

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

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Omar El-Barnaoui  
(CRSTRA)

# Journal Algérien des Régions Arides (JARA)

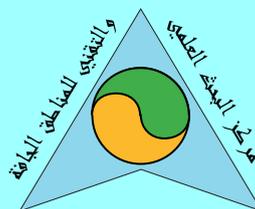
Algerian Journal of Arid Areas

Revue Scientifique Internationale

N° 14 – 2017



ISSN 1112-3273



C.R.S.T.R.A  
Scientific and Technical Research  
Centre for Arid Areas

# JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

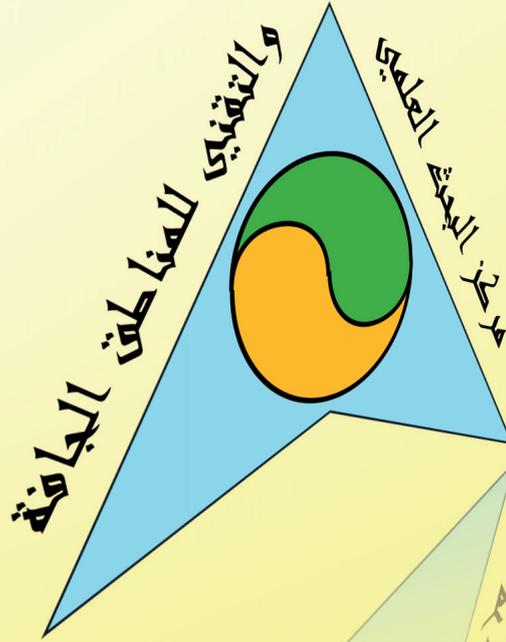
(JARA)

ALGERIAN JOURNAL OF ARID AREAS

المجلة الجزائرية للمناطق الجافة

ISSN 1112-3273

N° 14 / 2017



**Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides -  
Omar El Barnaoui - (CRSTRA)**

Campus Universitaire, BP no 1682, RP 07000 Biskra.

Tél: +213 (0) 33 52 20 91

Fax: +213 (0) 33 52 20 92

<http://www.crstra.dz>

## Photo de la couverture

Les écosystèmes fragiles des zones arides sont fortement menacés par la pression anthropique et l'effet de stress édaphique (Cliché: Y. Halis 19/04/2016).

**Directrice de la revue:** LAKHDARI Fattoum

**Rédacteurs en chef:** BELHAMRA Mohamed & HALIS Youcef

**Coordinatrice de rédaction:** HANAFI Asma

## Comité scientifique

**ABDELGUERFI Aissa**, INA Alger - Algérie

**ADAMOU Abdelkader**, Université de Ouargla, Algérie

**AULAGNIER Stéphane**, Professeur CEFS-INRA Castanet-Tolosan, France

**BEDRANI Slimane**, CREAD, Alger, Algérie

**BEKKI Abdelkader**, Université d'Oran - Algérie

**BELHAMEL Mayouf**, CDER, Alger, Algérie

**BELHAMRA Mohamed**, Université de Biskra, Algérie

**BENAISSA Med Houcine**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**BENZAOUZ M.Tahar**, Université de Constantine, Algérie

**BENHADDYA Med Lamine**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**BENSAAD Ali**, Université d'Aix en Provence- France.

**BENSACI Tayeb**, Université de M'sila, Algérie

**BENSALAH Med Kamel**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**BENZOHRHA Ibrahim E.**, CRSTRA, Bechar, Algérie

**BIED-CHARRETON Marc**, Université de Versailles Saint Quentin, Franc

**BRINIS Louhichi**, Université de Annaba, Algérie

**BOUCHAHM Nora**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**BOUKERKER Hassen**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**BOULGHOBRA Nouar**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**DELGADO ENGUITA Ignacio**, Institut d'Agronomie, Saragosse -Espagne.

**CHAMSA A. Khalifa**, Université d'ElOued, Algérie

**CHEHMA Abdelmadjid**, Université d'Ouargla - Algérie

**CHELOUFI Hamid**, Université Ouargla- Algérie

**COTE Marc**, Université d'Aix – France

**DELGADO ENGUITA Ignacio**, Institut d'Agronomie. Saragosse -Espagne

**DJEBAR Mohamed Reda**, Université Annaba –Algérie

**DJELLOULI Yamina**, l'Université du Maine, France

**DUBOST Daniel**, Université Angers - France

**EL KHATHIRI Achour**, Université de Hadramout, Yémen.

**FARHI Yacine**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**FAYE Bernard**, Campus international de Baillarguet Montpellier

