm) (I.P.G.R.I, 2005). Les dattes des exploitations d'étude sont larges pour celles de Tolga et Doucen (2,1-3 cm), entre large et moyenne pour les dattes produites à Sidi Okba, suivies par les dattes d'Ouled Djellel et d'El Outaya qui sont moyennes (1-2 cm) (tableau 19). Cependant, au vu des normes internationales enregistrées par Meligi et *al.* (1982) et Mohammed et *al.* (1983), les exploitations de Tolga, Doucen et Sidi Okba produisent de dattes de bonne qualité (> 4 cm) et celles d'El Outaya et Ouled Djellel semblent acceptables (3,5-4 cm).

#### *Rapport de la longueur du noyau sur la datte*

Les rapports moyens de la longueur du noyau sur la datte entière sont compris entre 0,57 pour les dattes d'El Outaya et 0,66 pour les dattes de Doucen. Ces résultats se caractérisent par un rapport moyen, estimé entre 1/2 et 2/3, qui n'influent pas sur la taille des dattes. Les résultats du présent rapport sont conformes à ceux obtenus par Hannachi et *al.* (1998) et I.P.G.R.I (2005).

**Tableau 19 :** Caractéristiques biométriques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations (moyennes et écarts type)

	<b>Longueur de la datte (cm)</b>	<b>Largeur de la datte (cm)</b>	<b>Longueur (noyau/datte)</b>
Tolga	4,41 ± 0,24	2,27 ± 0,26	0,61 ± 0,04
Doucen	4,34 ± 0,30	2,16 ± 0,14	0,66 ± 0,42
Ouled Djellel	3,90 ± 0,29	1,90 ± 0,12	0,58 ± 0,05
Sidi Okba	4,03 ± 0,28	2,09 ± 0,18	0,62 ± 0,04
El Outaya	3,95 ± 0,16	1,78 ± 0,07	0,57 ± 0,03

### *Rendement*

La production moyenne des palmiers dattiers varie considérablement entre les exploitations d'étude. Elle oscille de 140 kg pour l'exploitation d'El Outaya à 264 kg pour l'exploitation de Tolga (tableau 20). Plusieurs facteurs inclus dans ces différences, ils sont représentés principalement par la fertilité du sol (Al-Djabouri et Zaïd, 2006).

### *Poids de la datte entière*

Le poids moyen des dattes des exploitations d'étude est variable de 7,57 g pour l'exploitation d'El Outaya à 13,02 g pour l'exploitation de Tolga. La majorité des dattes se caractérise par un poids élevé ( $> 8$  g), elles sont évaluées comme des dattes de bonne qualité à l'exception de celles de l'exploitation d'El Outaya qui sont moyennes (6 à 8 g) (Meligi et al., 1982 et Mohammed et al., 1983). Sachant que le poids moyen des dattes d'Ouled Djellel apparaît proche au poids des dattes d'El Outaya (tableau 20).

### *Rapport du poids du noyau sur la datte*

Les rapports du poids du noyau sur la datte se situent dans les fourchettes de 0,07 pour les dattes de Tolga et Doucen à 0,12 pour les dattes d'El Outaya. Les dattes des exploitations d'étude méritent être d'une qualité marchande car le dit rapport ne dépasse pas 10% (Munier, 1973) sauf les dattes d'El Outaya qui présentent un rapport plus élevé (tableau 20).

**Tableau 20 :** Caractéristiques pondérales des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations (moyennes et écarts type)

	<b>Rendement (kg/palmier)</b>	<b>Poids de la datte (g)</b>	<b>Poids (noyau/datte)</b>
Tolga	264 ± 9,25	13,02 ± 2,44	0,07 ± 0,02
Doucen	258 ± 5,43	12,78 ± 2,03	0,07 ± 0,01
Ouled Djellel	150 ± 14,14	8,25 ± 1,16	0,09 ± 0,02
Sidi Okba	200 ± 18,71	10,37 ± 1,51	0,10 ± 0,02
El Outaya	140 ± 17,68	7,57 ± 0,84	0,12 ± 0,02

### **2.3.2. Caractéristiques physico-chimiques**

Les résultats relatifs à l'analyse physico-chimique des dattes de différentes exploitations d'étude ont indiqué une variation pour la plupart des paramètres étudiés.

### *Teneur en eau*

Les dattes sont classées parmi les aliments à humidité intermédiaire (Giddey, 1982).

La teneur en eau de la partie comestible chez les dattes étudiées est comprise entre 21,64% pour l'exploitation d'Ouled Djellel et 34,18% pour l'exploitation de Sidi Okba (figure 34). Les normes apportées par Meligi et *al.* (1982), Mohammed et *al.* (1983) et Estanove in Dollé et Toutain (1990) ont montré que les dattes d'Ouled Djellel et El Outaya se caractérisent par des valeurs moyennes de teneurs en eau (ne dépassant pas 25%), ce qui correspond à sa bonne qualité pour la conservation. Cependant, les dattes des exploitations de Tolga et Doucen enregistrent des valeurs élevées mais elles sont acceptables pour la conservation (25-30%). Les dattes de Sidi Okba présentent une teneur en eau dépasse 30%. Celle-ci peut augmenter la probabilité de détérioration de la qualité des dattes à la conservation (Meligi et *al.*, 1982 ; Mohammed et *al.*, 1983 et Estanove in Dollé et Toutain, 1990).

#### *Potentiel Hydrogène*

Le pH est un paramètre qui détermine la qualité et la durée de vie de nourriture. Généralement, le potentiel hydrogène des dattes est compris entre 4,5 et 7,2 (Belguedj, 2002 et Al-Djabouri et Zaïd, 2006). Les valeurs de potentiel hydrogène des dattes étudiées oscillent dans la fourchette de 6,10 jusqu'à 6,72 (figure 34). Elles se caractérisent par une acidité neutre, avec des pH supérieurs à 5,8 (Meligi et *al.*, 1982 et Mohammed et *al.*, 1983). Les échantillons de dattes étudiés se prêtent à la conservation et sans risque de développement de levures ou moisissures.

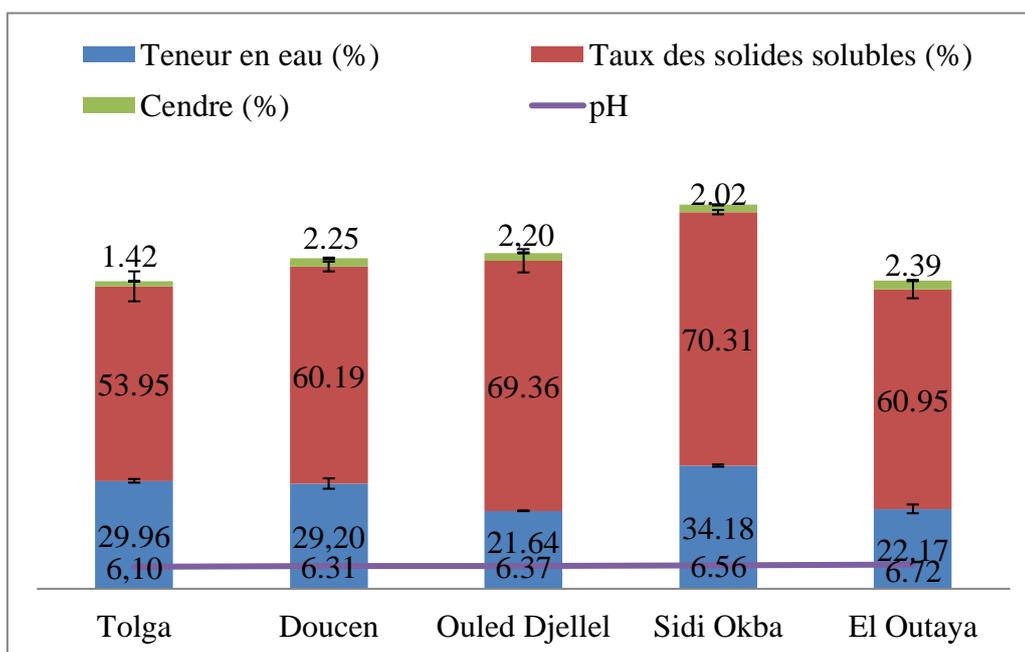
#### *Taux des solides solubles*

Les solides solubles représentent l'ensemble de tous les solides dissous dans l'eau incluant les sucres, les sels, les protéines et les acides (Linden, 1981). Les résultats obtenus ont indiqué que les dattes de Sidi Okba et Ouled Djellel se distinguent par des taux des solides solubles plus élevés avec 70,31% et 69,36% respectivement (figure 34). Ces valeurs sont proches de celles rapportées par Belguedj (2002) (71%). L'évolution de ces valeurs, renseigne de leur richesse en matière glucidique. Ces différences peuvent être justifiées par la variation du microclimat (effet d'ensoleillement) et la nature du sol (effet de fertilité en particulier) qui influent sur le processus de photosynthèse chez les parties photosynthétiques du palmier dattier, favorisant la fabrication par excès des sucres) (Al-Djabouri et Zaïd, 2006).

#### *Cendre*

La figure 34 a montré que la composition des dattes de Deglet-Nour en matière minérale totale est variable. A l'exception des dattes de Tolga, les dattes échantillonnées

sont riches en éléments minéraux, avec des teneurs en cendre supérieures à 2%. La valeur plus élevée est marquée chez les dattes d'El Outaya avec 2,39%. Husson (1933) et Perrot et Lecoq (1934) in Munier (1973) ont enregistré 1,15 à 1,90% de cendres pour les dattes de Tolga. Nos résultats dans l'exploitation de Tolga sont compris dans cet intervalle. El-Sohaimy et Hafez (2010) et Hasnaoui et *al.* (2011) ont noté des valeurs de cendres de 2,13% à 2,33% pour les autres variétés de dattes. Ces fluctuations dépendent principalement de la nature du sol (Acourène et *al.*, 2001).



**Figure 34 :** Caractéristiques physico-chimiques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations

### 2.3.3. Caractéristiques biochimiques

L'analyse biochimique a exhibé des différences entre les paramètres d'étude pour les dattes de différentes exploitations.

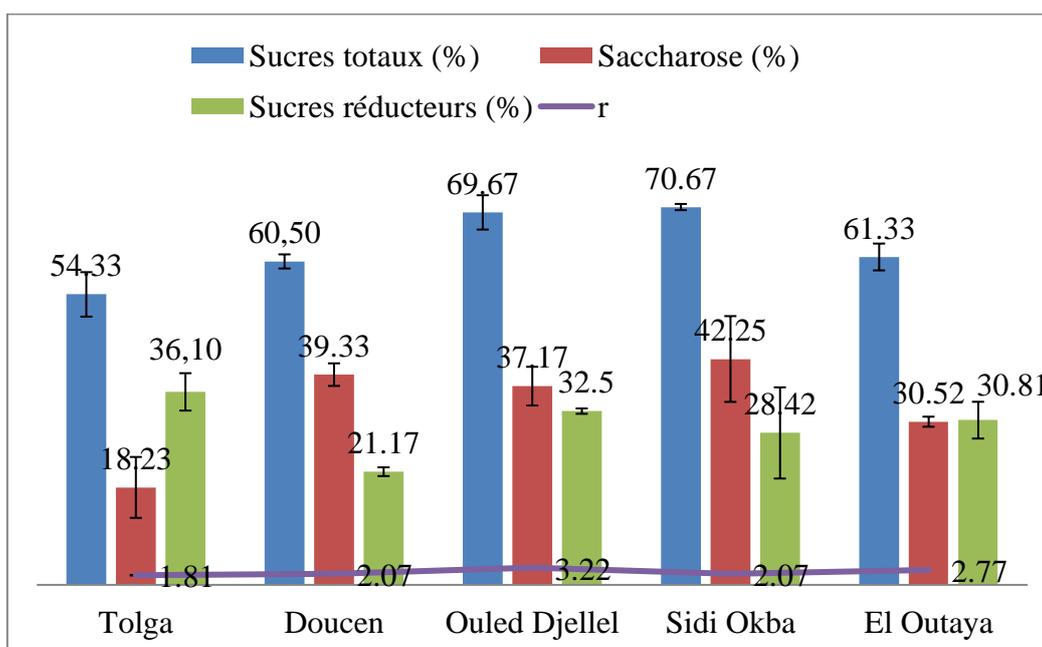
#### *Sucres totaux*

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. Ils sont présents sous deux formes : composé (saccharose) et réducteur (principalement le fructose et le glucose) (Al-Djabouri et Zaïd, 2006). D'après les normes signalées par Meligi et *al.* (1982) et Mohammed et *al.* (1983), il semble clair de distinguer les dattes de Sidi Okba de celles des autres exploitations phoenicicoles. Elles se spécifient de bon caractère car sa teneur moyenne en sucres totaux dépassent 70 dans 100 g de la pulpe, alors que les autres dattes présentent un caractère acceptable tant que leur teneur en sucres totaux soient entre 50 et 70% (figure 35). Les teneurs en sucres varient en fonction du climat et du stade de

maturation (Munier, 1973). Al-Djabouri et Zaïd (2006) ont proposé en plus la durée d'exposition au soleil, la disponibilité de l'eau et la fertilité des sols, qui peuvent influencer le niveau des sucres des fruits. Concernant le cas des dattes produites dans Sidi Okba, elles produisent plus de sucres car ses palmiers peuvent bénéficier de l'ensoleillement et suffisamment de fertilité qui stimulent le processus de photosynthèse ; responsable de la fabrication des sucres.

#### *Sucres réducteurs et non réducteurs*

Les teneurs en saccharose et en sucres réducteurs varient en fonction du cultivar et plus exactement de la consistance du fruit. Selon la littérature, la teneur en saccharose n'est pas stable chez les dattes demi-molles. Elle est en relation étroite avec l'activité de l'enzyme «invertase», responsable de l'hydrolyser en glucose et fructose, dans les conditions d'humidité des dattes et de température élevée (Al-Djabouri et Zaïd, 2006). Les dattes de l'exploitation de Sidi Okba sont effectivement classées parmi les dattes les plus riches en sucres, vu ses teneurs en sucres réducteurs qui sont entre 20 et 40% et en saccharose qui sont entre 40 et 65% (Estanove in Dollé et Toutain, 1990). Comme il est possible de classer les dattes de Doucen et Ouled Djellel, parmi les dattes de bonne qualité en sucres tant que leurs valeurs des sucres réducteurs soient incluses aux normes et celles du saccharose soient proches. Alors que, les dattes de Tolga et El Outaya se caractérisent par des teneurs en saccharose moins développées (10 et 35%), qui les rendent moins sucrées (Ashmawi et *al.*, 1956).



**Figure 35 :** Caractéristiques biochimiques des dattes de Deglet-Nour des cinq exploitations

## Conclusion

La description standardisée des dattes des palmeraies d'étude a révélé que les dattes de Tolga, Doucen et Sidi Okba se caractérisent de bonne qualité phénotypique alors que les dattes produites dans les exploitations d'Ouled Djellel, El Outaya et Doucen partagent de bonnes caractéristiques physico-chimiques aussi les dattes de Sidi Okba, Doucen et Ouled Djellel bénéficient de meilleures caractéristiques biochimiques.

## 3. Analyse multivariée

### 3.1. Analyse en Composantes Principales

L'Analyse en Composantes Principales ACP a montré une variation cumulée de 100% associée aux quatre axes. La représentation graphique de l'information est basée sur deux axes (1 et 2) expliquant 70,346% de la variabilité totale. Elle comprend la distribution de l'ensemble de variables (eau, sol et production) et d'observations (exploitations). La première composante principale (F1) explique 39,589% et la deuxième (F2) 30,757% de la variabilité totale (tableau 21).

**Tableau 21** : Valeurs propres et variabilités cumulées pour les quatre composantes principales

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Valeur propre	16,628	12,918	8,036	4,418
Variabilité (%)	39,589	30,757	19,134	10,520
Variabilité cumulée (%)	39,589	<b>70,346</b>	89,480	100,000

Cette analyse a montré un large spectre de variations entre les conditions de l'eau, du sol et de la production dont les cosinus carrés des variables et des observations choisis sont supérieurs à 0,60.

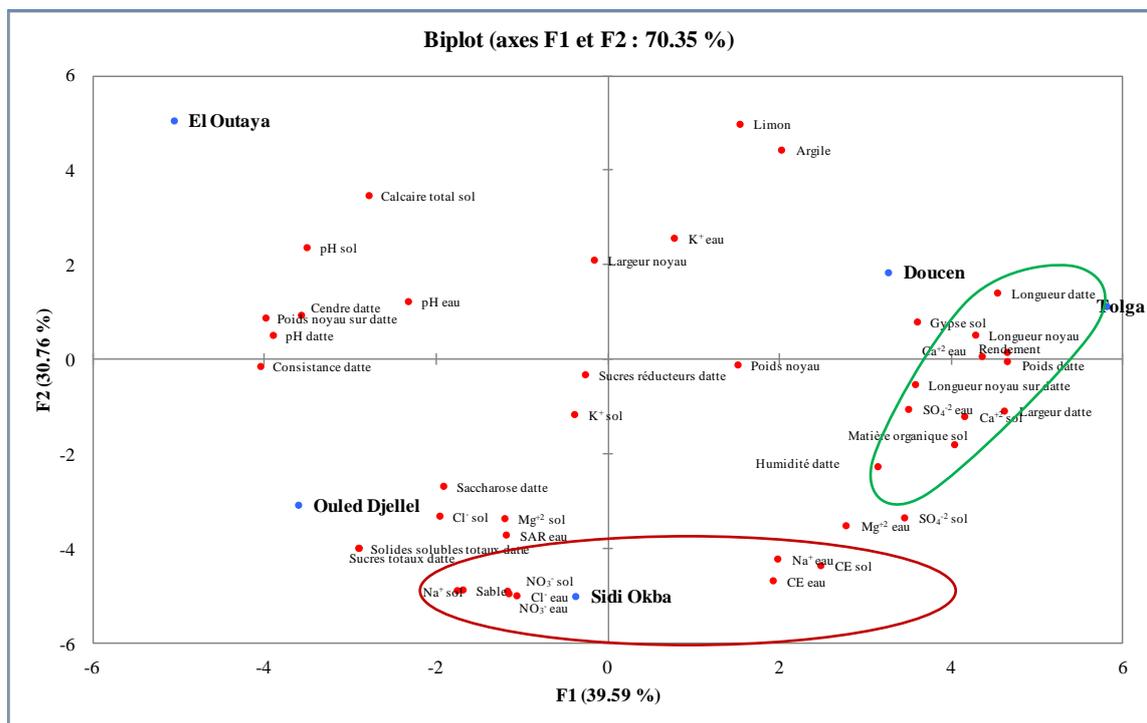
La lecture du même tableau a mis en évidence que :

- ✚ la composante principale F1 contribue principalement à la formation des caractéristiques phénotypiques et physico-chimiques de la production avec certaines variables chimiques relatives à l'eau et au sol : le rendement, la taille et le poids de la datte, les niveaux de calcium de l'eau et du sol et la matière organique, qui sont positivement corrélées entre elles formant un groupe homogène, s'opposent dans l'extrémité négative de l'axe aux rapports du poids du noyau sur la datte, de la consistance et du pH de la datte ;

- ✚ la composante principale F2 contribue souvent à la formation des variables physico-chimiques de l'eau et du sol : l'extrémité positive a distingué la texture du sol (le limon et l'argile) qui est corrélée négativement aux caractéristiques de l'eau : la conductivité électrique, les niveaux de sodium, chlorure, nitrate et du sol : le sable, la conductivité électrique et les niveaux du sodium et nitrate.