**FERCHICHI Ali**, IRA Médenine, Tunisie

**FORREST Francis**, CIRAD, Montpellier, France

**GAOUAR Abdelaziz**, Université de Tlemcen, Algérie

**GHOUL Mostefa**, Université de Sétif – Algérie

**HACINI Salih**, Université d'ORAN, Algérie

**HALILAT M.Tahar**, Université de Ouargla – Algérie

**HALIS Youcef**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**HALITIM Amor**, Université de Batna, Algérie

**HAMDI AISSA Balhadj**, Université de Ouargla, Algérie

**HANI Azzeddine**, Université Annaba –Algérie

**HASSANI Moulay Driss**, Université d'ORAN – Algérie

**HOHAMDI Moussa**, Université de Guelma, Algérie

**HUGUENIN Johann**, CIRAD, Montpellier, France

**KAABECHE Mohamed**, Université de Sétif – Algérie.

**KADIK Bachir**, Université Houari Boumédiène Alger Algérie.

**KADIK Leila**, Université Houari Boumédiène Alger Algérie.

**KAIDI Rachis**, Institut des Sciences Vétérinaires, USD, Blida, Algérie

**KANDRELIS Sotiris**, Institut de Technologie Agricole EPIRUS, Grèce

**KAROUNE Samira**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**KECHEBAR Mohamed**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**KETTAB Ahmed**, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, Algérie

**KHALDOUN A.**, ITGC Alger, Algérie

**KOULL Naima**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**LAGHA Ahmed**, Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherches (I.H.F.R.) ORAN, Algérie

**LAKHDARI Wassima**, INRA, Touggourt, Algérie

**MAINGUET Monique**, Université de Reims Champagne Ardenne, France

**MANIA Jacky**, Université des Sciences et Technologies de LILLE, France

**MATARI Ammar**, Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche (IHFR), ORAN, Algérie

**MAYOUF Rabeh**, CRSTRA, Touggourt, Algérie

**MOUSTFAOUI Toufik**, CRSTRA, Biskra, Algérie

**MUDRY Jacques**, Université Franche Comté, France

**NEFFATI Mohamed**, IRA, Médenine, Tunisie

**NOUIDJEM Yacine**, Université de M'sila, Algérie

**OUAMENE Ahmed**, Université de Biskra, Algérie  
**PORQUEDDU Claudio**, Institut d'Agronomie Pastorale de Sassari- Italie  
**RICCI Jean Claude**, Institut Méditerranéen du Patrimoine Cynégétique et Faunistique, Vergèze, France  
**SAKAA Bachire**, CRSTRA, Biskra, Algérie  
**SAOUDI Abdessamad**, University de M'sila, Algérie  
**SENOUSSI Med Mourad**, Université d'Oum El Bouaghi, Algérie  
**SLIMANI Noreddine**, Université d'Ouargla - Algérie  
**Yahia Abdelouahab**, Université de Mila, Algérie  
**Zellagui Amar**, Université d'Oum El Bouaghi, Algérie

### **Comité de Rédaction**

**BELHAMRA Mohamed**, Université Mohamed Kheider, Biskra  
**BENAZZOZ Med Tahar**, Université Mentouri - Constantine  
**BEDRANI Slimane**, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - Alger  
**BOUCHAHM Nora**, CRSTRA, Biskra, Algérie  
**FARHI Yacine**, CRSTRA, Biskra, Algérie  
**HALITIM Amor**, Université El-hadj Lakhdar - Batna  
**HALIS Youcef**, CRSTRA, Touggourt, Algérie  
**MOUSTFAOUI Toufik**, CRSTRA, Biskra, Algérie  
**SAKAA Bachire**, CRSTRA, Biskra, Algérie

### **Conception graphique**

**KHARFALLAH Nasreddine**, Service Informatique, CRSTRA, Biskra, Algérie  
**CHEKKAL Fekreddine**, Station Bio-ressources, CRSTRA, Biskra, Algérie

**Journal Algérien des Régions Arides (JARA)**  
**N° 14 (2017)**

ISSN 1112-3273  
<http://www.crstra.dz>

# Instructions aux auteurs

## Généralités

La revue accepte tout article original, présentant de nouvelles études sur tout aspect de recherche fondamentale, appliquée et développement.

L'article peut être de nature scientifique ou technique et ayant trait aux zones arides ou semi-arides. Les articles soumis ne doivent pas avoir fait l'objet d'une publication dans un autre journal.

Il est recommandé de concevoir les articles sous une forme rédactionnelle en limitant les niveaux de classification, pas plus de trois niveaux de titres et intertitres, et en veillant à maintenir un équilibre entre le texte proprement dit et les illustrations (encadrés, tableaux, figures, photos). Quand un auteur reprend une figure, une photographie ou un tableau provenant d'une autre source (autre publication), il doit indiquer l'origine du document après avoir obtenu au préalable le droit de reproduction.

## Langue

Les articles peuvent être rédigés en arabe, en anglais ou en français.

## Types de manuscrit

À préciser sur la première page lors de la soumission d'un manuscrit.

**Article de recherche :** contribution inédite découlant d'une étude complète. Ce type d'article fait typiquement une dizaine de pages et environ 3 000 à 4 000 mots.

**Communication courte (Note):** observation nouvelle ou rapport d'expérience dans un contexte pertinent avec les sujets visés par la revue. Ce type d'article fait typiquement un document de cinq à sept pages et environ 2 000 à 3 000 mots.

**Article de synthèse:** revue critique et originale de sujets spécifiques d'actualité ou d'un champ de recherche de pointe. Ce type d'article fait typiquement une vingtaine de pages et environ 6 000 à 8 000 mots.

## Présentation

Le manuscrit doit être écrit en format électronique en double interligne avec une police 12. Le format préférentiel pour le texte est Word. Il est recommandé d'éviter les formats de type PDF ou PostScript.

La première page de la soumission doit comporter le titre principal avec sa traduction en anglais, les

auteurs, les institutions impliquées, le nom et les coordonnées de l'auteur correspondant.

La deuxième page doit comporter un résumé en français de 250 mots maximum, un abstract en anglais (traduction exacte), et un maximum de 6 mots clés en français et en anglais (traduction exacte).

Le plan de l'article se déroulera classiquement comme suit: Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats et Discussion, Conclusions. Les références bibliographiques apparaissent après la conclusion.

## Unités, abréviations et symboles

Utilisez le système métrique (unités internationales) aussi souvent que possible. Notez par exemple ces abréviations : gramme, g ; kilogramme, kg ; litre, L ; milligramme, mg ; microgramme, µg ; millilitre, mL ; centimètre, cm ; unité internationale, U.I. ; milliéquivalent, mEq ; secondes, s ; minutes, min ; heures, h.

Toutes les abréviations, usuelles ou non, des termes médicaux et scientifiques doivent être explicitées lors de leur première apparition dans le texte.

## Nomenclature

Les noms latins de genres et d'espèces, les locutions latines seront en italique ou soulignés.

## Illustrations

Les figures et tableaux de l'article sont incorporés et joints sur pages séparées placées après les références bibliographiques. Chaque illustration doit avoir une légende courte explicative.

## Références bibliographiques

Dans le texte courant, les références aux auteurs d'articles sont en minuscules, sans virgule avant l'année, ex.: Chevalier (2001), Chevalier (2001, 2002), (Chevalier 2000; Ruzin 2002), (Chevalier & Ruzin 2003), (Chevalier et al. 2005), Chevalier (2001: 1; 2003: 4), Chevalier (2001: fig. 2).

Dans la bibliographie, les noms de revues ne doivent pas être abrégés. Les références sont présentées par ordre alphabétique comme ci-dessous:

*Pour les articles de revues:*

Charrouf Z, Pumareda L, Henry F, (2006) Valorisation des feuilles d'arganier: impact environnemental. *Bois et Forêts des Tropique* 287:35-44

*Pour les livres:*

Ruzin SE (1999) Plant microtechnique and microscopy. Oxford University Press, New York.

### Soumission du manuscrit

Pour toute soumission, les auteurs doivent adresser la version numérique de leurs articles au secrétariat de la revue :

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Campus Universitaire, BP 1682, RP 07 000 Biskra (Algérie).

jara@crstra.dz

### Evaluation du manuscrit

Les articles sont soumis de façon anonyme à deux rapporteurs aux compétences thématiques. Ces derniers étudient le manuscrit (forme et fond) et remettent aux responsables de la revue un rapport d'évaluation. Ce rapport est à son tour transmis à l'auteur de façon anonyme pour procéder aux corrections. Le texte corrigé est soumis une seconde fois aux rapporteurs. L'auteur est alors invité à procéder aux dernières corrections. Si les corrections ne sont pas apportées, le comité de lecture se donne le droit de ne pas publier le texte concerné.

<b>JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES</b> Revue Scientifique internationale		
<b>Bulletin D'abonnement</b> Ce bulletin doit être retourné au CRSTRA  <b>Adresse</b> Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Campus universitaire, BP n°1682, R.P. 07000 Biskra, Algérie  Tel. : + 213 (0) 33 73 42 14 Fax : +213 (0) 33 74 18 15  E mail : crstra@crstra.dz  www.crstra.dz	Institution:	
	Nom:	
	Prénom:	
	Adresse:	
	Ville:	Code Postal:
	Tél.:	Fax:
	Je m'abonne à : ..... exemplaires de la revue	
	Je joins mon règlement à l'ordre du CRSTRA par	
	Chèque bancaire : .....	
	Virement bancaire : .....	
Compte Bancaire Dinars n° : 5662063-S BEA Biskra		
Virement Bancaire Devise BEA Biskra		
N° : 002.00056 56 056 62 063 48 Code swift: BEXAD2 AL 056		
<b>Algérie = 500 DA, Étranger = 15 €</b>		

## Éditorial

Constituant près du tiers de la surface des continents, les régions arides et semi arides englobent d'importantes réserves en terres, en eaux et en ressources biologiques et minérales. En Algérie, elles occupent près de 95% du territoire national couvrant les hauts plateaux, la steppe et les grands espaces sahariens. Elles offrent des écosystèmes riches, diversifiés mais vulnérables qui sont soumis à une pression de plus en plus forte liée à une croissance démographique, et surtout à des besoins sans cesse croissants, notamment en eau et en produits alimentaires, ce qui les rend sujettes à la carence aiguë des ressources et aux effets des changements climatiques.