La projection des exploitations phoenicoles sur le plan 1-2 concerne celles de Tolga et Sidi Okba.

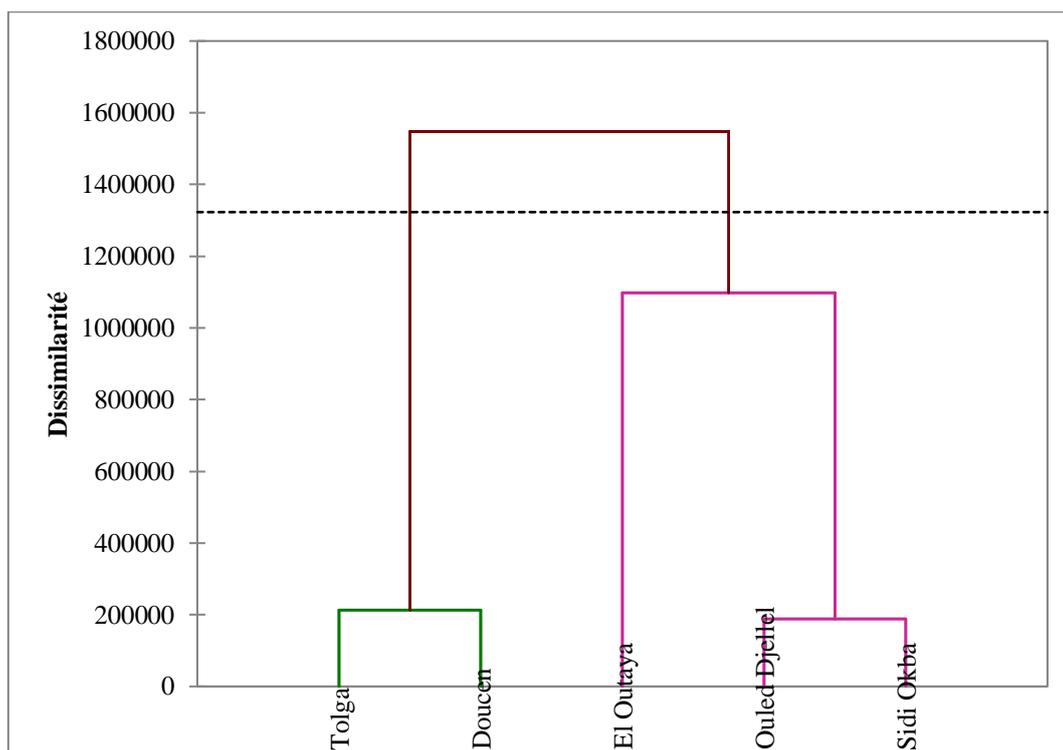
L'exploitation de Tolga est répartie dans l'extrémité positive de l'axe 1 se distinguant par des caractéristiques phénotypiques de la production : le rendement, la taille et le poids de la datte et des caractéristiques chimiques de l'eau et du sol : le calcium et la matière organique alors que l'exploitation de Sidi Okba se localise dans l'extrémité négative de l'axe 2 ayant des caractéristiques chimiques de l'eau : la conductivité électrique, les niveaux de sodium, chlorure, nitrate, et des caractéristiques physico-chimiques du sol : le sable, la conductivité électrique et les niveaux de sodium et nitrate (figure 36).



**Figure 36 :** Projection des caractéristiques de l'eau et du sol des exploitations par rapport à des caractéristiques de la production

### 3.2. Classification Ascendante Hiérarchique

La Classification Ascendante Hiérarchique CAH a généré un dendrogramme regroupant les exploitations d'étude en deux principaux groupes où le niveau de dissimilarité a varié de 1322816,483 à 1547838. Le premier cluster a renfermé les exploitations de Tolga et Doucen qui se ressemblent plus. Le deuxième cluster a englobé les exploitations d'Ouled Djellel et de Sidi Okba qui sont très proches et sont assez proches à l'exploitation d'El Outaya (figure 37).



**Figure 37 :** Dendrogramme des exploitations phoencicoles basées sur les caractéristiques hydriques, édaphiques et productives

### Conclusion

Comme récapitulatif de l'utilisation de l'analyse multidisciplinaire descriptive :

- ✚ l'exploitation de Doucen peut partager les mêmes caractéristiques projetées par l'ACP sur l'exploitation de Tolga (les caractéristiques phénotypiques de la production : le rendement, la taille et le poids de la datte ; les caractéristiques chimiques de l'eau : le calcium, et du sol : le calcium et la matière organique) ;
- ✚ l'exploitation de Sidi Okba peut partager les mêmes caractéristiques projetées par l'ACP sur l'exploitation d'Ouled Djellel (les caractéristiques chimiques de l'eau : la conductivité électrique, le sodium, le chlorure, le nitrate, et les caractéristiques

physico-chimiques du sol : le sable, la conductivité électrique, le sodium et le nitrate) ;

- ✚ L'exploitation d'El Outaya peut présenter des caractéristiques plus ou moins ressemblant à celles d'Ouled Djellel et Sidi Okba.

### 3.3. Régression linéaire multiple

L'analyse de la régression linéaire multiple est effectuée sur un nombre de 21 variables : 13 variables explicatives (eau et sol) et 8 variables dépendantes (production).

#### *Rendement*

L'analyse de la régression multiple a illustré une forte corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : le rendement car  $R^2=0,998$  (annexe 1).

Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « rendement » (tableau 22). L'intervalle de confiance confirme cette différence du moment que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0. Seulement la variable limon présente un coefficient nul, ce qui rapporte à l'égalité de ses moyennes (annexe 2).

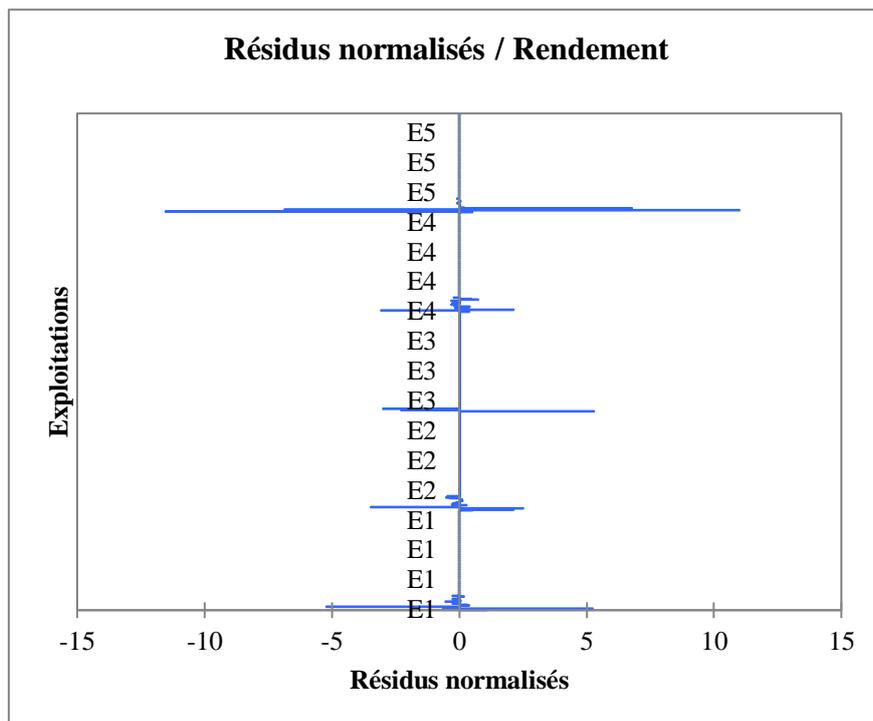
<b>Tableau 22 : Analyse de la variance (Rendement)</b>					
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	1354641,354	112886,780	23015,494	< <b>0,0001</b>
Erreur	487	2388,646	4,905		
Total corrigé	499	1357030,000			

Les caractéristiques de l'eau représentées par la conductivité électrique et les teneurs en sodium et nitrate et la texture du sol (limon et sable) ont un effet entre significatif et très hautement significatif sur le rendement (tableau 23). L'annexe 3 indique que les mêmes caractères sont considérés comme facteurs significatifs contrôlant le rendement. Ces résultats concordent bien avec la bibliographie d'un côté : Munier (1973) a mentionné que la salinité de l'eau est considérée comme un phénomène majeur de la diminution du rendement : l'excès de sels gêne la perméabilité de l'eau dans le sol et par la suite son absorption par le palmier dattier. En outre, le nitrate dans l'eau est un signe de surexploitation de fertilisants en fonction du type d'irrigation (Drouiche et *al.*, 2013). D'un autre côté, Munier (1973) et Al-Djabouri et Zaïd (2006) ont indiqué qu'un sol léger de

nature limono-argileuse peut jouer un rôle primordial dans l'amélioration de la production. Ces conditions de dégradation du rendement correspondent aux exploitations de Sidi Okba et Doucen qui présentent une salinité d'eau élevée et une texture limoneuse et limono-argileuse respectivement. Les exploitations d'El Outaya et Ouled Djellel sont soumises à des conditions plus dures (manque de fertilisation) (figure 38).

**Tableau 23** : Analyse des sommes des carrés Type III (Rendement)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	237,682	237,682	48,459	< <b>0,0001</b>
Na <sup>+</sup> eau	1	29,833	29,833	6,082	<b>0,014</b>
Ca <sup>+2</sup> eau	1	2,516	2,516	0,513	0,474
Cl <sup>-</sup> eau	1	1,481	1,481	0,302	0,583
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	54,429	54,429	11,097	<b>0,001</b>
Limon sol	1	1111,423	1111,423	226,598	< <b>0,0001</b>
Sable sol	1	488,393	488,393	99,574	< <b>0,0001</b>
CE sol	1	0,216	0,216	0,044	0,834
Na <sup>+</sup> sol	1	1,644	1,644	0,335	0,563
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,316	0,316	0,065	0,800
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	14,650	14,650	2,987	0,085
MO sol	1	1,629	1,629	0,332	0,565



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 38** : Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le rendement des cinq exploitations

#### *Longueur de la datte*

L'analyse de la régression multiple a illustré une corrélation assez forte entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : la longueur de la datte car  $R^2=0,664$  (annexe 4).

Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « longueur de la datte » (tableau 24). L'intervalle de confiance confirme cette différence du moment que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 5).

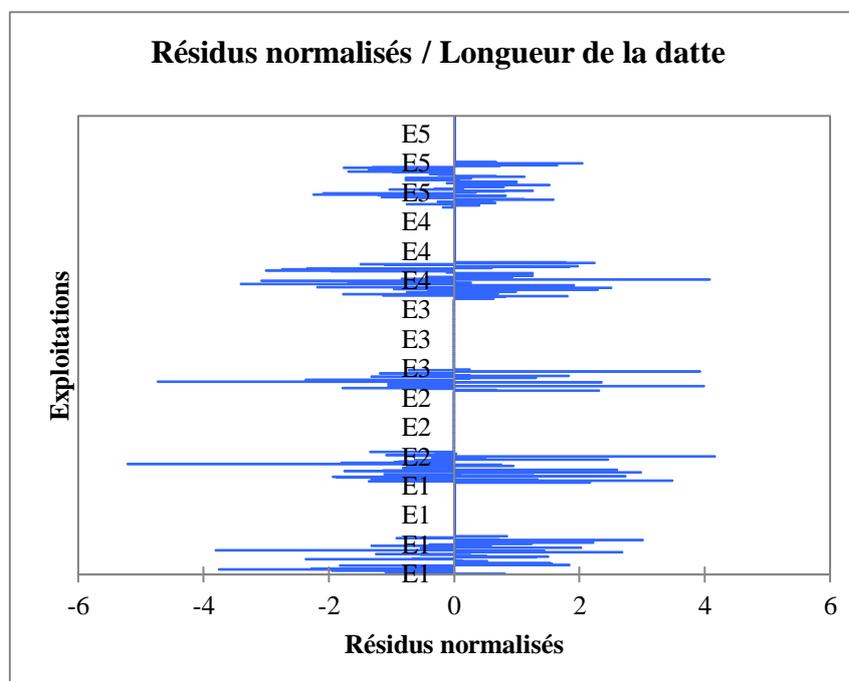
<b>Tableau 24</b> : Analyse de la variance (Longueur de la datte)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	22,402	1,867	80,331	< <b>0,0001</b>
Erreur	487	11,318	0,023		
Total corrigé	499	33,720			

Cette analyse a montré qu'il n'existe pas un effet significatif des caractéristiques de l'eau et du sol sur la longueur de la datte (tableau 27). L'annexe 6 indique la même

signification. Il apparaît que la différence significative pour la longueur de la datte rapporte à d'autres facteurs pour la majorité des exploitations (figure 39).

**Tableau 25** : Analyse des sommes des carrés Type III (Longueur de la datte)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,012	0,012	0,502	0,479
Na <sup>+</sup> eau	1	0,001	0,001	0,034	0,854
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,003	0,003	0,130	0,718
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,090	0,090	3,856	0,050
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,016	0,016	0,692	0,406
Limon sol	1	0,002	0,002	0,090	0,765
Sable sol	1	0,012	0,012	0,504	0,478
CE sol	1	0,040	0,040	1,711	0,192
Na <sup>+</sup> sol	1	0,000	0,000	0,014	0,906
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,012	0,012	0,512	0,475
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,019	0,019	0,815	0,367
MO sol	1	0,029	0,029	1,248	0,264



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 39** : Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la longueur de la datte des cinq exploitations

### *Largeur de la datte*

L'analyse de la régression multiple a illustré une corrélation assez forte entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : la largeur de la datte car  $R^2=0,756$  (annexe 7).

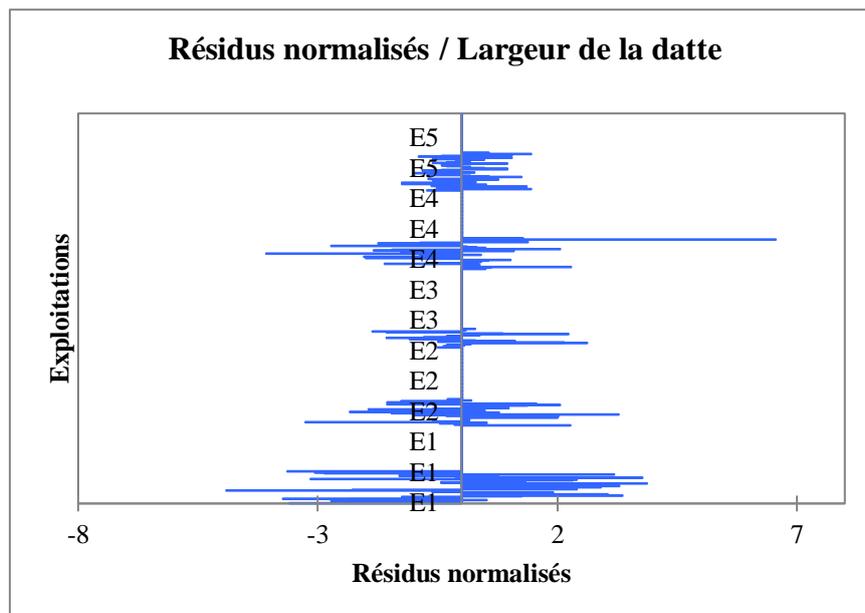
Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « largeur de la datte » (tableau 26). L'intervalle de confiance confirme cette différence parce que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 8).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	15,793	1,316	125,412	< <b>0,0001</b>
Erreur	487	5,111	0,010		
Total corrigé	499	20,904			

Cette analyse a montré qu'il n'existe pas un effet significatif des caractéristiques de l'eau et du sol sur la largeur de la datte (tableau 27). L'annexe 9 indique la même signification. Il apparaît que la différence significative pour la largeur de la datte rapporte à d'autres facteurs. Cela est marqué principalement pour les exploitations de Sidi Okba et Tolga (figure 40).

**Tableau 27 : Analyse des sommes des carrés Type III (Largeur de la datte)**

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,009	0,009	0,870	0,351
Na <sup>+</sup> eau	1	0,000	0,000	0,029	0,864
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,006	0,006	0,547	0,460
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,001	0,001	0,096	0,756
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,001	0,001	0,053	0,818
Limon sol	1	0,039	0,039	3,686	0,055
Sable sol	1	0,039	0,039	3,681	0,056
CE sol	1	0,005	0,005	0,505	0,478
Na <sup>+</sup> sol	1	0,004	0,004	0,379	0,539
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,006	0,006	0,581	0,446
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,021	0,021	1,970	0,161
MO sol	1	0,007	0,007	0,640	0,424



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 40 :** Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la largeur de la datte des cinq exploitations

#### *Poids de la datte*

L'analyse de la régression multiple a illustré une forte corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : le poids de la datte car  $R^2=0,829$  (annexe 10).

Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « poids de la datte » (tableau 28). L'intervalle de confiance confirme cette différence du moment que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 11).