Par ailleurs, les données fiables et utilisables sur le fonctionnement de ces écosystèmes, marqués par l'aridité et des mutations socio-économiques, sont peu disponibles ou du moins peu diffusées et non exploitées.

Pour répondre aux enjeux du développement socio-économique, les décideurs interpellent et incitent les scientifiques à développer d'avantage et diffuser la connaissance et surtout proposer des solutions ou les alternatives adaptées à ces milieux soutenues par des outils de gestion fiables (référentiels, normes, modèles, produits, techniques...)

C'est dans ce sens que vient ce numéro du JARA traitant essentiellement de la phœniciculture comme culture spécifique des régions arides, qui contribue non seulement à l'économie nationale mais aussi à la stabilité des populations en régions sahariennes. En outre, l'augmentation de la production dattier dans sa diversité variétale constitue une opportunité à saisir pour le développement d'unités de transformation et de valorisation du patrimoine phœnicicole et par conséquent la création de l'emploi.

La question de l'eau, en tant que facteur vital de développement, prend un intérêt particulier dans ce numéro notamment sur les aspects qualitatifs.

La valorisation des bioressources locales pour la promotion de la lutte biologique a fait également l'objet d'articles forts intéressants.

Quoiqu'il en soit, l'inventaire des espèces des régions arides, leur diversité, leurs atouts matériels et immatériels et leurs faiblesses méritent d'être soutenues par une recherche pérenne émanant des réalités du terrain et répondant aux attentes de ces régions dans une stratégie de développement durable.

**Mohammed MESNOUA**

Division de la Phœniciculture, Biotechnologie et valorisation des produits et sous produits du palmier dattier, CRSTRA.

# Sommaire

<b>Diagnostic des pratiques culturales dans l'agrosystème phœnicicole (Cas de la région de Ouargla)</b>	<b>10</b>
<i>M. Faci, S. Babahani, A. Senoussi</i>	
<b>Suivi journalier des variations de l'humidité d'un sol sableux à l'aide de TDR et par la méthode gravimétrique (Cas de palmeraie de l'Oued Righ)</b>	<b>25</b>
<i>S. Helimi, S. Mokhtari, A. Mihoub et A. Halitim</i>	
<b>Etude éco-dendrométrique de <i>Pinus halepensis</i> Mill. dans la forêt communale de Tiaret (Djebel Guezoul)</b>	<b>34</b>
<i>K. Bouazza, A. Ghemmez, N. Berdali, O. Naggar, A. Labdelli</i>	
<b>Integrated management of Bayoud disease on date palm (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) caused by <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>albedinis</i> in Algeria</b>	<b>41</b>
<i>I. E. Benzohra, M. Megateli, B. A. Elayachi, M. Zekraoui, K. Djillali, A. Bouafia, S. Benouis, A. Benaziza et A. Rekis</i>	
<b>Étude de l'impact des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ</b>	<b>49</b>
<i>NE. Bekkari, Y. Halis, ML. Benhaddya, ML. Saker</i>	
<b>Effet du stress salin sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de l'<i>Acacia albida</i></b>	<b>60</b>
<i>S. Karoune, M.S.A. Kechebar, Y. Halis, A. Djellouli et C. Rahmoune</i>	
<b>Les maladies à transmission hydrique en Algérie</b>	<b>74</b>
<i>W. Kherifi, F. Bekiri</i>	
<b>Caractérisation biologique et écologique d'un poisson d'eau douce (Genre <i>Pseudophoxinus</i>) dans l'Est Algérien</b>	<b>84</b>
<i>M. Marfoua, I. Souffi, R. Chaibi &amp; A. Sibachir</i>	
<b>Réponse nutritionnelle de trois variétés d'orge à la qualité de l'eau d'irrigation et à la fertilisation azotée</b>	<b>93</b>
<i>Y. Abdelhafid, MZ. Rechachi, T. Otmane, H. Rouahna et A. Halitim</i>	
<b>Caractérisation des eaux usées des rejets domestiques de la ville de Touggourt (Algérie)</b>	<b>104</b>
<i>K Amiri, N Bekkari, A Débbakh, A Benmalek, N Bouchahm</i>	

# Sommaire

---

<b>Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne <i>Artemisia judaica</i> en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun <i>Culiseta longiareolata</i></b>	<b>109</b>
<i>F. Acheuk, K. Abdellaoui, W. Lakhdari, A. Dehliz, M. Ramdani, F. Barika, R. Allouane et F. Halouane</i>	
<b>Biological control of date palm diseases with native antagonistic fungi of OuedRigh region (Algerian sahara)</b>	<b>117</b>
<i>F. Ouadah, W. Lakhdari, A. Dehliz, F. Acheuk, R. Mlik, W. Benlamoudi, H. Hammi, M. Berrekbia, S. Gueriani, B. Doumandji-Mitiche</i>	
<b>Effect of sap salinity on hydraulic properties of the stem xylem of <i>Paraserianthes lophantha</i> grown in desert region</b>	<b>126</b>
<i>Y. Halis, M.L. Benhaddya, M. Khellou, M. Belhamra</i>	
<b>La valorisation des produits de terroir en zones arides: Diagnostic d'une petite entreprise produisant la confiture de Dattes</b>	<b>132</b>
<i>M. M. Selt, S. Benziouche</i>	

## RESEARCH PAPER

# Diagnostic des pratiques culturelles dans l'agrosystème phœnicicole (Cas de la région de Ouargla)

## *Diagnosis of farming practices in date-palm agro-system (case of the region of Ouargla)*

M. Faci<sup>1</sup>, S. Babahani<sup>2</sup>, A. Senoussi<sup>2</sup>

1. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides - Biskra

2. Université Kasdi Merbah - Ouargla

Received 2 November 2016; Revised 13 December 2016; Accepted 25 December 2016

### Résumé

Le but de notre étude est de diagnostiquer la situation de l'agrosystème phœnicicole dans la région d'Ouargla, pour connaître les différents facteurs qui favorisent la dégradation de ce patrimoine.

Notre travail du terrain a porté sur cinq zones caractéristiques, comptées parmi les plus anciennes (le ksar d'Ouargla, N'gouça, Chott, Adjadja et Sidi Khouiled), à travers 150 visites aux différentes exploitations agricoles et 120 enquêtes; le travail a été suivi par des analyses statistiques (AFCm) et des discussions.

Les résultats montrent que les pratiques culturelles, au niveau de ces palmeraies, ont un rôle très important dans la dégradation des exploitations phœnicicoles. Ces pratiques, non seulement détruisent cet agrosystème, mais elles accélèrent sa disparition.

La dégradation de l'antique oasis d'Ouargla s'accroît de plus en plus, alors que la disparition de la palmeraie du ksar d'Ouargla n'est qu'une question de temps.

**Mots-clés :** agrosystème, phœniciculture, pratiques culturelles, diagnostic, dégradation, disparition.

### Abstract

*The purpose of our study is to diagnose the situation of phœnicicole agro-system in the region of Ouargla, to know the various factors that promote degradation of that heritage.*

*To do this, our work field covered five areas characteristics, counted among the oldest (the Ksar of Ouargla, N'gouça, Chott Adjadja and Sidi Khouiled) through 150 visits to various farms and 120 investigations; the work was followed by statistical analysis (AFCm) and discussions.*

*The results show that agricultural practices, in these palm groves, have a very important role in the degradation of phœnicicoles farms. These practices not only destroy this agro-system, they accelerate its demise.*

*The degradation of the ancient oasis of Ouargla is growing more and more, so that the disappearance of the palm grove of Ksar of Ouargla is only a matter of time.*

**Keywords:** agro-system, date palm, cultural practices, diagnostic, degradation, disappearance.

### Corresponding author

M. Faci

E-mail: fm\_alg@yahoo.fr

## 1. Introduction

L'ancien système agricole ou palmeraies traditionnelles, est en réalité, un ensemble d'exploitations familiales de petite taille, situées près des ksours, où chaque palmeraie porte le nom du ksar avoisinant (ksar de N'gouça, ksar de Adjadja ...etc.). Ces palmeraies ont formé un modèle agricole d'autosubsistance afin d'assurer en premier lieu, la survie de l'exploitant et sa famille; mais loin d'être destinée à produire des surplus commerciaux (Bedda 1995).

Il faudrait rappeler que la vie au Sahara serait approximativement impossible, sans l'existence de couvert végétal composé essentiellement par Phoenix dactylifera L.

Les 3/4 du terroir phœnicicole se localise au Nord-Est du Sahara algérien, région des Zibans, l'Oued Righ et la cuvette d'Ouargla.

C'est dans ses régions, que sont produites les dattes a grande valeur commerciale, Daglet Nour et autres variétés commerciales, à l'image des variétés Ghars, Mech Degla, Degla Beïda,...etc. (Bakour 2003).

La région d'Ouargla est caractérisée par un climat particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale. L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées, en été et par la faiblesse des précipitations; mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air (Rouillois-Brigol 1975).

Ce qui est appelée la cuvette de Ouargla, est en fait la basse vallée de l'Oued M'ya qui se jette avec l'Oued M'zab et l'Oued N'sa dans la Sebkhata Safioune. Elle commence au Sud avec les ruines de Sédrata, l'ancienne capitale des Ibadites et elle se termine à l'entrée de la Sebkhata Safioune, quarante km au Nord.

Ouargla était le point d'eau pérenne, passage obligatoire devenu un marché local où s'échangeaient des marchandises de Nord et du Sud du Sahara. Les bénéfices du négoce y étaient investis dans la phœniciculture, donnant à l'oasis sa triple fonction : d'étape, d'échanges et agricole, donc de base logistique pour les hommes et les dromadaires sur la route des convois caravaniers (Mainguet 2003).