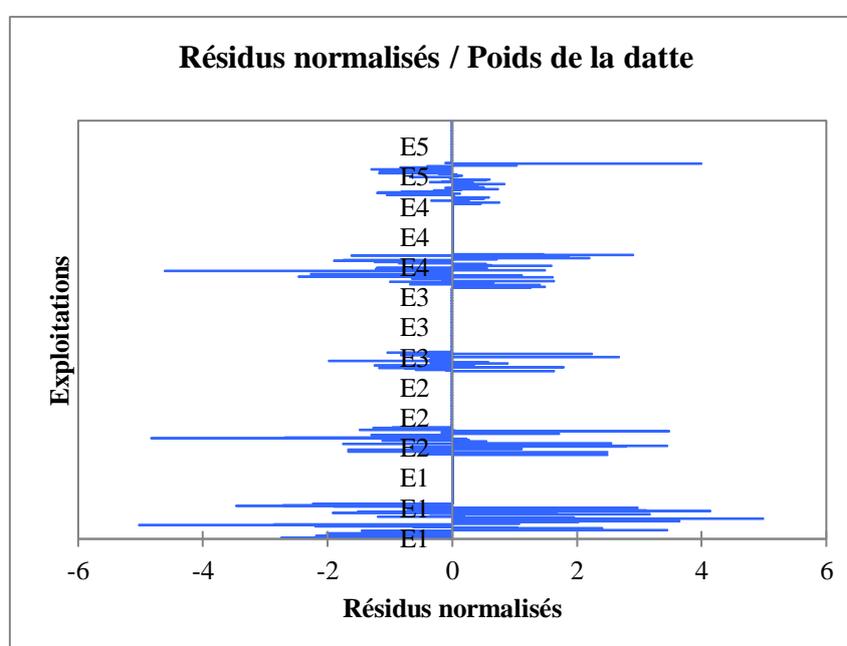
<b>Tableau 28 :</b> Analyse de la variance (Poids de la datte)					
Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	2531,771	210,981	197,069	< 0,0001
Erreur	487	521,379	1,071		
Total corrigé	499	3053,151			

La teneur en calcium du sol présente un effet très hautement significatif sur le poids de la datte (tableau 29). L'annexe 12 indique que le même caractère considéré comme facteur significatif contrôlant le poids de la datte. Akanza et N'Da (2018) ont cité que le niveau faible de calcium dans la solution du sol provoque la médiocrité du rendement et

par la suite la réduction du fruit. Ces résultats du poids sont conformes aux dattes d'Ouled Djellel dont leur exploitation a présenté des quantités insuffisantes en calcium comme il existe d'autres facteurs influant sur le présent caractère particulièrement dans les autres exploitations (figure 41).

**Tableau 29** : Analyse des sommes des carrés Type III (Poids de la datte)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,309	0,309	0,289	0,591
Na <sup>+</sup> eau	1	0,583	0,583	0,545	0,461
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,063	0,063	0,059	0,809
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,714	0,714	0,667	0,415
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,175	0,175	0,163	0,687
Limon sol	1	0,300	0,300	0,281	0,597
Sable sol	1	2,210	2,210	2,065	0,151
CE sol	1	0,156	0,156	0,145	0,703
Na <sup>+</sup> sol	1	0,686	0,686	0,641	0,424
Ca <sup>+2</sup> sol	1	9,895	9,895	9,243	<b>0,002</b>
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,005	0,005	0,004	0,947
MO sol	1	0,000	0,000	0,000	0,987



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 41** : Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le poids de la datte des cinq exploitations

### *Longueur du noyau*

Il n'existe quasiment aucune corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : la longueur du noyau car  $R^2=0,277$  (annexe 13). De ce fait, on peut déceler que ce modèle n'est pas intéressant.

### *Poids du noyau sur la datte*

L'analyse de la régression multiple a illustré une forte corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : le poids du noyau sur la datte car  $R^2=0,764$  (annexe 14).

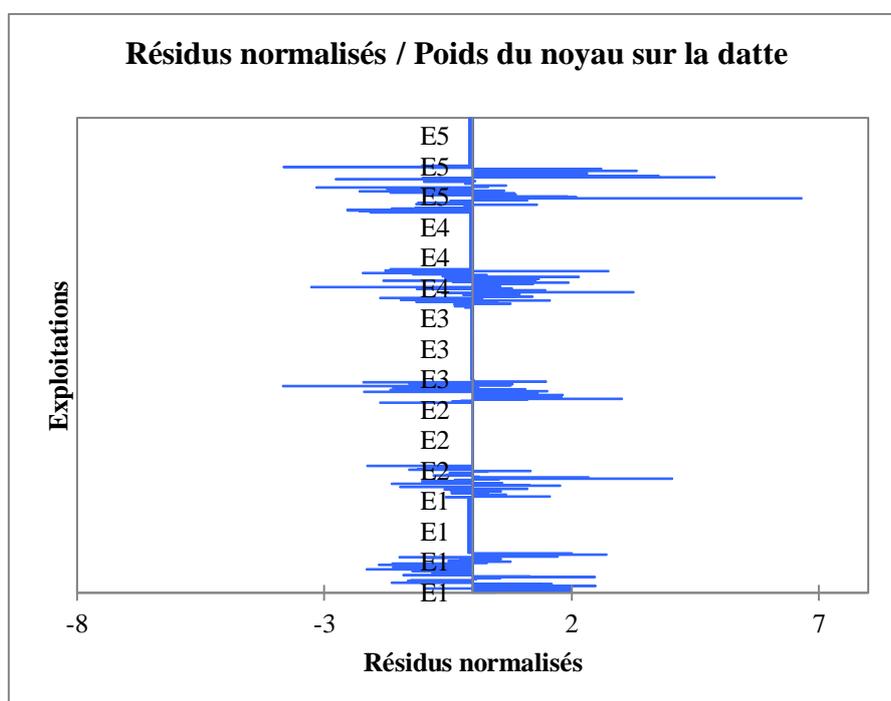
Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « poids du noyau sur la datte » (tableau 30). L'intervalle de confiance confirme cette différence tant que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 15).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	0,177	0,015	131,153	< 0,0001
Erreur	487	0,055	0,000		
Total corrigé	499	0,232			

Les caractéristiques du sol représentées par la conductivité électrique et la teneur en sodium montrent des effets très hautement significatif et significatif sur le rapport du poids du noyau sur la datte (tableau 31). L'annexe 16 indique que les mêmes caractères sont considérés comme facteurs significatifs contrôlant le poids du noyau sur la datte. Munier (1973) a expliqué que la salinité du sol influe sur la qualité du fruit. La figure 42 permet de vérifier que le rapport du poids du noyau sur la datte est bien reproduit par la salinité et le niveau du sodium du sol particulièrement dans les exploitations de Sidi Okba, Ouled Djellel mais la diminution du poids des dattes de l'exploitation d'El Outaya par d'autres facteurs expliquée principalement par le manque de fertilisation est la cause principale de ce rapport élevé.

**Tableau 31** : Analyse des sommes des carrés Type III (Poids du noyau sur la datte)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,000	0,000	1,182	0,277
Na <sup>+</sup> eau	1	0,000	0,000	2,886	0,090
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,000	0,000	1,378	0,241
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,000	0,000	2,921	0,088
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,000	0,000	0,169	0,681
Limon sol	1	0,000	0,000	2,133	0,145
Sable sol	1	0,000	0,000	0,895	0,345
CE sol	1	0,002	0,002	16,605	< <b>0.0001</b>
Na <sup>+</sup> sol	1	0,001	0,001	6,386	<b>0,012</b>
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,000	0,000	2,073	0,151
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,000	0,000	1,293	0,256
MO sol	1	0,000	0,000	0,056	0,812



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 42** : Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le rapport du poids du noyau sur la datte des cinq exploitations

### Consistance de la datte

L'analyse de la régression multiple a illustré une forte corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : la consistance de la datte car  $R^2=0,999$  (annexe 17).

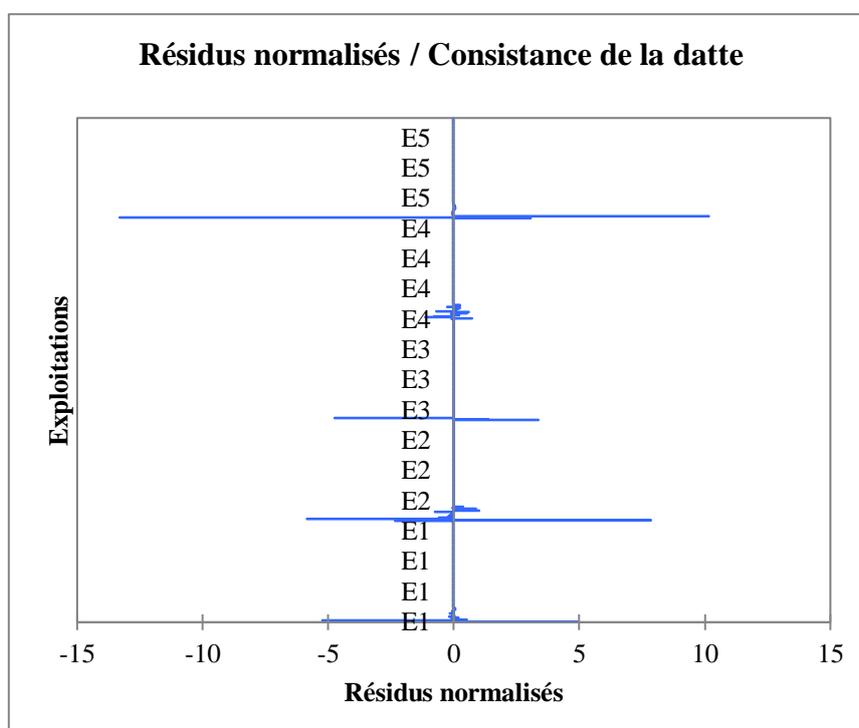
Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « consistance de la datte » (tableau 32). L'intervalle de confiance confirme cette différence puisque ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 18).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	136,925	11,410	27926,986	< 0,0001
Erreur	487	0,199	0,000		
Total corrigé	499	137,124			

Les caractéristiques de l'eau représentées par la conductivité électrique, les teneurs en sodium, calcium et nitrate et la texture du sol (limon et sable) ont un effet très hautement significatif sur la consistance de la datte (tableau 33). L'annexe 19 indique que les mêmes caractères sont considérés comme facteurs significatifs contrôlant la consistance de la datte. Les conditions de récolte et post-récolte représentent le facteur majeur contrôlant la teneur en eau des dattes (Ismail, 2006). Par contre, Al-Djabouri et Zaïd (2006) ont mentionné que les conditions d'irrigation et de fertilisation peuvent être un facteur déterminant de la consistance du fruit. La salinité de l'eau d'irrigation et la texture du sol peuvent influencer sur la rétention en eau dans le sol et par conséquent dans le fruit (Munier, 1973 et Al-Djabouri et Zaïd, 2006). Le nitrate dont l'azote entre dans la constitution des enzymes responsables à la mise en réserve dans les fruits, qui est un élément appuyant sur la constitution des sucres totaux (Soltner, 2005a) : situation des dattes de Sidi Okba qui ont présenté un ratio équilibré (figure 43). Notons que l'exploitation d'Ouled Djellel comprend les présentes caractéristiques dont le ratio de la consistance de leurs dattes est le plus élevé.

**Tableau 33 :** Analyse des sommes des carrés Type III (Consistance de la datte)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,124	0,124	302,783	< 0,0001
Na <sup>+</sup> eau	1	0,061	0,061	149,768	< 0,0001
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,067	0,067	163,253	< 0,0001
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,000	0,000	1,021	0,313
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,028	0,028	68,860	< 0,0001
Limon sol	1	0,018	0,018	44,500	< 0,0001
Sable sol	1	0,043	0,043	106,022	< 0,0001
Argile sol	0	0,000			
CE sol	1	0,001	0,001	3,671	0,056
Na <sup>+</sup> sol	1	0,000	0,000	0,033	0,856
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,001	0,001	2,714	0,100
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,000	0,000	0,000	0,991
MO sol	1	0,000	0,000	0,099	0,753



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 43 :** Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur la consistance de la datte des cinq exploitations

### Potentiel hydrogène de la datte

L'analyse de la régression multiple a illustré une forte corrélation entre les variables explicatives de l'eau et du sol et la variable à expliquer : le pH de la datte car  $R^2=0,985$  (annexe 20).

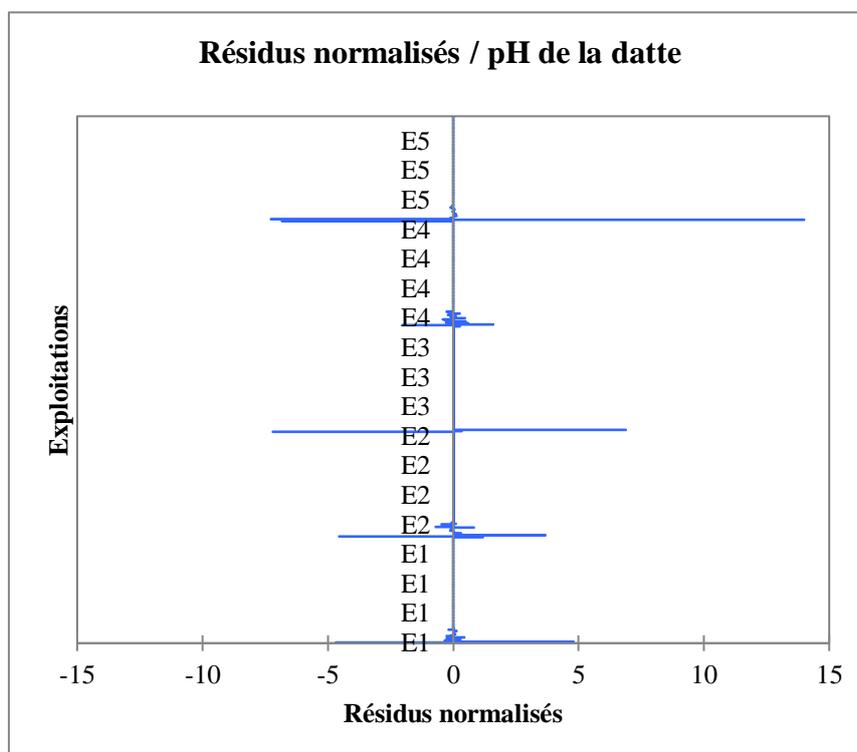
Le test de Fisher a montré une différence très hautement significative du modèle au sein de la variable « pH de la datte » (tableau 34). L'intervalle de confiance confirme cette différence parce que ses bornes inférieures et supérieures soient supérieures à 0 (annexe 21).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F calculé	Pr > F
Modèle	12	22,839	1,903	2734,729	< <b>0,0001</b>
Erreur	487	0,339	0,001		
Total corrigé	499	23,177			

Les caractéristiques de l'eau représentées par la conductivité électrique, les teneurs en sodium, calcium, chlorure et nitrate et la texture du sol (limon) ont un effet très hautement significatif sur le pH de la datte (tableau 35). L'annexe 22 indique que les mêmes caractères sont considérés comme facteurs significatifs contrôlant le pH de la datte. La salinité de l'eau d'irrigation est un facteur provoquant la diminution du pH du fruit (Yurtseven et *al.*, 2005) et la diminution de la teneur en eau du sol peut favoriser également l'augmentation du pH (Bergeron, 1995). Ces caractères représentent bien l'exploitation de Sidi Okba qui a produit des dattes de pH élevé (figure 44). Les dattes de l'exploitation d'El Outaya se caractérisent par un pH plus élevé vu d'autres facteurs peuvent contrôler ce paramètre.

**Tableau 35** : Analyse des sommes des carrés Type III (pH de la datte)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
CE eau	1	0,079	0,079	114,018	< 0,0001
Na <sup>+</sup> eau	1	0,047	0,047	67,599	< 0,0001
Ca <sup>+2</sup> eau	1	0,078	0,078	111,643	< 0,0001
Cl <sup>-</sup> eau	1	0,371	0,371	533,053	< 0,0001
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1	0,305	0,305	437,686	< 0,0001
Limon sol	1	0,268	0,268	384,518	< 0,0001
Sable sol	1	0,002	0,002	2,252	0,134
Argile sol	0	0,000			
CE sol	1	0,001	0,001	1,133	0,288
Na <sup>+</sup> sol	1	0,000	0,000	0,461	0,498
Ca <sup>+2</sup> sol	1	0,001	0,001	1,876	0,171
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	1	0,000	0,000	0,025	0,875
MO sol	1	0,000	0,000	0,237	0,626



E1 : Exploitation de Tolga ; E2 : Exploitation de Doucen ; E3 : Exploitation d'Ouled Djellel ; E4 : Exploitation de Sidi Okba ; E5 : Exploitation d'El Outaya

**Figure 44** : Modèle de l'évolution des résidus normalisés sur le pH de la datte des cinq exploitations

## ***Conclusion***

L'analyse de la régression linéaire multiple pour les palmeraies d'étude a révélé une série des caractéristiques hydriques et édaphiques qui peut présenter un effet sur les caractéristiques productives du palmier dattier :

- ✚ la salinité de l'eau d'irrigation avec le niveau élevé du sodium et la texture du sol ont influé sur le rendement ;
- ✚ la non disponibilité du calcium dans le sol d'une quantité suffisante a influé négativement sur le poids du fruit ;
- ✚ la salinité du sol avec le niveau élevé du sodium ont influé sur la qualité pondérale de la chair du fruit ;
- ✚ les caractéristiques de l'eau et du sol ne se considèrent pas des variables exprimant la taille du fruit ;
- ✚ la salinité de l'eau et la texture du sol ont influé sur la qualité et la durée de vie du fruit (la consistance et le pH).