Il existe de graves problèmes écologiques dans les zones urbaines et agricoles de la région d'Ouargla. L'eau stagnante ou affleurante, dont la salinité est très élevée, menace les palmeraies et l'ensemble de la végétation (BG 2004).

Selon Idder (2002), depuis près de deux décennies, les anciennes palmeraies ont connu une grande dé-

gradation. L'origine des différentes dégradations intervenues au sein du milieu naturel est essentiellement d'ordre :

- Ecologique, on cite entre autres, le problème de l'assainissement et des rejets des eaux usées, l'invasion des palmeraies par le béton,...etc.;
- Socio-économique, tel que le vieillissement de la main d'œuvre et le manque d'approvisionnement en moyens de production;
- Technique, on rappelle ici, essentiellement, les mauvaises pratiques culturelles et le manque d'entretien.

Ainsi énumérées, ces contraintes nous obligent à s'interroger sur la situation actuelle de la phœniciculture au pays d'Ouargla :

- Est-ce que les contraintes qui existent, encouragent une dégradation continue, et un délaissement total de l'agriculture au niveau de ces palmeraies ?
- Est-ce que l'existence d'atouts peut, préserver, améliorer et même développer la situation actuelle des vergers phœnicicoles vers la durabilité ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Situation géographique

Les coordonnées géographiques de la ville d'Ouargla sont les suivantes (Fig1) (ANRH 2005) :

- Altitude moyenne : 137 m.
- Latitude : 31°57' Nord.
- Longitude : 5°20' Est.

### 2.2. Le méso-climat de la palmeraie

Il convient d'abord de différencier entre la notion de climat, méso-climat et microclimat. Le climat règne à l'échelle régionale, le méso-climat à l'échelle locale et le microclimat à l'échelle microscopique (écorce des arbres, sous la litière...etc.).

Selon Toutain (1979), on parle de méso-climat phœnicicole au sein d'une palmeraie.

La structure de l'association végétale notamment le nombre, et la disposition des strates, influent sur les facteurs climatiques. Ainsi, une palmeraie dense avec une strate supérieure de palmiers dattiers et des strates intermédiaires arborisés ou arbustives constitue un méso-climat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat Saharien. Ce méso-climat favorise sans doute l'installation d'une faune considérable.

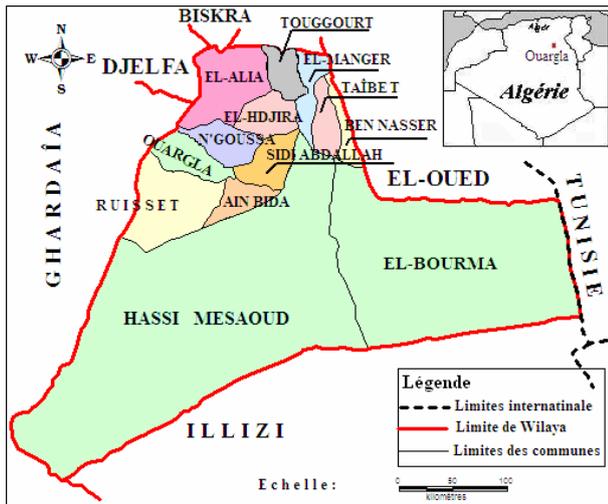


Figure 1 : Délimitation administrative de la wilaya d’Ouargla.

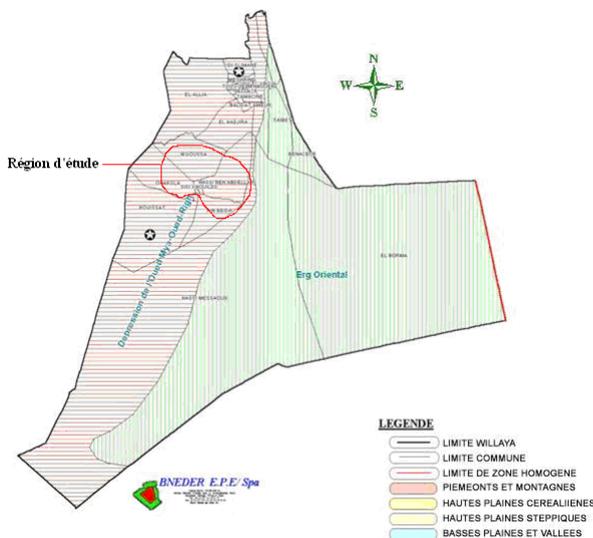


Figure 2 : Délimitation de la région d’étude.