De ce fait, nous pouvons déceler une série de corrections au niveau des exploitations d'étude dans lesquelles deux exploitations peuvent avoir des problèmes majeurs relatifs à l'eau et au sol :

- ✚ l'exploitation d'Ouled Djellel nécessite de diminuer le problème de salinité affectant le rendement en raccourcissant le laps de fertilisation organique chaque année comme elle a besoin de corriger la toxicité magnésienne en utilisant un amendement minéral de nature calcique ou du gypse pour améliorer la caractéristique pondérale de leurs dattes ;
- ✚ l'exploitation de Sidi Okba nécessite également de corriger le problème de salinité pour améliorer les caractéristiques pondérales de sa production en raccourcissant le laps de fertilisation organique chaque année ;
- ✚ l'exploitation d'El Outaya, qui est considérée comme témoin, n'a besoin rien que d'une fertilisation organique pour améliorer les caractéristiques pondérales de sa production.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

L'eau représente l'élément clé enrichissant le sol (Soltner, 2005b). Dans la plupart des régions sahariennes, les ressources en eau sont mal gérées. Cette mauvaise gestion conjuguée à des situations géomorphologiques et pédoclimatiques particulières engendre des problèmes graves et dommageables pour la préservation du cadre de vie, de l'environnement et du potentiel productif (Khadraoui, 2006b).

Au terme de notre étude portée sur la préservation de l'écosystème oasien, une série des résultats ont été enregistré dans le cadre de la description standardisée de l'environnement hydrique et édaphique :

- ✚ la majorité des caractéristiques de toutes les eaux souterraines exploitées ne correspond pas aux normes internationales. Toutefois, l'interaction entre la conductivité électrique et le ratio d'adsorption du sodium a donné une marge de tolérance dans l'utilisation des eaux de Doucen et Sidi Okba, et le cas des eaux de Tolga et Ouled Djellel avec un degré léger de restriction ;
- ✚ la texture limono-argileuse ou limoneuse joue un rôle déterminant dans la disponibilité des éléments minéraux dans le sol ;
- ✚ la forte disponibilité du gypse peut avoir un double effet dans le sol : positif par le biais de la réduction du potentiel hydrogène et négatif par l'excès de la salinité et la libération du calcium et du sulfate en supplément ;
- ✚ l'excès du calcaire total, y compris le calcaire actif, présente un danger non négligeable pour le palmier dattier qui peut être corrigé par la fertilisation ;
- ✚ l'excès de salinité provoque une réduction en production qui peut être aussi corrigé par la fertilisation.

Par ailleurs, la description standardisée de la production végétale a révélé que les dattes de Tolga, Doucen et Sidi Okba se caractérisent par une bonne qualité phénotypique alors que les dattes produites dans les exploitations d'Ouled Djellel, El Outaya et Doucen partagent de bonnes caractéristiques physico-chimiques aussi, les dattes de Sidi Okba, Doucen et Ouled Djellel bénéficient de meilleures caractéristiques biochimiques.

Au terme de notre étude portée sur la contribution à l'amélioration végétale, nous sommes arrivés à un ensemble de résultats techniques :

- ✚ l'apport des engrais dans un sol de Tolga limono-argileux, gypseux, très salé et moyennement calcaire a permis de produire des dattes de meilleures

caractéristiques phénotypiques (rendement y compris taille et poids) et de caractéristiques physico-chimiques acceptables ;

- ✚ l'apport des engrais dans un sol de Doucen limono-argileux, fortement calcaire et très salé et moyennement gypseux est capable de produire des dattes à caractère phénotypique important mais mieux physico-chimiquement (teneur en cendre et stabilité dans la consistance) et biochimiquement (teneur en sucres réducteurs) ;
- ✚ l'apport de l'engrais dans un sol d'Ouled Djellel limoneux, très salé, moyennement calcaire et gypseux a donné des dattes de bonnes caractéristiques physico-chimiques (taux des solides solubles, teneurs en eau et en cendres) et biochimiques (teneur en sucres réducteurs) ;
- ✚ l'apport de l'engrais dans un sol de Sidi Okba limoneux, fortement calcaire et très salé a permis de produire des dattes à caractère plus ou moins important phénotypiquement (taille et poids du fruit) et biochimique (teneurs en sucres).

Sur la base de l'analyse multivariée, une ressemblance assez remarquable est manifestée dans l'organisation des données (corrélation et classification).

L'Analyse en Composantes Principales a fait projeter deux composantes principales bien distinctes qui se divisent entre l'exploitation de Tolga ayant des caractéristiques chimiques de l'eau : le calcium, et du sol : le calcium et la matière organique et des caractéristiques phénotypiques de la production : le rendement, la taille et le poids de la datte ; et l'exploitation de Sidi Okba ayant des caractéristiques chimiques de l'eau : la conductivité électrique, le sodium, le chlorure, le nitrate et des caractéristiques physico-chimiques du sol : le sable, la conductivité électrique, le sodium et le nitrate.

La Classification Ascendante Hiérarchique couplée à l'Analyse en Composantes Principales ont renseigné que les exploitations de Tolga et Doucen partagent les mêmes caractéristiques et les exploitations de Sidi Okba et Ouled Djellel partagent les mêmes caractéristiques.

Alors, il apparaît clair des analyses cartographique et statistique que la production des dattes dans différentes régions n'enlève rien à sa valeur nutritionnelle, mais certaines d'entre elles peuvent répondre mieux aux normes d'exportation. Les dattes de l'exploitation de Doucen peuvent être une bonne alternative à celles de Tolga qui se considère comme un pôle d'exportation des dattes de Deglet-Nour.

L'analyse de la Régression Linéaire Multiple des palmeraies d'étude a révélé un large spectre de corrélation des caractéristiques hydriques et édaphiques qui peut présenter un effet sur les caractéristiques productives du palmier dattier, les principales sont :

- ✚ la salinité de l'eau d'irrigation avec le niveau élevé du sodium et la texture du sol influent sur le rendement ;
- ✚ la non disponibilité du calcium dans le sol d'une quantité suffisante influe négativement sur le poids du fruit ;
- ✚ la salinité du sol avec le niveau élevé du sodium influent sur la qualité pondérale de la chair du fruit ;
- ✚ les caractéristiques de l'eau et du sol ne se considèrent pas des variables exprimant la taille du fruit ;
- ✚ la salinité de l'eau et la texture du sol influent sur la qualité et la durée de vie du fruit (la consistance et le pH).

Sur la base de ces résultats, nous soulignons qu'une attention particulière devrait être prise en compte sur les savoirs et savoir faire. Donc, pour préserver la durabilité des ressources naturelles dans les oasis et obtenir des améliorations dans la production, il est recommandé d'assurer la relation entre la salinité, l'équilibre ionique de l'eau/sol et la nature physique et chimique du sol avec le comportement physique dans l'exploitation (apport d'engrais, mode d'irrigation, ...etc.). En l'occurrence, la fertilisation d'origine « naturelle » organique et minérale et la durée de fertilisation peuvent être préconisées.

Alors, par la présente recherche, nous avons réussi à développer un bon système de télédétection pour prédire la qualité de production de la variété noble « Deglet-Nour » dans des régions bien déterminées de la wilaya de Biskra cherchant à élargir ce système sur toute la wilaya et d'autres wilayas considérées productives de Deglet-Nour.

Cet axe de recherche reste ouvert tant qu'une partie de ces contraintes est d'origine naturelle. Comme perspectives, il est suggéré de lancer des programmes de collecte d'informations de nature physico-chimique sur les points d'eau dans les territoires agricoles de la wilaya et d'autres études de terrain multi-sites devraient effectuées comprenant la qualité de l'eau avec les différents types du sol et qu'elles soient périodiquement.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

1. Abbas, F. & Fares, A. (2009). Best management practices in citrus production. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*, 3(3), 1-11.
2. Abdi, H. & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews : Computational Statistics*, 2(4), 433-459.
3. Abul-Soad, A. A., Jatoi, M. A., & Markhand, G. S. (2013). Performance of three Saudi Arabian date palm varieties under the agro-climatic conditions of Khairpur. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50(4), 571-576.
4. Acourène, S. & Benchabane, A. (2001). Effets de l'ensachage par le polyéthylène sur le rendement et la qualité de la datte de la variété Deglet-Nour de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Revue Semestrielle INRAA*, 9, 43-54.
5. Acourène, S., Belguedj, M., Tama, M., & Taleb, B. (2001). Characterization, evaluation and identification of date quality of date palm cultivars cultivated in the region of Biskra. *Revue Recherche Agricole*, 8, 19-39.
6. Acourène, S. & Tama, M. (2002). Effets de quelques opérations culturales (pollinisation, limitation, ciselage et ensachage) sur le rendement et la qualité de la datte de la variété Deglet-Nour de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Revue Semestrielle INRAA*, 11, 27-48.
7. Acourène, S., Djafri, K., Benchabane, A., Tama, M., & Taleb, B. (2014). Dates quality assessment of the main date palm cultivars grown in Algeria. *Annual Research and Review in Biology*, 4, 487-499. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/5009>
8. ADDINSOFT. (2020). *XLSTAT 2020.2.3*. Retiré le 06 avril, 2020 de <http://www.xlstat.com>
9. Akanza, P. K., & N'Da, A. H. (2018). Effets de l'engrais sur la fertilité, la nutrition et le rendement du maïs: incidence sur le diagnostic des carences du sol. *Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie*, 45, 54-66.
10. Al-Khalifa N. S., Askari E. & Shanavaskhan E. A. (2013). Date Palm Tissue Culture and Genetical Identification of cultivars Grown in Saudi Arabia. Ed. King Abdulaziz City for Science and Technology n° 321215. *National Center for Agriculture technologies, King Abdulaziz City for Science and Technology, Riyadh*. 207 p.
11. Al-Mashhadan A. (2009). Annual Calendar for Date Palm Care. *Parks and recreation Facilities Directorate, Abu Dhabi*. 24 p.

12. Al-Shahib W. & Marshall R. J. (2003). The fruit of the date palm : its possible use as the best food for the future ? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(4). 247-259.
13. Alhammadi, M. S., & Kurup, S. S. (2012). Impact of salinity stress on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) a review. *Crop production technologies*, 169-173.
14. Alrasbi, S. A. R., Hussain, N., & Schmeisky, H. (2010, March). Evaluation of the growth of date palm seedlings irrigated with saline water in the Sultanate of Oman. In *IV International Date Palm Conference, Abu Dhabi* (Vol. 882, pp. 233-246). [10.17660/ActaHortic.2010.882.26](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.882.26)
15. A.N.A.T. (2003). Monographie de la wilaya de Biskra, *Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Biskra, Algérie*, 256 p.
16. Anjum, F. M., Bukhat, S. I., El-Ghorab, A. H., Khan, M. I., Nadeem, M., Hussain, S., & Arshad, M. S. (2012). Phytochemical characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera*) fruit extracts. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 22(3), 117-127.
17. A.N.R.H. (2011). Etude d'actualisation du plan national de l'eau, ressources exploitables. Bassin du Chott Melghir, Rapport, *Agence National des Ressources Hydriques, Biskra, Algérie*.
18. Ashmawi, H., Aref, H., & Hussein, A. E. A. (1956). Compositional changes in Zaghloul dates throughout the different stages of maturity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 7(10), 625-628.
19. Aubert G. (1978). Méthodes d'analyses des sols. Ed. 2, *CRDP, Marseille*. 191 p.
20. Audigie, C., Figarella, I., & Zonszain, F. (1978). Manipulation d'analyse biochimique, *Doin, Paris*. 274 p.
21. Ayad, A. A., Williams, L. L., Gad El-Rab, D. A., Ayivi, R., Colleran, H. L., Aljaloud, S., & Ibrahim, S. A. (2020). A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes. *Cogent Food & Agriculture*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309>.
22. Ayers, R. S. & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture. Vol. 29, *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome*. 174 p.
23. Babahani S. (2011). Analyses biologique et agronomique de palmiers mâles et conduite de l'éclaircissage des fruits chez les cultivars Ghars et Deglet Nour. Dissertation doctorale en sciences agronomiques, *ENSA HARRACH, Alger*. pp : 197p.
24. Baize, D. (1988). Guide des analyses courantes en pédologie. *INRA, Paris*. 172 p.

25. Baize, D. (2000). Guide des analyses en pédologie : Techniques et pratiques. Ed. 2, *INRA, Paris*. 257 p.
26. Bakalowicz, M. (1976). Géochimie des eaux karstiques. Une méthode d'étude de l'organisation des écoulements souterrains. *Annales Scientifiques, Université de Besançon*, 25, 49-58.
27. Belguedj, M. (2002). Les ressources génétiques du palmier dattier, caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. *INRAA, Algérie*. 264 p.
28. Belguedj M., Salhi A., & Matallah S. (2007). Diagnostic rapide d'une région agricole dans le sahara algérien, axes de recherche/développement prioritaire cas de la région des Ziban (Biskra). *INRAA, Algérie*. 22 p.
29. Belguedj, M., Tirichine, A., & Guerradi, M. (2008). La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa (Algérie). *INRAA, Algérie*. 96 p.
30. Bergeron, L. (1995). Effet de la teneur en eau du sol sur le rendement et la qualité des fruits du bleuet nain. *Université du Québec, Chicoutimi*. 68 p.
31. Booi, I., Piombo, G., Risterucci, J. M., Coupe, M., Thomas, D., & Ferry, M. (1992). Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Fruits*, 47(6), 667-678.
32. Boubou, M. (2007). Contribution aux méthodes de classification non supervisée via des approches prétopologiques et d'agrégation d'opinions. Dissertation doctorale en sciences mathématiques, *Université Claude Bernard, Lyon I*. 190p.
33. Bouhoun, M. D., Marlet, S., Brinis, L., Saker, M. L., Rabier, J., & Côte, M. (2011). A survey of the combined effects of waterlogging and salinity on fruit yield in the date palm groves of the Wargla basin, Algeria. *Fruits*, 66(1), 11-24. <https://doi.org/10.1051/fruits/2010037>
34. Braiki, H. (2018). Construction d'une démarche participative pour améliorer la gestion de l'eau et du sol. Une application aux politiques des aménagements de conservation des eaux et des sols en Tunisie Centrale. Dissertation doctorale en sciences de l'environnement / environnement et société, *Institut National Agronomique, Tunisie*. 205p.
35. Carr, M. K. V. (2013). The water relations and irrigation requirements of the date palm (*Phoenix dactylifera* L.): A review. *Experimental Agriculture*, 49(1), 91-113. <https://doi.org/10.1017/S0014479712000993>

36. Chao C.T. & Krueger R.R. (2007). The Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.): Overview of Biology, Uses and Cultivation. *HortScience*, 42(5), 1077-1082.
37. D.R.E. (2010). Bilan des statistiques hydrauliques 2010, *Direction des Ressources en Eau, Biskra, Algérie*.
38. D.R.E. (2015). Bilan des statistiques hydrauliques 2015, *Direction des Ressources en Eau, Biskra, Algérie*.
39. Drouiche, A. M., Chaib, W., Rezeg, A., & Bougherira, N. (2013). Risque de contamination des eaux souterraines par les nitrates en régions arides: cas d'Elghrous (Région des Ziban-Sud-Est Algérien). *Journal Algérien des Régions Arides*, Special N°, 65-75.
40. D.S.A, 2017, Statistiques agricoles 2016, *Direction des Services Agricoles, Biskra, Algérie*.
41. El Addouli, J., Chahlaoui, A., Chafi, A., & Berrahou, A. (2008). Suivi et analyse du risque lié à l'utilisation des eaux usées en agriculture dans la région de Meknes au Maroc. *Sud Sciences et Technologies, Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement*, 29-25.
42. El-Sohaimy, S. A. & Hafez, E. E. (2010). Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Applied Sciences Research*, 6(6), 1060-1067.
43. Estanove, P. (1990). Note technique : Valorisation de la datte. In Dollé, V. & Toutain, G. *CIHEAM, Options méditerranéennes, Série A: Séminaires Méditerranéens N°. 11: Les systèmes agricoles oasiens, Montpellier* (pp. 301-318).
44. Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A., & Kamal-Eldin, A. (2016). Date fruit (*Phoenix dactylifera* L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS journal*, 6, 1-10.
45. STAN Codex. 143. (1985). Normes pour les dattes, *Rome, Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O) & Organisation Mondiale de la Santé (W.H.O)*. 5 p.
46. FAOSTAT. (2019). Agro-Statistics Database. *Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O)*. Retiré le 09 mars 2019 de [http://www.fao.org/faostat/fr/#rankings/countries\\_by\\_commodity](http://www.fao.org/faostat/fr/#rankings/countries_by_commodity)
47. Ferchichi, A. & Hamza, H. (2008). Le patrimoine génétique phoenicicole des oasis continentales tunisiennes. *Institut des Régions Arides, Médenine*. 302 p.

48. Freschet, G. T., Violle, C., Roumet, C., & Garnier, E. (2018). Interactions entre le sol et la végétation : structure des communautés de plantes et fonctionnement du sol In: Lemanceau, P. & Blouin, M. (2018). Les sols au cœur de la zone critique: écologie. *London : ISTE editions.* (pp. 83-99).
49. Gardner, C. M., Laryea, K. B., & Unger, P. W. (1999). Soil physical constraints to plant growth and crop production. *Land and Water Development Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.* 96 p.
50. Giddey, C. (1982). Les produits à humidité intermédiaire, *APRIA*, France. Pp 21-28.
51. Google Earth. (2021). Images satellitaires. Retirées les 06/01/2021 et 26/01/2021 de [www.googleearth.com](http://www.googleearth.com).
52. Grattan, S. (2002). Irrigation water salinity and crop production In: Farm water quality planning. *Califorina: UCANR Publications.* (pp. 1-9).
53. Haider, N., Nabulsi, I. & Mirali, N. (2012). Phylogenetic relationships among date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars in Syria using RAPD and ISSR markers. *Journal of Plant Biology research*, 1(2), 12-24.
54. Hannachi, S., Benkhalifa, A., Khitri, D., & Brac De La Perriere, R.A. (1998). Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. *CDARS et URZA Anep Rouiba, Alger.* 225 p.
55. Hasnaoui, A., Elhoumaizi, A., Hakkou, A., Wathelet, B., & Sindic, M. (2011). Physico-chemical characterization, classification and quality evaluation of date palm fruits of some Moroccan cultivars. *Journal of Scientific Research*, 3(1), 139-149. <https://doi.org/10.3329/jsr.v3i1.6062>
56. Hasnaoui, A. (2013). Valorisation et évaluation de la qualité des dattes de la palmeraie de Figuig (Sud-Est du Maroc). Dissertation doctorale en production végétale, *Université Mohamed Premier, Oujda.* 267 p.
57. Hazelton, P., & Murphy, B. (2007). Interpreting Soil Test Results: What do all the numbers Mean. Ed. 2. *Csiro Publishing, Australia.* <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2007.00943.8.x>. 200 p.
58. Helal, F. (2016). Qualité, gestion intégrée et cartographie des ressources en eau de la wilaya de Biskra. Mémoire de Master en hydrogéologie et géothermie, *Université 8 Mai 1945, Guelma.* 75p.
59. Hodel, D. R & Pittenger, D. R. (2003). Studies on the Establishment of Date Palm (*Phoenix dactylifera* 'Deglet Noor') Offshoots. Part II. Size of offshoot. *Palms*, 47(4), 201-205.

60. Ibrahim A. I., Mona M. H., & Rania A. T. (2012). Partial desiccation improves plant regeneration of date palm in vitro cultures. *Wudpecker Journal of Agricultural Research*, 1, 208-214.
61. I.P.G.R.I. (2005). Descripteurs du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), *International Plant Genetic Resources Institute, Future Harvest, Rome*, 71p.
62. Ismail, B., Haffar, I., Baalbaki, R., Mechref, Y., & Henry, J. (2006). Physico-chemical characteristics and total quality of five date varieties grown in the United Arab Emirates. *International journal of food science and technology*, 41(8), 919-926. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01143.x>
63. I.S.O. (1984). Water Quality: Determination of Calcium by titrimetric method with EDTA (NF T N°. 90 016), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
64. I.S.O. (1984). Water Quality: Determination of Sodium and Potassium by flame emission spectrophotometry (NF T N°. 90 019), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
65. I.S.O. (1984). Water Quality: Determination of The total hardness of Calcium and Magnesium by titrimetric method with EDTA (NF T N°. 90 003), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
66. I.S.O. (1995). Soil Quality: Determination of Electrical Conductivity (NF ISO N°. 11265), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
67. I.S.O. (1998). Soil Quality: Determination of Organic Carbon by Sulfochromic Oxidation (NF ISO N°. 14235), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
68. I.S.O. (2000). Water Quality: Determination of Chlorides by titration with silver nitrate with chromates (NF ISO N°. 9297), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
69. I.S.O. (2002). Soil Quality: Determination of the of (NF N°. X31 106), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
70. I.S.O. (2003). Soil Quality: Determination of the granulometric distribution of soil particles (NF ISO N°. X31 107), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
71. I.S.O. (2005). Soil Quality: Determination of potential hydrogen (NF ISO N°. 10390), *Ginebra, International Organization for Standardization*.
72. I.T.D.A.S. (2006). Bilan des activités 2005/2006, *Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne, Biskra*, pp : 1-6.

73. I.T.D.A.S. (2007). Orientations générales sur la conduite de votre palmeraie, *Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne, DFRV Biskra*, 25p.
74. Jaradat, A. A. & Zaid, A. (2004). Quality traits of date palm fruits in a center of origin and center of diversity. *Food, Agriculture & Environment*, 2(1), 208-217. <http://doi.org/10.4067/S0718-95162012000100005>
75. Jaradat, A. A. (2011). Biodiversity of date palm. *Encyclopedia of life support systems: Land use, land cover and soil sciences. Oxford: Eolss Publishers*, 31p.
76. Keddal, H., & N'dri, Y. J. (2008). Impacts de l'intensification agricole sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. *Art, 1*, 13-29.
77. Khadraoui A. (1994). Contribution des études agropédologiques et hydrodynamiques des sols aux projets d'aménagement hydro-agricole : cas du périmètre d'El Outaya (Biskra). In *Séminaire national de l'hydraulique, décembre 1994, Biskra* (pp. 209-223).
78. Khadraoui A. (1999). Ressources en eau souterraines au Sahara (Définition, utilisation, impact et recommandations). In *Journées techniques sur le bouchage des puits pétroliers reconvertis en forage d'eaux, Ministère de l'hydraulique et Ministère de l'Energie, Hassi R'mel, novembre 1999, Laghouat* (pp. 89-106).
79. Khadraoui A. (2000). Les sols salés en Algérie. In *Séminaire sur l'irrigation en milieu salin, ACSAD et ITDAS, novembre 2000, Biskra* (pp. 133-161).
80. Khadraoui A. (2005a). Gestion des ressources en eau et en sols dans les oasis algériennes : Cas de la vallée l'Oued Rhir. In *Conférence Euro-Africaine-Unesco « Gestion de l'eau et aménagement du territoire », les 22-23 mars 2005, Paris* (pp. 23-37).
81. Khadraoui A. (2005b). Gestion intégrée des ressources en eau « Cas du bassin versant de Chott Melhrir ». In *13<sup>ème</sup> congrès de l'Association Africaine de l'eau, du 13 au 16 février, Alger* (pp. 361-384).
82. Khadraoui A. (2005c). Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes : Caractérisation - Contraintes et propositions d'aménagement, *ABHS, Alger*. 323 p.
83. Kurup, S. S., Hedar, Y. S., Al Dhaheri, M. A., El-Hewiety, A. Y., Aly, M. M., & Alhadrami, G. (2009). Morpho-Physiological Evaluation and RAPD Markers - Assisted Characterization of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties for Salinity Tolerance. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3), 3-50.

84. Lee, J. W., Mudge, K. W., Lim, W., & Lardner, J. (2004). Gypsum effect on performance of American ginseng. *HortScience*, 39(4), 860 p. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.4.860B>
85. Leland, E. F. & Maas, E. V. (1999). Crop response and management of salt-affected soils In : Pessarakli, M. (1999). Handbook of Plant and Crop Stress. Ed. 3. *New York : Marcel Dekker Press Inc.* (pp. 169-201).
86. Linden, G. (1981). Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. *Technique et Documentation, Paris.* 476 p.
87. Maas, E.V. (1993). Testing crops for salinity tolerance. In Maranville, J.W., Baligar, B.V., Duncan, R.R., & Yohe J.M. *Intsormil. Pub. No. 94-2, Proceeding Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses, University of NE, Lincoln* (pp. 234-247).
88. Maatallah, S. (1970). Contribution à la valorisation des dattes. Mémoire d'ingénieur en sciences agronomiques. *INA El Harrach, Alger.* 113p.
89. M.A.D.R.P. (2018). Récapitulatif des statistiques agricoles 2018. Série B. *Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Algérie.*
90. Markhand, G. S., Abul-Soad, A. A., Mirbahar, A. A., & Kanhar, N. A. (2010). Fruit characterization of Pakistani dates. *Pakistan Journal of Botany*, 42(6), 3715-3722.
91. Mathieu, C. & Pieltain, F. (1998). Analyse physique des sols : méthodes choisies. Ed. 3, *Technique et Documentation, Paris.* 386 p.
92. Meligi, M., Sourial, G., Mohsen, A., Khalifa, A., & Abdallah, M. (1982). Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. In *First Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia.* (pp. 23–25).
93. Mlih, R., Bol, R., Amelung, W., & Brahim, N. (2016). Soil organic matter amendments in date palm groves of the Middle Eastern and North African region: A mini review. *Journal of arid Land*, 8(1), 77-92. <http://doi.org/10.1007/s40333-015-0054-8>
94. Mohammed, S., Shabana, H. R., & Mawlod, K. A. (1983). Evaluation and identification of Iraqi date cultivars : fruit characteristics of fifty cultivars. *The Date Palm Journal*, 21(1), 27-55.
95. Müller, G. & Gastner, M. (1971). The 'Karbonat-Bombe', a simple device for the determination of carbonate content in sediment, soils, and other materials. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Monatshefte*, 10, 466-469.
96. Muller P. (2004). La qualité des produits agricoles. *educagri Eds., France.* 82 p.
97. Munier, P. (1973). Le palmier dattier. *G.P. Maisonneuve & Larose, Paris.* 221 p.

98. Navarre, J. P. (1974). Manuel d'œnologie. *J.-B. Baillière, Paris*. 238 p.
99. Peyron G. (2000). Cultiver le palmier-dattier. *Ed. Gridao, Montpellier*. 110 p.
100. Rahoui, M., Soudi, B., & Id, A. F. (2000). Situation actuelle de la pollution nitrique des eaux souterraines dans le périmètre irrigué des Doukkala. In *Séminaire 'Intensification agricole et qualité des sols et des eaux', Rabat*.
101. Robinson M.L., BROWN B. & WILLIAMS C.F. (2012). The date palm in the southern Nevada. *University of Nevada Cooperative Extension*, 23, 1-26.
102. Roudart, L. (2010). Terres cultivables et terres cultivées: apports de l'analyse croisée de trois bases de données à l'échelle mondiale. *Notes et études socio-économiques*, 34, 57-95.
103. Sedra, M. H. (2003). Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc. *INRA, Maroc*. 264 p.
104. Sedrati, N. (2011). Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de Biskra-sud est algérien. Dissertation doctorale en hydrogéologie, *Université Badji Mokhtar, Annaba*. 153 p.
105. Soltner, D. (2005a). Les bases de la production végétales : Tome 3 La plante et son amélioration. Ed. 4. *Collection Sciences et Techniques Agricoles, France*. 304 p.
106. Soltner, D. (2005b). Les bases de la production végétales : Tome 1 Le sol et son amélioration. Ed. 24. *Collection Sciences et Techniques Agricoles, France*. 472 p.
107. Subbarao, G.V. & Johansen C. (2010). Strategies and scope for improving salinity tolerance in crop plants In: Pessaraki, M. (2010). Handbook of Plant and Crop Stress. Ed. 3. *Florida : CRC Press*. (pp. 1069-1087).
108. Toutain G. (1973). Le palmier dattier, culture et production in Al-Awamia, 48, 147-160.
109. Toutain G. (1979). Eléments d'Agronomie Saharienne. INRA-GRET, *Paris*. 260 p.
110. Van Alphen, J. G. & De los Ríos Romero, F. (1971). Gypsiferous soils: Notes on their characteristics and management (Bulletin N°.12). *ILRI, Netherlands*. 44 p.
111. Vandercook, C. E., Hasegawa, S., & Maier, V. P. (1979). Quality and nutritive value of dates as influenced by their chemical composition. *Date Growers' Institute*, 54, 3-11.
112. Veysseyre, R. (2006). Statistique et probabilités pour l'ingénieur. Ed. 2. *Dunod, France*. 84 p.

113. Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (1998). Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit & vegetables and ornamentals. Ed. 4. University of New South Wales Press Ltd, Sydney. 262 p.
114. Yurtseven, E., Kesmez, G. D., & Ünlükara, A. (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agricultural Water Management*, 78(1-2), 128-135.
115. Zabar A.F & Borowy A. (2012). Cultivation of date palm in Iraq. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin-Polonia*, 22(1), 39-54.
116. Zaïd A. & De Wet P. F. (1999). Botanical and systematic description of date palm. In *Date palm cultivation. FAO plant production and protection papers*, 1-28.
117. إبراهيم عبد الباسط عودة. (2015). ممارسات خاطئة في زراعة وخدمة نخلة التمر و وسائل معالجتها. المركز الوطني للنخيل والتمور، الرياض. ص ص : 4-34.
118. البكر أ.ج. (1972). نخلة التمر : مراجعة في ماضي، حاضر و مستقبل زراعتها، صناعتها و تجارتها. بغداد. ص ص: 1085.
119. الجبوري حميد جاسم و زايد عبد الوهاب. (2006). تكنولوجيا زراعة و إنتاج نخيل التمر. منظمة الأغذية و الزراعة التابعة للأمم المتحدة (فاو)، المكتب الاقليمي لمنظمة الأغذية و الزراعة بالشرق الأدنى، القاهرة . ص ص: 254-226.
120. الحوسني اسماعيل علي. (2008). عمليات خدمة النخيل، نشرة إرشادية الطبعة الثالثة. الإدارة العامة للزراعة، أبوظبي. ص ص: 20-11.
121. حسين فتحي أحمد علي. (2005). نخلة التمر ... شجرة الحياة بين الماضي و الحاضر و المستقبل تاريخ نشأة النخلة إكثارها، زراعتها و العناية بها ج1. الدار العربية للنشر و التوزيع الطبعة الأولى جامعة الزقازيق، القاهرة. ص ص: 41-38.
122. درهاب صبحي. (2004). زراعة و إنتاج نخيل البلح. الإدارة المركزية للإرشاد الفلاحي، مصر. ص ص: 35-57.
123. عياش نصر الدين و بن حفيظ حسين. (2010). دليل إنتاج التمور البيولوجية بمنطقة الزيبان (بسكرة) : تحويل بساتين النخيل من النظام التقليدي إلى النمط الزراعي البيولوجي. المعهد التقني لتنمية الزراعة الصحراوية بسكرة و المنظمة العربية للتنمية الزراعية، بسكرة. ص ص: 6-16.
124. غالب حسام حسن علي. (2003). التصنيف النباتي و الوصف المورفولوجي و التركيب التشريحي لنخلة التمر (*Phoenix dactylifera L.*). إدارة الإرشاد و التسويق الزراعي و الثروة الحيوانية، أبو ظبي. ص 15.
125. غالب حسام حسن علي. (2008). ملخص من ' أطلس أصناف نخيل التمر في دولة الإمارات العربية المتحدة ج1'. مركز زايد للتراث و التاريخ، الإمارات العربية المتحدة. ص ص: 1-10.

# Annexes

### Annexe 1 : Coefficients d'ajustement (Rendement)

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,998
R <sup>2</sup> ajusté	0,998
MCE	4,905
RMCE	2,215
MAPE	0,217
DW	3,081
Cp	13,000
AIC	807,937
SBC	862,727
PC	0,002

### Annexe 2 : Paramètres du modèle (Rendement)

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	-123,935	25,309	-4,897	< <b>0.0001</b>	-173,664	-74,206
CE eau	71,910	10,330	6,961	< <b>0.0001</b>	51,613	92,207
Na <sup>+</sup> eau	-0,104	0,042	-2,466	<b>0,014</b>	-0,187	-0,021
Ca <sup>+2</sup> eau	-0,026	0,037	-0,716	0,474	-0,099	0,046
Cl <sup>-</sup> eau	-0,017	0,031	-0,549	0,583	-0,078	0,044
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	-6,464	1,940	-3,331	<b>0,001</b>	-10,276	-2,651
Limon sol	4,083	0,271	15,053	< <b>0.0001</b>	3,550	4,616
Sable sol	2,441	0,245	9,979	< <b>0.0001</b>	1,960	2,922
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,113	0,539	0,210	0,834	-0,947	1,173
Na <sup>+</sup> sol	0,026	0,045	0,579	0,563	-0,062	0,115
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,002	0,007	-0,254	0,800	-0,015	0,011
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,126	0,073	-1,728	0,085	-0,270	0,017
MO sol	0,114	0,198	0,576	0,565	-0,275	0,503

**Annexe 3 : Coefficients normalisés (Rendement)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	1,927	0,277	6,961	< <b>0.0001</b>	1,383	2,471
Na <sup>+</sup> eau	-0,222	0,090	-2,466	<b>0,014</b>	-0,398	-0,045
Ca <sup>+2</sup> eau	-0,091	0,127	-0,716	0,474	-0,340	0,158
Cl <sup>-</sup> eau	-0,137	0,249	-0,549	0,583	-0,625	0,352
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	-1,419	0,426	-3,331	<b>0,001</b>	-2,256	-0,582
Limon sol	0,858	0,057	15,053	< <b>0.0001</b>	0,746	0,971
Sable sol	0,752	0,075	9,979	< <b>0.0001</b>	0,604	0,900
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,002	0,011	0,210	0,834	-0,019	0,023
Na <sup>+</sup> sol	0,045	0,077	0,579	0,563	-0,107	0,196
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,008	0,030	-0,254	0,800	-0,066	0,051
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,028	0,016	-1,728	0,085	-0,060	0,004
MO sol	0,004	0,007	0,576	0,565	-0,010	0,018

**Annexe 4 : Coefficients d'ajustement (Longueur de la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,664
R <sup>2</sup> ajusté	0,656
MCE	0,023
RMCE	0,152
MAPE	1,808
DW	1,844
Cp	13,000
AIC	-1868,120
SBC	-1813,330
PC	0,354

**Annexe 5 : Paramètres du modèle (Longueur de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	3,363	1,742	1,930	0,054	-0,060	6,786
CE eau	0,504	0,711	0,709	0,479	-0,893	1,901
Na <sup>+</sup> eau	0,001	0,003	0,184	0,854	-0,005	0,006
Ca <sup>+2</sup> eau	-0,001	0,003	-0,361	0,718	-0,006	0,004
Cl <sup>-</sup> eau	-0,004	0,002	-1,964	0,050	-0,008	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	0,111	0,134	0,832	0,406	-0,151	0,374
Limon sol	-0,006	0,019	-0,300	0,765	-0,042	0,031
Sable sol	-0,012	0,017	-0,710	0,478	-0,045	0,021
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,049	0,037	-1,308	0,192	-0,122	0,024
Na <sup>+</sup> sol	0,000	0,003	-0,118	0,906	-0,006	0,006
Ca <sup>+2</sup> sol	0,000	0,000	-0,715	0,475	-0,001	0,001
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,005	0,005	-0,903	0,367	-0,014	0,005
MO sol	-0,015	0,014	-1,117	0,264	-0,042	0,012

**Annexe 6 : Coefficients normalisés (Longueur de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	2,710	3,823	0,709	0,479	-4,802	10,221
Na <sup>+</sup> eau	0,229	1,241	0,184	0,854	-2,210	2,667
Ca <sup>+2</sup> eau	-0,632	1,750	-0,361	0,718	-4,070	2,807
Cl <sup>-</sup> eau	-6,746	3,435	-1,964	0,050	-13,495	0,004
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	4,893	5,882	0,832	0,406	-6,665	16,451
Limon sol	-0,236	0,788	-0,300	0,765	-1,783	1,311
Sable sol	-0,738	1,041	-0,710	0,478	-2,783	1,306
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,194	0,148	-1,308	0,192	-0,485	0,097
Na <sup>+</sup> sol	-0,125	1,061	-0,118	0,906	-2,211	1,961
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,295	0,413	-0,715	0,475	-1,106	0,516
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,203	0,225	-0,903	0,367	-0,646	0,239
MO sol	-0,110	0,099	-1,117	0,264	-0,305	0,084

**Annexe 7 : Coefficients d'ajustement (Largeur de la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,756
R <sup>2</sup> ajusté	0,749
MCE	0,010
RMCE	0,102
MAPE	2,251
DW	1,438
Cp	13,000
AIC	-2265,630
SBC	-2210,840
PC	0,258