### 2.3. Types de ksours dans la région d’étude

On peut distinguer dans la vallée d’Ouargla, deux types de ksours :

- Les ksours fortifiés : Ouargla, N’gouça, Chott et Adjadja sont implantés sur de légères buttes au milieu de la vallée de l’Oued et leur palmiers les entourent ou les entouraient, s’étendant jusqu’à la Sebka. L’organisation de l’espace rural autour d’eux témoigne de leur ancienneté et de l’antériorité de la ville sur la palmeraie. Adjadja est le seul ksar du pays de Ouargla qui n’ait subi aucune modification depuis certainement plusieurs siècles;

- Les ksours ouverts : tels que Rouissat, Sidi Kouiled et El Bour.

La vallée de Ouargla a été très peuplée, du village de Maharouz à celui d’Aïn el Beghal, et depuis la montagne dite Djebel Eibad jusqu’à Feran, il existait 325 villages (Rouillois-Brigol 1975).

### 2.4. Méthodologie du travail

Nous avons adopté une approche méthodologique, qui nous a permis de connaître la situation actuelle des anciennes palmeraies au niveau de la région d’Ouargla, ses palmeraies comptées parmi les plus anciennes et les plus vastes en Algérie. Toutefois, elles connaissent une situation alarmante qui va dans le sens d’une dégradation avancée, sous l’effet de plusieurs facteurs (sociologiques, économiques et environnementaux).

La méthode d’approche suivie se divise en huit étapes :

- Collecte des informations (étude bibliographique et approche des structures technico-administratives).
- Choix des sites d’étude (la découpe de la région d’étude en cinq zones, qui sont : le ksar de Ouargla, N’gouça, Chott, Adjadja et Sidi Kouiled) (Fig2).
- Elaboration du guide de l’enquête (en fonction des objectifs prédéterminés et à l’aide de certains travaux qui ont été déjà réalisés).
- Pré-enquête (des tournées au niveau des palmeraies).
- Echantillonnage (l’outil appliqué est l’interview semi structurée).
- Déroulement des enquêtes proprement dites (le nombre total des exploitations visitées a dépassé largement les (150) exploitations, mais nous avons pris en considération, seulement (120), le chiffre qui représente le nombre des agriculteurs contactés, le surplus visité a été d’un apport d’observations toutes aussi intéressantes sur les idées circulées).
- Approche des différentes structures (afin de connaître l’avis des différentes structures qui ont des relations avec les agriculteurs; nous avons contacté (21) structures concernées et trois (03) bureaux d’études, à travers (69) visites).
- Traitement des données (par l’intermédiaire de l’analyse statistique ‘AFCm’ et la discussion).

**Tableau 1 :** Classification des exploitations familiales dans de la région d'Ouargla.

Type de palmeraie	Sous classe	Caractéristiques générales	Caractéristiques spécifiques
Bour	Non irriguée (classique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eloigné des agglomérations.</li> <li>- Superficie réduite et effectif limité.</li> <li>- Polyvariétale.</li> <li>- Plantation non organisée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Envahie par les dunes de sable.</li> <li>• Non entretenue.</li> <li>• Absence de la fertilisation organique.</li> <li>• Faible production.</li> </ul>
	Irriguée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de drainage.</li> <li>- Absence de mauvaises herbes.</li> <li>- Absence de fertilisation minérale (engrais).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proche des périmètres de mise en valeur.</li> <li>• Irriguée à partir des forages ou des puits.</li> <li>• Présence des cultures sous-jacentes.</li> <li>• Pollinisation et récolte régulière.</li> </ul>
Traditionnelle	Classique polyvariétale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se situe aux alentours des agglomérations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prédominance des variétés Ghars, Deglet Nour ou les deux à la fois.</li> <li>• Non-respect de l'écartement entre les palmiers.</li> <li>• Densité élevée.</li> </ul>
	Améliorée polyvariétale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrigation par submersion.</li> <li>- Récolte fréquente.</li> <li>- Cueillette des dattes au stade Rotab.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prédominance de la variété Ghars ou Deglet Nour.</li> <li>• Respect de l'écartement entre les palmiers.</li> </ul>
	Améliorée monovariétale	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présence des déprédateurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existence de la variété Ghars ou Deglet Nour.</li> <li>• Ecartement respecté entre les pieds.</li> </ul>

**Tableau 2 :** Pratique des cultures sous-jacentes (%).

Existence	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
Oui	70	63	94	72	27
Non	30	37	06	28	73
- 0,5	73	51	44	64	67

**Tableau 3 :** Superficie des exploitations (%).

Superficie (ha)	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
+ 1	12	23	25	36	13
De 0,5 à 1	15	26	31	00	20
- 0,5	73	51	44	64	67

### 3. Résultats et discussions

#### 3.1. Classification des exploitations

Nous pouvons scinder les palmeraies de l'antique oasis du pays d'Ouargla, en trois types bien distingués:

- Palmeraies Bour, situées dans les zones de N'gouça et de Sidi Khouiled;
- Palmeraies irriguées d'origine Bour, se localisent à l'est de la palmeraie de N'gouça;
- Anciennes palmeraies, dite traditionnelles (palmeraies irriguées), nous pouvons les diviser en trois sous classes : classiques polyvariétales, améliorées polyvariétales et améliorées monovariétales, ces dernières nous les avons trouvées dans la zone de N'gouça.