**Annexe 8 : Paramètres du modèle (Largeur de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	0,268	1,171	0,229	0,819	-2,032	2,568
CE eau	0,446	0,478	0,933	0,351	-0,493	1,385
Na <sup>+</sup> eau	0,000	0,002	-0,171	0,864	-0,004	0,003
Ca <sup>+2</sup> eau	-0,001	0,002	-0,740	0,460	-0,005	0,002
Cl <sup>-</sup> eau	0,000	0,001	-0,310	0,756	-0,003	0,002
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	-0,021	0,090	-0,230	0,818	-0,197	0,156
Limon sol	0,024	0,013	1,920	0,055	-0,001	0,049
Sable sol	0,022	0,011	1,919	0,056	-0,001	0,044
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,018	0,025	-0,711	0,478	-0,067	0,031
Na <sup>+</sup> sol	-0,001	0,002	-0,615	0,539	-0,005	0,003
Ca <sup>+2</sup> sol	0,000	0,000	0,762	0,446	0,000	0,001
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,005	0,003	-1,404	0,161	-0,011	0,002
MO sol	-0,007	0,009	-0,800	0,424	-0,025	0,011

**Annexe 9 : Coefficients normalisés (Largeur de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	3,044	3,263	0,933	0,351	-3,367	9,454
Na <sup>+</sup> eau	-0,181	1,059	-0,171	0,864	-2,262	1,900
Ca <sup>+2</sup> eau	-1,105	1,493	-0,740	0,460	-4,039	1,830
Cl <sup>-</sup> eau	-0,910	2,932	-0,310	0,756	-6,671	4,850
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	-1,153	5,020	-0,230	0,818	-11,018	8,711
Limon sol	1,290	0,672	1,920	0,055	-0,030	2,611
Sable sol	1,704	0,888	1,919	0,056	-0,041	3,449
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,090	0,126	-0,711	0,478	-0,338	0,159
Na <sup>+</sup> sol	-0,557	0,906	-0,615	0,539	-2,337	1,223
Ca <sup>+2</sup> sol	0,268	0,352	0,762	0,446	-0,424	0,960
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,270	0,192	-1,404	0,161	-0,647	0,108
MO sol	-0,067	0,084	-0,800	0,424	-0,233	0,098

**Annexe 10 : Coefficients d'ajustement (Poids de la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,829
R <sup>2</sup> ajusté	0,825
MCE	1,071
RMCE	1,035
MAPE	4,460
DW	1,477
Cp	13,000
AIC	46,935
SBC	101,725
PC	0,180

**Annexe 11 : Paramètres du modèle (Poids de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	5,736	11,824	0,485	0,628	-17,498	28,969
CE eau	2,594	4,826	0,537	0,591	-6,889	12,077
Na <sup>+</sup> eau	0,015	0,020	0,738	0,461	-0,024	0,053
Ca <sup>+2</sup> eau	0,004	0,017	0,242	0,809	-0,030	0,038
Cl <sup>-</sup> eau	-0,012	0,014	-0,817	0,415	-0,040	0,017
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	0,366	0,907	0,404	0,687	-1,415	2,147
Limon sol	-0,067	0,127	-0,530	0,597	-0,316	0,182
Sable sol	-0,164	0,114	-1,437	0,151	-0,389	0,060
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,096	0,252	-0,381	0,703	-0,591	0,399
Na <sup>+</sup> sol	-0,017	0,021	-0,800	0,424	-0,058	0,024
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,009	0,003	-3,040	<b>0,002</b>	-0,015	-0,003
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,002	0,034	-0,067	0,947	-0,069	0,065
MO sol	-0,002	0,092	-0,016	0,987	-0,183	0,180

**Annexe 12 : Coefficients normalisés (Poids de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	1,466	2,727	0,537	0,591	-3,892	6,823
Na <sup>+</sup> eau	0,653	0,885	0,738	0,461	-1,086	2,393
Ca <sup>+2</sup> eau	0,302	1,248	0,242	0,809	-2,150	2,755
Cl <sup>-</sup> eau	-2,001	2,450	-0,817	0,415	-6,815	2,813
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	1,694	4,196	0,404	0,687	-6,550	9,938
Limon sol	-0,298	0,562	-0,530	0,597	-1,401	0,806
Sable sol	-1,066	0,742	-1,437	0,151	-2,525	0,392
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,040	0,106	-0,381	0,703	-0,248	0,167
Na <sup>+</sup> sol	-0,606	0,757	-0,800	0,424	-2,094	0,882
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,895	0,294	-3,040	<b>0,002</b>	-1,473	-0,317
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,011	0,161	-0,067	0,947	-0,326	0,305
MO sol	-0,001	0,071	-0,016	0,987	-0,140	0,137

**Annexe 13 : Coefficients d'ajustement (Longueur du noyau)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,277
R <sup>2</sup> ajusté	0,259
MCE	0,252
RMCE	0,502
MAPE	3,682
DW	2,216
Cp	13,000
AIC	-677,190
SBC	-622,400
PC	0,762

**Annexe 14 : Coefficients d'ajustement (Poids du noyau sur la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,764
R <sup>2</sup> ajusté	0,758
MCE	0,000
RMCE	0,011
MAPE	6,302
DW	1,381
Cp	13,000
AIC	-4533,841
SBC	-4479,051
PC	0,249

**Annexe 15 : Paramètres du modèle (Poids du noyau sur la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	0,007	0,121	0,059	0,953	-0,231	0,245
CE eau	0,054	0,049	1,087	0,277	-0,043	0,151
Na <sup>+</sup> eau	0,000	0,000	-1,699	0,090	-0,001	0,000
Ca <sup>+2</sup> eau	0,000	0,000	-1,174	0,241	-0,001	0,000
Cl <sup>-</sup> eau	0,000	0,000	-1,709	0,088	-0,001	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	0,004	0,009	0,411	0,681	-0,014	0,022
Limon sol	0,002	0,001	1,461	0,145	-0,001	0,004
Sable sol	-0,001	0,001	-0,946	0,345	-0,003	0,001
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,011	0,003	4,075	<b>&lt; 0.0001</b>	0,005	0,016
Na <sup>+</sup> sol	0,001	0,000	2,527	<b>0,012</b>	0,000	0,001
Ca <sup>+2</sup> sol	0,000	0,000	-1,440	0,151	0,000	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	0,000	0,000	1,137	0,256	0,000	0,001
MO sol	0,000	0,001	0,237	0,812	-0,002	0,002

**Annexe 16 : Coefficients normalisés (Poids du noyau sur la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	3,488	3,208	1,087	0,277	-2,815	9,790
Na <sup>+</sup> eau	-1,769	1,041	-1,699	0,090	-3,815	0,277
Ca <sup>+2</sup> eau	-1,723	1,468	-1,174	0,241	-4,608	1,162
Cl <sup>-</sup> eau	-4,926	2,882	-1,709	0,088	-10,590	0,737
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	2,031	4,936	0,411	0,681	-7,667	11,729
Limon sol	0,965	0,661	1,461	0,145	-0,333	2,263
Sable sol	-0,826	0,873	-0,946	0,345	-2,541	0,890
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,506	0,124	4,075	<b>&lt; 0.0001</b>	0,262	0,751
Na <sup>+</sup> sol	2,251	0,891	2,527	<b>0,012</b>	0,501	4,001
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,498	0,346	-1,440	0,151	-1,179	0,182
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	0,215	0,189	1,137	0,256	-0,156	0,586
MO sol	0,020	0,083	0,237	0,812	-0,143	0,183

**Annexe 17 : Coefficients d'ajustement (Consistance de la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,999
R <sup>2</sup> ajusté	0,999
MCE	0,000
RMCE	0,020
MAPE	0,133
DW	3,053
Cp	13,000
AIC	-3888,585
SBC	-3833,795
PC	0,002

**Annexe 18 : Paramètres du modèle (Consistance de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	0,661	0,231	2,861	<b>0,004</b>	0,207	1,115
CE eau	-1,641	0,094	-17,401	<b>&lt; 0.0001</b>	-1,826	-1,455
Na <sup>+</sup> eau	0,005	0,000	12,238	<b>&lt; 0.0001</b>	0,004	0,005
Ca <sup>+2</sup> eau	0,004	0,000	12,777	<b>&lt; 0.0001</b>	0,004	0,005
Cl <sup>-</sup> eau	0,000	0,000	-1,011	0,313	-0,001	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	0,147	0,018	8,298	<b>&lt; 0.0001</b>	0,112	0,182
Limon sol	0,017	0,002	6,671	<b>&lt; 0.0001</b>	0,012	0,021
Sable sol	0,023	0,002	10,297	<b>&lt; 0.0001</b>	0,019	0,027
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,009	0,005	-1,916	0,056	-0,019	0,000
Na <sup>+</sup> sol	0,000	0,000	0,181	0,856	-0,001	0,001
Ca <sup>+2</sup> sol	0,000	0,000	1,647	0,100	0,000	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	0,000	0,001	0,012	0,991	-0,001	0,001
MO sol	0,001	0,002	0,314	0,753	-0,003	0,004

**Annexe 19 : Coefficients normalisés (Consistance de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	-4,374	0,251	-17,401	< <b>0.0001</b>	-4,868	-3,880
Na <sup>+</sup> eau	0,999	0,082	12,238	< <b>0.0001</b>	0,838	1,159
Ca <sup>+2</sup> eau	1,470	0,115	12,777	< <b>0.0001</b>	1,244	1,696
Cl <sup>-</sup> eau	-0,228	0,226	-1,011	0,313	-0,672	0,216
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	3,210	0,387	8,298	< <b>0.0001</b>	2,450	3,970
Limon sol	0,345	0,052	6,671	< <b>0.0001</b>	0,244	0,447
Sable sol	0,704	0,068	10,297	< <b>0.0001</b>	0,570	0,839
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	-0,019	0,010	-1,916	0,056	-0,038	0,000
Na <sup>+</sup> sol	0,013	0,070	0,181	0,856	-0,124	0,150
Ca <sup>+2</sup> sol	0,045	0,027	1,647	0,100	-0,009	0,098
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	0,000	0,015	0,012	0,991	-0,029	0,029
MO sol	0,002	0,006	0,314	0,753	-0,011	0,015

**Annexe 20 : Coefficients d'ajustement (pH de la datte)**

Observations	500,000
Somme des poids	500,000
DDL	487,000
R <sup>2</sup>	0,985
R <sup>2</sup> ajusté	0,985
MCE	0,001
RMCE	0,026
MAPE	0,063
DW	2,970
Cp	13,000
AIC	-3622,295
SBC	-3567,505
PC	0,015

**Annexe 21 : Paramètres du modèle (pH de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
Constante	-0,464	0,301	-1,538	0,125	-1,056	0,129
CE eau	-1,314	0,123	-10,678	< <b>0.0001</b>	-1,556	-1,072
Na <sup>+</sup> eau	0,004	0,001	8,222	< <b>0.0001</b>	0,003	0,005
Ca <sup>+2</sup> eau	0,005	0,000	10,566	< <b>0.0001</b>	0,004	0,006
Cl <sup>-</sup> eau	-0,008	0,000	-23,088	< <b>0.0001</b>	-0,009	-0,008
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	0,484	0,023	20,921	< <b>0.0001</b>	0,438	0,529
Limon sol	0,063	0,003	19,609	< <b>0.0001</b>	0,057	0,070
Sable sol	0,004	0,003	1,501	0,134	-0,001	0,010
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,007	0,006	1,065	0,288	-0,006	0,019
Na <sup>+</sup> sol	0,000	0,001	0,679	0,498	-0,001	0,001
Ca <sup>+2</sup> sol	0,000	0,000	-1,370	0,171	0,000	0,000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	0,000	0,001	-0,157	0,875	-0,002	0,002
MO sol	-0,001	0,002	-0,487	0,626	-0,006	0,003

**Annexe 22 : Coefficients normalisés (pH de la datte)**

Source	Valeur	Erreur standard	t	Pr >  t	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)
CE eau	-8,520	0,798	-10,678	< <b>0.0001</b>	-10,088	-6,952
Na <sup>+</sup> eau	2,130	0,259	8,222	< <b>0.0001</b>	1,621	2,639
Ca <sup>+2</sup> eau	3,859	0,365	10,566	< <b>0.0001</b>	3,142	4,577
Cl <sup>-</sup> eau	-16,554	0,717	-23,088	< <b>0.0001</b>	-17,963	-15,145
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> eau	25,687	1,228	20,921	< <b>0.0001</b>	23,275	28,100
Limon sol	3,223	0,164	19,609	< <b>0.0001</b>	2,900	3,546
Sable sol	0,326	0,217	1,501	0,134	-0,101	0,753
Argile sol	0,000	0,000				
CE sol	0,033	0,031	1,065	0,288	-0,028	0,094
Na <sup>+</sup> sol	0,150	0,222	0,679	0,498	-0,285	0,586
Ca <sup>+2</sup> sol	-0,118	0,086	-1,370	0,171	-0,287	0,051
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> sol	-0,007	0,047	-0,157	0,875	-0,100	0,085
MO sol	-0,010	0,021	-0,487	0,626	-0,051	0,030

## **ETUDE DE LA QUALITE DU FRUIT DU PALMIER DATTIER *Phoenix dactylifera* L. «DEGLET-NOUR» DANS DIFFERENTES REGIONS DE LA WILAYA DE BISKRA**

DEBABECHE Kaouther<sup>1,2</sup> et DEBABECHE Mahmoud<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup> *Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Khider-Biskra, Algérie*

<sup>(2)</sup> *Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides-Biskra, Algérie*

<sup>(3)</sup> *Laboratoire de Recherche en Génie Civil et Hydraulique, Développement Durable et Environnement (LARGHYDE)*

*Université Mohamed Khider-Biskra, Algérie*

E-mail: [kaoutherdebabeche@gmail.com](mailto:kaoutherdebabeche@gmail.com)

(Received 09 June 2019 - Accepted 29 June 2019)

**Résumé.-** La présente étude recherche une meilleure connaissance du fruit du palmier dattier, afin d'orienter vers une conservation et consommation rationnelles. Elle est étudiée la qualité des dattes de Deglet-Nour sous quatre axes: phénotypique, organoleptique, biométrique et physico-biochimique. L'analyse de la variance a montré des différences significatives entre les différents échantillons de dattes pour certaines caractéristiques étudiées. Les dattes considérées comme bonnes, se rapportent à celles produites dans les exploitations de Doucen, Sidi Khaled et Tolga dont les caractéristiques phénotypiques, organoleptiques et biométriques sont classées parmi les meilleures, avec des caractéristiques physico-biochimiques acceptables. Au vu des résultats, il apparaît que le fruit du palmier dattier demeure une bonne source nutritionnelle et énergétique.

**Mots-clés:** Biskra, *Phoenix dactylifera* L., Deglet-Nour, qualité, dattes.

## **STUDY OF THE QUALITY OF THE FRUIT OF THE PALM DATE TREE *Phoenix dactylifera* L. "DEGLET-NOOR" IN DIFFERENT REGIONS OF THE WILAYA OF BISKRA**

**Abstract.-** The present study seeks a better knowledge of the fruit of the date palm, in order to guide towards rational conservation and consumption. The quality of Deglet-Noor dates is studied under four axes: phenotypic, organoleptic, biometric and physico-biochemical. The analysis of variance showed significant differences between the different date samples for some characteristics studied. The dates considered to be good relate to those produced in the orchards of Doucen, Sidi Khaled and Tolga whose phenotypic, organoleptic and biometric characteristics are classified among the best, with acceptable physico-biochemical characteristics. In view of the results, it appears that the fruit of the date palm remains a good source of nutrition and energy.

**Key words:** Biskra, *Phoenix dactylifera* L., Deglet-Noor, quality, dates.

### **Introduction**

Le palmier dattier est considéré comme une culture stratégique dans les régions présaharienne et saharienne du monde: la péninsule arabe, l'Afrique du Nord, le Moyen Orient et l'Amérique [1]. La production mondiale de dattes a dépassé 8 millions de tonnes pour la campagne agricole 2016/2017 [2]. L'Algérie qui fait partie des trois grands pays producteurs de dattes, dispose d'un potentiel phoenicicole important avec production dépassant 10 million de quintaux pour la même campagne [2]. En l'occurrence, les dattes algériennes font l'objet d'une activité commerciale importante où la wilaya de Biskra

assure cette activité à l'échelle nationale et internationale. Elle est le pionnier dans la production des dattes au niveau national. Les superficies cultivées totales dépassent le quart des superficies des autres wilayas, avec une production supérieure à 4 millions de quintaux pour la campagne agricole 2016/2017, dont 65% de Deglet-Nour [3]. Néanmoins, cette large production qui regroupe une diversité de l'environnement, du climat et de l'entretien agricole peut influencer sur la qualité dattière [1,4,5]. Face à ce constat, cette étude recherche une meilleure connaissance du fruit du palmier dattier et révéler les nuances de la composition des dattes dans différents environnements dans un territoire reconnu par sa potentialité en phoeniculture; et cela afin d'orienter vers une conservation et consommation rationnelle. Pour se faire, nous faisons recours à l'étude de la qualité des dattes de Deglet-Nour, sous quatre axes: phénotypique, organoleptique, biométrique et physico-biochimique.

## 1.- Matériel et méthodes

### 1.1.- Matériel végétal

L'étude est réalisée sur le fruit du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L., de la variété «Deglet-Nour», dans six communes de la wilaya de Biskra (Algérie).

### 1.2.- Echantillonnage et analyse

L'échantillonnage des dattes auprès des pieds du palmier dattier englobe les différents endroits agro-écologiques de la wilaya de Biskra qui subissent diverses conditions climatiques ou hydro-édaphiques dans lesquels la production de dattes de la variété Deglet-Nour varie de 5% comme une borne inférieure, pour la commune d'El Outaya, à 45 %, comme une borne supérieure pour la commune de Tolga [3]. Ce qui amène à effectuer des prélèvements au niveau des communes de Tolga, Doucen, Sidi Khaled, Sidi Okba, Ouled Djellel et El Outaya (tab. I).

**Tableau I.-** Coordonnées géographiques des sites de prélèvement

	Latitude (N)	Longitude (E)
<b>Doucen</b>	34° 35,906'	5° 5,187'
<b>Tolga</b>	34° 44,289'	5° 21,856'
<b>Sidi Khaled</b>	34° 22,324'	4° 57,990'
<b>Ouled Djellel</b>	34° 27,275'	5° 6,020'
<b>El Outaya</b>	34° 55,420'	5° 38,540'
<b>Sidi Okba</b>	34° 43,746'	5° 57,753'

Le prélèvement des échantillons de dattes ne concerne que celles au stade plein maturité, avec un nombre de 40 dattes par palmier dattier et cinq pieds par région d'étude. Il s'est déroulé pendant la campagne agricole 2017/2018.

Pour la réalisation de cette étude, il est fait recours à l'analyse des caractéristiques phénotypiques, organoleptiques, biométriques, physico-chimiques et biochimiques des dattes de Deglet-Nour.

#### 1.2.1.- Caractéristiques phénotypiques et organoleptiques

L'analyse phénotypique et organoleptique est très importante pour apprécier la qualité des dattes. Elle a été réalisée par un panel de 10 personnes, comprenant une série de

caractéristiques d'origine visuelle, tactile et sensorielle :

- Aspect de l'épicarpe de la datte: il est précisé selon les critères mis dans le descripteur du palmier dattier I.P.G.R.I (2005).
- Couleur de l'épicarpe de la datte: elle est appréciée par l'utilisation de la charte des couleurs spécialisées pour les plantes.
- Texture de la datte: le test de déceler la texture des dattes fait pour extraire si elle est farineuse, fibreuse ou mielleuse.
- Goût de la datte: le test de dégustation des dattes est basé sur les critères de la douceur, de l'acidité et de la dessiccation.
- Consistance de la datte: elle est ressentie en mesurant l'indice de qualité:  $r = \text{teneur en sucres totaux} / \text{teneur en eau}$ . Le rapport  $r$  doit être voisin de 2 pour déceler que la datte a une consistance demi-molle. Au-delà de 2, la datte est trop sèche, en deçà, elle est trop humide [1].

### **1.2.2.- Caractéristiques biométriques**

L'analyse biométrique s'est adoptée selon les caractéristiques biométriques discriminantes réalisées dans le descripteur du palmier dattier I.P.G.R.I (2005) ; à travers la prise des tailles des dattes et noyaux, déterminées par le pied à coulisse (photos 1-6). Les poids des dattes, pulpes et noyaux sont pesés par une balance de précision à 0,001g. Les rapports de la longueur et du poids des noyaux sur les dattes ont été calculés.

### **1.2.3.- Caractéristiques physico-chimiques**

La teneur en eau est déterminée par dessiccation de 5 g de dattes dans une étuve à 105°C pendant 24 heures jusqu'à un poids constant [6]. Le potentiel hydrogène est déterminé à l'aide d'un pH-mètre. La détermination des acides est faite par le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse de dattes avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphaléine [7]. La teneur en cendres totales est faite après incinération de la pulpe dans un four à moufle à une température de 500°C pendant 5 à 6 heures jusqu'à l'apparition d'une coloration blanche ou grise [8]. Le taux de solides solubles, est déterminé à partir d'une lecture directe à l'aide d'un réfractomètre [9]. Le dosage des principaux éléments minéraux est déterminé soit par spectrophotométrie à absorption atomique, soit par photomètre à flamme.

### **1.2.4.- Caractéristiques biochimiques**

Pour doser les sucres totaux, il fait recours au réfractomètre [9]. Le dosage des sucres réducteurs, exige à faire agir un excès de liqueur cuproalcaline dans des conditions bien fixées puis il est séparé l'oxyde cuivreux, et il est traité par une liqueur sulfurique de sulfate ferrique. La teneur en sucres non réducteurs (principalement le saccharose) est déterminée par la soustraction entre les teneurs en sucres totaux et les sucres réducteurs.

### **1.2.5.- Analyse statistique**

L'analyse de la variance (ANOVA) est déterminée afin de déceler les différences de qualité entre les dattes étudiées. Elle est prise en considération le traitement de 25 paramètres (caractéristiques) dans six exploitations d'étude. La signification a été acceptée à un niveau de probabilité jusqu'à  $p < 0,001$  pour vérifier s'il existait une variation significative entre les dattes pour chaque paramètre. Les différences entre les moyennes,

pour chaque paramètre, ont été déterminées à l'aide du test post-hoc de Tukey. Cette analyse est extraite par le logiciel XLSTAT version 2018.1.01.

## 2.- Résultats et discussion

### 2.1.- Caractéristiques phénotypique et organoleptique des dattes

Au vu des résultats, il est remarqué des variations plus ou moins notables sur l'ensemble de paramètres étudiés.

#### - Aspect de l'épicarpe de la datte

Les dattes de Deglet-Nour étudiées se caractérisent par un épicarpe lisse mais celles de Tolga et El Outaya contiennent quelques légers plis, cependant les dattes de Sidi Okba et de Doucen se distinguent par des formations des gaufres. Autrement, les dattes de Sidi Khaled et Ouled Djellel semblent de mauvaise qualité, caractérisées par des grands plis. Alors que HANNACHI *et al.* (1998) ont noté que les épicarpes des dattes de Deglet-Nour prennent des aspects variables [10], dû en grande partie aux différences dans les traitements de récolte et post-récolte [11].

#### - Couleur de l'épicarpe de la datte



**Photo 1.-** Dattes d'El Outaya



**Photo 2.-** Dattes de Tolga



**Photo 3.-** Dattes de Sidi Okba



**Photo 4.-** Dattes d'Ouled Djellel



**Photo 5.-** Dattes de Sidi Khaled



**Photo 6.-** Dattes de Doucen

Pour les échantillons étudiés, la nuance des couleurs s'est trouvée entre marron pour les dattes d'Ouled Djellel et Sidi Khaled, marron citrouille pour les dattes de Tolga et Doucen, caramel pour les dattes de Sidi Okba et marron ambre pour les dattes d'El Outaya. Ces observations concordent avec les résultats de HANNACHI *et al.* (1998) qui signalent que la couleur chez le fruit de Deglet-Nour est variable [10].

#### **- Texture de la datte**

D'après le groupe des dégustateurs, les dattes d'étude se caractérisent par une texture fibreuse, ce qui se conforme avec la bibliographie [10,12].

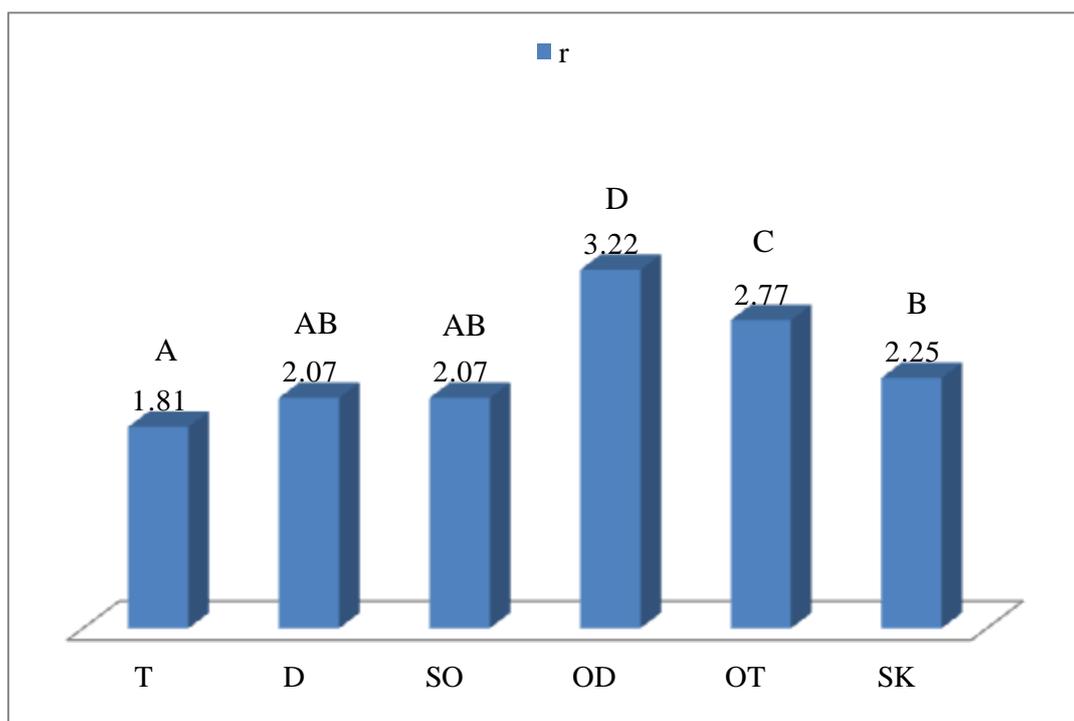
#### **- Goût de la datte**

Le groupe des dégustateurs ont bien apprécié les dattes produites dans Doucen et Tolga. La majorité a annoncé que celles de Doucen sont les plus sucrées par rapport aux autres dattes, justifiées par la teneur élevée en saccharose par rapport aux sucres totaux (photo 6). Toutes les dattes ne présentent aucun arrière goût d'acidité, cependant les dattes d'El Outaya semblent avoir un goût desséché.

#### **- Consistance de la datte**

Bien que tous les échantillons de dattes d'étude appartiennent à une variété reconnue demi-molle, au vu des résultats, le calcul de l'indice  $r$  et l'analyse de la variance ont montré une différence très hautement significative dans la consistance des dattes. Les dattes de Tolga semblent avoir une consistance molle avec un rapport  $r$  inférieur à 2. Les dattes d'Ouled Djellel, El Outaya et Sidi Khaled peuvent être classées comme des dattes sèches vues ses rapports supérieurs à 2. Les dattes de Sidi Okba et Doucen témoignent une stabilité et une aptitude optimale à la conservation (rapports avoisinant 2) (fig. 1).

La qualité et la stabilité des dattes sont influencées par le rapport des teneurs en sucres totaux/eau [1].



**Figure 1.-** Indice r de la qualité des dattes de Deglet-Nour  
(T: Tolga ; D: Doucen ; SO: Sidi Okba ; OD: Ouled Djellel ; OT: El Outaya ; SK: Sidi Khaled)

## 2.2.- Caractéristiques biométriques des dattes

Les résultats de l'analyse biométrique ont montré que la taille de la datte entière et les caractéristiques pondérales ont une différence hautement significative pour les dattes de différentes exploitations d'étude ( $p < 0,001$ ). En fait, la taille est considérée une caractéristique d'appréciation de la qualité commerciale.

**Tableau II.-** Caractéristiques biométriques des dattes de Deglet-Noor de six exploitations d'étude dans la wilaya de Biskra (moyennes et écarts type)

	Longueur de la datte (cm)	Largeur de la datte (cm)	Longueur du noyau (cm)	Largeur du noyau (cm)	Longueur (noyau/datte)
<b>Doucen</b>	4,34 ± 0,30 b	2,16 ± 0,14 c	2,88 ± 2,02 a	0,84 ± 0,35 a	0,66 ± 0,42 a
<b>Tolga</b>	4,41 ± 0,24 b	2,27 ± 0,26 d	2,71 ± 0,21 a	0,79 ± 0,05 a	0,61 ± 0,04 a
<b>Sidi Khaled</b>	4,45 ± 0,31 b	2,09 ± 0,12 c	2,67 ± 0,25 a	0,77 ± 0,07 a	0,60 ± 0,03 a
<b>Ouled Djellel</b>	3,90 ± 0,29 a	1,90 ± 0,12 b	2,25 ± 0,13 a	0,77 ± 0,06 a	0,58 ± 0,05 a
<b>El Outaya</b>	3,95 ± 0,16 a	1,78 ± 0,07 a	2,25 ± 0,12 a	0,84 ± 0,07 a	0,57 ± 0,03 a
<b>Sidi Okba</b>	4,03 ± 0,28 a	2,09 ± 0,18 c	2,50 ± 0,16 a	0,83 ± 0,06 a	0,62 ± 0,04 a

### - Taille de la datte entière

Les exploitations de Sidi Khaled, Tolga et Doucen ont présenté les tailles les plus élevées des dattes. D'après les normes d'I.P.G.R.I (2005) pour les dattes algériennes, les dattes d'étude paraissent moyennes en longueur (4,1-5 cm) [13]. Cependant celles d'Ouled Djellel, El Outaya et Sidi Okba sont courtes (3-4 cm). Les dattes des exploitations d'étude sont larges pour celles de Tolga et Doucen (2,1-3 cm), entre large et moyenne pour les dattes produites à Sidi Khaled et Sidi Okba, suivies par les dattes d'Ouled Djellel et d'El

Outaya qui sont moyennes (1-2 cm) (tab. II). Au vu des normes enregistrées par MELIGI et SOURIAL (1982) et MOHAMMED *et al.* (1983), les exploitations de Sidi Khaled, Tolga, Doucen et Sidi Okba produisent de dattes de bonne qualité (>4 cm) et celles de El Outaya et Ouled Djellel semblent acceptables (3,5-4 cm) [14,15].

### - Rapport de la longueur du noyau sur la datte

Les rapports entre le noyau et la datte entière sont compris entre 0,57 et 0,66. Ces résultats se caractérisent par un rapport moyen, qui n'affecte pas la taille de la datte, estimé entre 1/2 et 2/3, conformes aux résultats de HANNACHI *et al.* (1998) et I.P.G.R.I (2005) [10,13].

**Tableau III.-** Caractéristiques pondérales des dattes de Deglet-Noor de six exploitations d'étude dans la wilaya de Biskra (moyennes et écarts type)

	Nombre de dattes entières/500g	Poids de la datte (g)	Poids du noyau (g)	Poids (noyau/datte)
<b>Doucen</b>	40 ± 7,01 a	12,78 ± 2,03 c	0,83 ± 0,19 ab	0,07 ± 0,01 a
<b>Tolga</b>	39 ± 7,69 a	13,02 ± 2,44 c	0,93 ± 0,12 bc	0,07 ± 0,02 a
<b>Sidi Khaled</b>	42 ± 6,43 ab	12,02 ± 1,78 c	0,89 ± 0,19 bc	0,07 ± 0,01 ab
<b>Ouled Djellel</b>	61 ± 8,15 c	8,25 ± 1,16 a	0,73 ± 0,13 a	0,09 ± 0,02 bc
<b>El Outaya</b>	66 ± 6,60 c	7,57 ± 0,84 a	0,89 ± 0,14 bc	0,12 ± 0,02 d
<b>Sidi Okba</b>	49 ± 8,86 b	10,37 ± 1,51 b	0,98 ± 0,16 c	0,10 ± 0,02 c

### - Poids de la datte entière

Selon la norme d'étiquetage des dattes, tous les échantillons étudiés ont un nombre de dattes entières /500 g inférieur à 80 [16]. Ils sont considérés comme gros surtout ceux produits dans Tolga, Doucen et Sidi Khaled suivant le classement des groupes homogènes introduit par l'ANOVA. Les dattes d'étude se caractérisent par un poids élevé (> 8 g), elles sont évaluées comme de dattes de bonne qualité. A l'exception des produits de l'exploitation d'El Outaya qui sont moyennes (6 à 8 g) [14,15] et qui peuvent être suivies par celles d'Ouled Djellel selon l'analyse statistique révélée.

### - Rapport du poids du noyau sur la datte

Les rapports des poids du noyau sur la datte sont compris entre 0,07 et 0,12 entre tous les échantillons étudiés. Les dattes des exploitations d'étude méritent être une qualité marchande car le rapport entre le poids de la graine sur celui du fruit, ne dépasse pas 10% [1], sauf les dattes d'El Outaya qui présentent un rapport plus élevé (tab. III).

## 2.3.- Caractéristiques physico-chimiques des dattes

L'analyse physico-chimique a indiqué que les résultats des teneurs en eau, acides et en solides solubles ont une différence hautement significative et ceux du potentiel hydrogène et de la teneur en cendres ont une différence significative ( $p < 0,05$ ) pour les dattes de différentes exploitations d'étude.

**Tableau IV.-** Caractéristiques physico-chimiques des dattes de Deglet-Noor de six exploitations d'étude dans la wilaya de Biskra (moyennes et écarts type)

	Teneur en eau (%)	pH	Taux des solides solubles (%)	Cendres (%)	Acides (mg/100g)
<b>Doucen</b>	29,20 ± 1,44 c	6,31 ± 0,05 a	60,19 ± 1,34 a	2,25 ± 0,25 b	0,10 ± 0,01 a

<b>Tolga</b>	29,96 ± 0,51 c	6,10 ± 0,08 a	53,95 ± 4,16 a	1,42 ± 0,01 a	0,11 ± 0,00 ab
<b>Sidi Khaled</b>	25,43 ± 2,11 b	7,18 ± 0,00 b	57,08 ± 2,44 a	2,14 ± 0,28 b	0,13 ± 0,01 bc
<b>Ouled Djellel</b>	21,64 ± 0,11 a	6,37 ± 0,11 a	69,36 ± 3,23 b	2,20 ± 0,15 b	0,15 ± 0,01 c
<b>El Outaya</b>	22,17 ± 1,22 a	6,72 ± 0,41 ab	60,95 ± 2,52 a	2,39 ± 0,15 b	0,15 ± 0,02 c
<b>Sidi Okba</b>	34,18 ± 0,32 d	6,56 ± 0,49 ab	70,31 ± 0,60 b	2,02 ± 0,17 b	0,11 ± 0,00 ab

#### - Teneur en eau

Les dattes sont classées parmi les aliments à humidité intermédiaire [17]. La teneur en eau de la partie comestible chez les dattes étudiées est comprise entre 21,64% pour l'exploitation d'Ouled Djellel et 34,18% pour l'exploitation de Sidi Okba (tab. IV). Les normes apportées par MELIGI et SOURIAL (1982), MOHAMMED *et al.* (1983) et ESTANOVE (1990) ont montré que les dattes d'Ouled Djellel et El Outaya se caractérisent par des valeurs moyennes de teneurs en eau (ne dépasse pas 25 %) [14,15,18], ce qui traduit sa bonne qualité à la conservation. Cependant, les dattes des exploitations de Tolga, Doucen et Sidi Khaled enregistrent des valeurs élevées mais elles sont acceptables (25-30 %). Les dattes de Sidi Okba présentent une teneur en eau dépasse 30 %. Celle-ci peut augmenter la probabilité de détérioration sa qualité à la conservation [14,15,18].

#### - Potentiel Hydrogène

Le pH est un paramètre qui détermine la qualité et la durée de vie de nourriture. Généralement, le potentiel hydrogène des dattes est compris entre 4,5 et 7,2 [12,19]. Les valeurs de potentiel hydrogène des dattes étudiées oscillent dans la fourchette de 6 jusqu'à 7,18 (tab. IV). Elles se caractérisent par une acidité neutre, avec des pH supérieurs à 5,8 [14,15]. Les échantillons de dattes étudiés se prêtent à la conservation et sans risque de développement de levures ou moisissures.

#### - Taux des solides solubles

Les solides solubles représentent l'ensemble de tous les solides dissous dans l'eau incluant les sucres, les sels, les protéines et les acides [8]. Les résultats obtenus ont indiqué que les dattes de Sidi Okba et d'Ouled Djellel se distinguent par des taux des solides solubles plus élevés (tab. IV). Ces valeurs sont proches de celles rapportées par Belguedj (2002) (71%) et Munier (1973) (74,8%) [1,12]. L'évolution de ces valeurs, renseigne de leur richesse en matière glucidique. Ces différences peuvent être justifiées par la variation du microclimat (effet d'enseillement qui influe le processus de photosynthèse chez les parties photosynthétiques du palmier dattier favorisant plus la fabrication des sucres) et la nature du sol (effet de fertilité) [19].

#### - Acidité

L'acidité titrable est considérée comme un indicateur plus fiable que le pH. Elle renseigne sur la quantité en acides organiques présente dans l'échantillon. D'après les résultats obtenus, il peut être noté des faibles teneurs en acidité pour les échantillons de dattes. Elles oscillent de 0,10 mg/100g pour les dattes de Doucen à 0,15 mg/100g pour les dattes d'Ouled Djellel et El Outaya. Ces résultats confirment que tout risque de sénescence et d'endommagement des propriétés sensorielles du fruit devraient se mettre en retard et cela concerne beaucoup plus les dattes de Doucen [20].

## - Cendres

Le tableau V montre que la composition des dattes en matière minérale totale est variable dans les fruits de la variété Deglet-Nour. Les dattes échantillonnées sont riches en éléments minéraux, avec des teneurs en cendre supérieures à 2 %, à l'exception des dattes de Tolga. (HUSSON, 1933 et PERROT et LECOQ, 1934 in MUNIER, 1973) ont enregistré 1,15 à 1,90% de cendres pour les dattes de Tolga. (EL-SOHAÏMY et HAFEZ, 2010) et (HASNAOUI, 2011) ont noté de 2,13% à 2,33% pour les autres variétés de dattes [21,5]. Ces fluctuations dépendent principalement de la fertilité du sol [22]. Il se remarque une présence élevée de potassium (282-345 mg/l), suivi par le magnésium et le calcium (100-140 mg/l et 113-153 mg/l respectivement) et le sodium (3,6-3,7 mg/l). Le manque de magnésium dans les dattes de Tolga pourrait rapporter à la nature du sol. Les teneurs très faibles sont marquées chez les oligo-éléments (cuivre, zinc et manganèse). BOOIJ *et al.* (1992) et REYNES *et al.* (1994) prouvent aussi la même répartition minérale [23,24]. Mais, ces éléments ont été trouvés en quantités relativement importantes par rapport aux autres fruits, qui font des dattes un aliment plus recommandé pour conserver un bon équilibre nutritionnel et améliorer la santé du consommateur à long terme [25].

**Tableau V.-** Caractéristiques minérales des dattes de Deglet-Nour de six exploitations d'étude dans la wilaya de Biskra

	Macroéléments				Oligoéléments		
	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Mn (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
Doucen	3,65 ±	282,40 ±	140 ±	136 ±	0,06 ±	0,15 ±	0,07 ±
	0,00 a	19,49 a	34,64 a	13,86 ab	0,02 a	0,11 a	0,01 a
Tolga	3,70 ±	340,83 ±	153,33 ±	100 ±	0,01 ±	0,91 ±	0,09 ±
	0,00 a	59,54 a	11,55 a	6,93 a	0,01 a	1,47 a	0,02 a
Sidi Khaled	3,70 ±	219,59 ±	126,67 ±	132 ±	0,02 ±	0,08 ±	0,07 ±
	0,00 a	52,55 a	11,55 a	0,00 ab	0,02 a	0,01 a	0,04 a
Ouled Djellel	3,65 ±	345,16 ±	113,33 ±	140 ±	0,04 ±	0,10 ±	0,12 ±
	0,00 a	41,77 a	11,55 a	24,98 b	0,01 a	0,03 a	0,04 a
El Outaya	3,60 ±	306,18 ±	120 ± 20	120 ± 12	0,02 ±	0,05 ±	0,11 ±
	0,00 a	91,27 a	a	ab	0,03 a	0,01 a	0,04 a
Sidi Okba	3,60 ±	288,90 ±	146,67 ±	140 ±	0,03 ±	0,11 ±	0,08 ±
	0,00 a	25,99 a	23,09 a	9,63 b	0,02 a	0,05 a	0,03 a

## 2.4.- Caractéristiques biochimiques des dattes

L'analyse biochimique a indiqué que les résultats de teneur en sucres totaux ont une différence hautement significative. Toutefois, les teneurs en saccharose et sucres réducteurs ont une différence significative pour les dattes de différentes exploitations d'étude.

**Tableau VI.-** Caractéristiques biochimiques des dattes de Deglet-Nour de six exploitations d'étude dans la wilaya de Biskra

	Sucres totaux (%)	Saccharose (%)	Sucres réducteurs (%)
Doucen	60,50 ± 1,32 a	39,33 ± 2,11 b	21,17 ± 0,82 ab
Tolga	54,33 ± 4,16 a	18,23 ± 5,70 a	36,10 ± 3,50 c
Sidi Khaled	57,33 ± 2,52 a	38,53 ± 7,54 b	18,81 ± 5,36 a
Ouled Djellel	69,67 ± 3,21 b	37,17 ± 3,62 b	32,50 ± 0,50 bc
El Outaya	61,33 ± 2,51 a	30,52 ± 0,94 ab	30,81 ± 3,44 abc

<b>Sidi Okba</b>	70,67 ± 0,58 b	42,25 ± 8,02 b	28,42 ± 8,53 abc
------------------	----------------	----------------	------------------

## - Sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. Ils sont présents sous deux formes: composé (saccharose) et réducteur (principalement le fructose et le glucose). D'après les normes signalées par MELIGI et SOURIAL (1982) et MOHAMMED *et al.* (1983), l'analyse des sucres a permis de distinguer les dattes de Sidi Okba de celles des autres exploitations phoenicicoles [14,15]. Elles se spécifient de bon caractère car ses teneurs en sucres totaux dépassent 70% dans 100 g de la pulpe, alors que les autres dattes présentent un caractère acceptable (50-70 %). Les teneurs en sucres varient en fonction du climat et du stade de maturation [1]. ALDJABOURI et ZAID (2006) suggèrent en plus la durée d'exposition au soleil, la disponibilité de l'eau et la fertilisation des sols, qui peuvent influencer le niveau des sucres des fruits [19]. Concernant le cas des dattes produites dans Sidi Okba, elles produisent plus de sucres car ses palmiers peuvent bénéficier de l'ensoleillement qui stimule le processus de photosynthèse ; responsable de la fabrication des sucres.

Les teneurs en saccharose et en sucres réducteurs sont en fonction du cultivar et plus exactement de la consistance du fruit. Selon la littérature, la teneur en saccharose n'est pas stable chez les dattes demi-molles. Elle est en relation étroite avec l'activité de l'enzyme «invertase», responsable de l'hydrolyser en glucose et fructose, dans les conditions d'humidité des dattes et de température élevée [19]. Les dattes de l'exploitation de Sidi Okba sont effectivement classées parmi les dattes les plus riches en sucres, vu ses teneurs en sucres réducteurs qui sont entre 20 et 40% et en saccharose qui sont entre 40 et 65% [18]. Comme il est possible de classer les dattes d'Ouled Djellel, Doucen et Sidi Khaled parmi les dattes de bonne qualité en sucres selon la classification des groupes homogènes. Alors que, les dattes de Tolga et El Outaya se caractérisent par des teneurs en saccharose moins développées, et qui les rendent moins sucrées (10 et 35%) [19].

## Conclusion

La diversité du climat et de l'environnement a agit sur la variation au niveau des caractéristiques phénotypique, organoleptique, biométrique et physico-biochimique du fruit. Il est décelé que les dattes considérées comme de bonnes qualités, se rapportent à celles qui sont produites dans les exploitations de Doucen, Sidi Khaled et Tolga. Les dattes de Sidi Okba peuvent se classer parmi les dattes de bonne qualité, si elles sont destinées à la consommation à court terme.

Le fruit du palmier dattier est considéré comme une source alimentaire à laquelle il doit être assuré un bon conditionnement pour réserver ses qualités nutritionnelle et énergétique.

## Références

- [1].- Munier P.; 1973.- Le palmier dattier. Ed. G.P. Maisonneuve et Larose. Paris, Pp 145-147.
- [2].- F.A.O; 2019.- Bilan statistique de la FAO.  
<http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC/visualize>.

- [3].- M.A.D.R.P.; 2018.- Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la pêche (M.A.D.R.P) Série B, Algérie, 4-42.
- [4].-Bouhoun M. D., Marlet S., Brinis L., Saker M. L., Rabier J., et Côte M.; 2011.- A survey of the combined effects of waterlogging and salinity on fruit yield in the date palm groves of the Wargla basin, Algeria. *Fruits*, vol. 66 n°1, 11-24.
- [5].- Hasnaoui A., Elhoumaizi A., Hakkou A., Wathelet B. et Sindic M.; 2011.- Physico-chemical characterization, classification and quality evaluation of date palm fruits of some Moroccan cultivars. *Journal of Scientific Research*, vol. 3 n° 1: 139-149.
- [6].- Audigie C., Figarella J. et Zonszain F.; 1978.- Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin, Paris, 247p.
- [7].- AFNOR; 1974.- Les adhérents de l'AFNOR. Ed. Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris, 30p.
- [8].- Linden G.; 1981.- Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires: Principe des techniques d'analyse. Analyse des constituants alimentaires. Ed. Technique et Documentation, vol. 2, Paris, 434p.
- [9].- AFNOR; 1986.- Produits dérivés des fruits. 2<sup>ème</sup> édition Association Française de Normalisation (AFNOR), Paris, 81-85.
- [10].- Hannachi S., Benkhalifa A., Khitri D. et Brac de la Perriere R.A.; 1998.- Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. CDARS et URZA Anep Rouiba, 46p.
- [11].- Noutfia Y., Harrak H., Chakib A. L. E. M., et Zegzouti Y. F.; 2018.- Conservation par réfrigération de la datte Marocaine: État des lieux et évaluation des critères physiques et sensoriels de la qualité. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, vol. 6 n°4, 483-488.
- [12].- Belguedj M.; 2002.- Les ressources génétiques du palmier dattier: Caractéristiques des cultivars de dattier dans les palmeraies du Sud-Est Algérien. Ed. INRAA, Algérie, N° 1, 28-289.
- [13].- I.P.G.R.I; 2005.- Descripteurs du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Ed. Institut International des Ressources Phylogénétiques (I.P.G.R.I), Rome, 71p.
- [14].- Meligi M., Sourial G., Mohsen A., Khalifa A. et Abdalla M.; 10982.- Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. First Symposium on the Date Palm, Saudi Arabia, Pp 23-25.
- [15].- Mohammed S., Shabana H. R., et Mawlod K. A.; 1983.- Evaluation and identification of Iraqi date cultivars: fruit characteristics of fifty cultivars. *Date Palm*, vol. 21 n° 1, 27-55.
- [16].- F.A.O-W.H.O; 1985.- Norme pour les dattes Codex Stan. Organisation des Nations

Unies pour l'alimentation et l'agriculture (F.A.O) et Organisation Mondiale de la Santé, (W.H.O), vol. 143: 2-3.

- [17].- Giddey C.; 1982.- Les produits à humidité intermédiaire. Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. Ed. APRIA, Pp 21-28.
- [18].- Estanove P.; 1990.- Note technique: Valorisation de la datte ; Options méditerranéennes: Série A, Séminaires Méditerranéens, n° 11, 306p.
- [19].- Al-Djabouri H.D. et Zaïd A.; 2006.- Technologie de l'agriculture et la production de la phoeniculture ; Ed. Bureau régional de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture pour le proche orient. Caire, Pp 226-254.
- [20].- Jadhav S. J. et Andrew W. T.; 1977.- Effects of cultivars and fertilizers on nonvolatile organic acids in potato tubers. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, vol. 10 n° 1: 13-18.
- [21].- El-Sohaimy S. A. et Hafez E. E.; 2010.- Biochemical and nutritional characterizations of date palm fruits (*Phoenix dactylifera* L.). Appl Sci Res, vol. 6 n° 6: 1060-1067.
- [22].- Acourene S., Belguedj M., Tama M. et Taleb B.; 2001.- Characterization, evaluation and identification of date quality of date palm cultivars cultivated in the region of Biskra. Res. Agron, vol. 8, 19-39.
- [23].- Booij I., Piombo G., Risterucci J. M., Coupe M., Thomas D. et Ferry M.; 1992.- Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Fruits, vol. 47 n° 6, 667-677.
- [24].- Reynes M., Bouabidi H., Piombo G., et Risterucci A. M.; 1994.- Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. Fruits, vol. 49 n° 4: 289-298.
- [25].- Griffith H. W.; 1998.- Vitamins, herbs, minerals & supplements. Ed. Fisher books, Madison, 512p.

## **Influence de la qualité de l'eau et de la nature du sol sur le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) dans la wilaya de Biskra**

### **Résumé**

La diversité de l'environnement, du climat et du comportement physique agit sur le palmier dattier et surtout la qualité de la production. Les vastes superficies cultivées de palmiers dans la wilaya de Biskra et la bonne réputation de ses dattes nous amènent à effectuer cette recherche et cela en se basant sur l'étude de l'interaction entre l'eau et le sol sur la production du palmier dattier. Pour ce faire, des analyses phénotypiques et physico-chimiques ont été amenées sur 42 variables englobant l'eau, le sol et la production dans 5 exploitations d'étude. Les résultats obtenus ont montré un large spectre de corrélation des caractéristiques hydriques et édaphiques en fonction des caractéristiques productives du palmier dattier, les principales sont : la salinité de l'eau d'irrigation et la texture du sol ont un effet sur le rendement et la durée de vie du fruit (la consistance et le pH) ; la salinité du sol avec le niveau élevé du sodium, et la non disponibilité du calcium dans le sol d'une quantité suffisante ont un effet négatif sur la qualité des caractéristiques relatives au poids du fruit. Toutefois, il apparaît clair que la production des dattes dans les différentes régions n'enlève rien à sa valeur nutritionnelle, mais certaines d'entre elles peuvent répondre mieux aux normes d'exportation. Les résultats extraits de l'approche descriptive ont montré que les dattes de l'exploitation de Doucen peuvent être une bonne alternative à celles de Tolga qui se considère comme un pôle d'exportation des dattes de Deglet-Nour.

**Mots clé :** Qualité, eau, sol, datte, Biskra

## **Influence of the quality of the water and the nature of the soil on the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the wilaya of Biskra**

### **Abstract**

The diversity of the environment, climate and physical behavior affects the date palm and especially the quality of production. The vast cultivated areas of palm trees in the wilaya of Biskra and the good reputation of its dates lead us to carry out this research based on the study of the interaction between water and soil on date palm production. To do this, phenotypic and physico-chemical analysis were carried out on 42 variables including water, soil and production in 5 study orchards. The results obtained showed a wide spectrum of correlation of water and soil characteristics with the productive characteristics of the date palm, the main ones are: salinity of irrigation water and soil texture have an

effect on the yield and shelf life of the fruit (consistency and pH); soil salinity with high level of sodium, and non-availability of calcium in the soil in sufficient quantity have a negative effect on the quality of the characteristics related to the weight of the fruit. However, it is clear that the production of dates in the different regions does not detract from their nutritional value, but some of them may better meet export standards. The results from the descriptive approach showed that dates from Doucen can be a good alternative to those from Tolga, which considers an export pole for Deglet-Noor dates.

**Key words :** Quality, water, soil, date, Biskra

## تأثير نوعية المياه وطبيعة التربة على نخيل التمر (*Phoenix dactylifera L.*) في ولاية بسكرة

### ملخص

يؤثر تنوع البيئة والمناخ والسلوك الزراعي على نخيل التمر و خصوصاً جودة الانتاج. دفعتنا المساحات الشاسعة المزروعة بأشجار النخيل في ولاية بسكرة والسمعة المرموقة لتمورها إلى إجراء هذا البحث و ذلك بالتركيز على دراسة التفاعل بين ماء السقي والتربة على انتاج نخيل التمر. للقيام بذلك، تم إجراء تحاليل مظهرية و فيزيائية-كيميائية على 42 متغيراً الخاص بالماء والتربة والإنتاج على مستوى 5 مستثمرات. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها طيفاً واسعاً من الارتباط بين خصائص الماء والتربة وفقاً للخصائص الإنتاجية لنخيل التمر ، وأهمها: لملوحة مياه الري وقوام التربة تأثير على المحصول و مدى حياة الفاكهة (الاتساق ودرجة الحموضة) ؛ ملوحة التربة مع ارتفاع نسبة الصوديوم وعدم توفر الكالسيوم في التربة بكميات كافية يكون لها تأثير سلبي على جودة الخصائص المتعلقة بوزن الثمرة. ومع ذلك ، يظهر جلياً أن إنتاج التمور في مناطق مختلفة لا ينتقص من قيمتها الغذائية ، لكن بعضها قد يلبي معايير التصدير بشكل أفضل. أظهرت النتائج المستخلصة من النهج الوصفي أن تمور مزرعة الدوسن يمكن أن تكون بديلاً جيداً لتلك الموجودة في طولقة التي تعتبر مركزاً لتصدير تمور دجلة نور.

**كلمات مفتاحية :** نوعية، ماء، تربة، تمر، بسكرة