Chacun de ces trois types, a ses propres caractéristiques et spécificités. Le tableau 1, donne les caractéristiques et les sous classes.

#### 3.2. Production animale

La production animale, dans la wilaya de Ouargla est composée essentiellement des viandes rouges et une faible quantité en viandes blanches.

Les exploitants qui pratiquent l'élevage, représentent les 3/4 des enquêtés, où on trouve un élevage domestique, loin de la palmeraie. La pratique de l'élevage est moins importante chez les exploitants du ksar d'Ouargla (65 %) par rapport aux autres exploitants. L'élevage des caprins représente 35 % des espèces élevées et les ovins représentent 07 %. Alors qu'on retrouve les deux espèces conjointement, mais avec dominance des caprins, chez les 58 % enquêtés restants. Le nombre de têtes élevées varie de une à vingt têtes.

Pour l'aviculture familiale, dans les habitations elle n'est pratiquée que par 31 % des exploitants. Il s'agit des poules pondeuses, dont le nombre est compris entre une et huit poules. Nous signalons que l'aviculture est moins praticable chez les exploitants du ksar d'Ouargla (15 %).

06,67 % des enquêtés disposent d'un âne, cette espèce est utilisée pour le transport à l'intérieur et à l'extérieur de la palmeraie. Cet animal est utilisé plus dans la palmeraie de N'gouça, où 23 % des exploitants le détiennent.

Les chevaux (0,83 %) sont, par contre, élevés pour le plaisir et pour la participation aux événements traditionnels et touristiques.

Même, les lapins et les canards sont élevés, mais à faible proportion, qui est de l'ordre de 0,83 % pour chaque espèce.

La totalité des enquêtés a déclaré que la production (viande, œufs et lait) est destinée à l'autoconsommation familiale.

#### 3.3. Production végétale

Dans la région d'Ouargla, l'agriculture est basée essentiellement sur la phœniciculture intercalée dans l'espace par un autre groupe de cultures grâce au microclimat favorable qu'offre la palmeraie (Oussman 1994).

Pour la région d'Ouargla, la superficie de 1075607 ha présente la SAT, dont 11868 ha représentent la SAU, chiffre qui représente uniquement 11,04 % de la SAT.

Les cultures pratiquées dans les exploitations visitées, au cours de notre enquête, sont principalement des cultures fourragères (Fig3), destinées aux animaux élevés, des cultures maraîchères et quelques arbres fruitiers, qui se varient entre un et trente arbres.

Pour les exploitants qui pratiquent les cultures sous-jacentes sur toute la superficie irriguée de l'exploitation, ils représentent 10 %. Ce sont de petites exploitations, où la taille ne dépasse pas généralement les 100 m<sup>2</sup>. Dans 55,83 % des exploitations visitées, la superficie cultivée n'occupe qu'une simple partie de l'exploitation; alors que 34,17 % des exploitants ne pratiquent aucune culture.

Les exploitants de la palmeraie de Chott pratiquent les cultures sous-jacentes (94 %) plus que les autres exploitants. Par contre, ceux de la palmeraie de Sidi



**Figure 3 :** Cultures fourragères dans la palmeraie du ksar d'Ouargla.

Khouiled ont abandonné ces cultures (Tableau 2).

On signale, l'existence des cultures sous serres dans 02,5 % des exploitations visitées, ce sont les exploitations dont la superficie dépasse un hectare et se situent dans les palmeraies de Chott et de N'gouça.

### 3.4. La phœniciculture

La phœniciculture représente la clef de voûte de l'agriculture saharienne. Elle reste pour une large mesure la principale source de revenus pour la population à travers les étendues sahariennes des espaces oasiens phœnicicoles (Senoussi 2000).

Le palmier dattier est le plus souvent l'axe principal de la structure d'une oasis et il forme la végétation caractéristique de cette dernière, il est aussi un micro-climat privilégié de végétation perdue dans l'immensité désertique (Munier 1973).

Pour les anciens habitants de Ouargla, rien de ce que vient du palmier n'est négligé : dattes, folioles, régimes, palmes, bases des palmes, tronc... etc. (Delheure 1988). Nous citons quelques utilisations des :

#### - Dattes

- Elles ont été le déjeuner et le dîner de la population;
- Utilisées dans la sauce de couscous;
- Pour faire Ideffi, qui est une boisson non fermentée, composée des dattes pressées dans un vase où l'on ajoute du fromage dur, de l'armoise, beaucoup de piment et de l'eau. Il est utilisé quand les gens ont mal à l'estomac;
- Fabrication de Tourriff, une sorte de nougat, c'est un mélange des dattes avec du beurre et des grains de blé grillé et le tout pilé ensemble;
- Fabrication du vinaigre;
- Utilisées avec le henné pour la coiffure des femmes ou pour confectionner les emplâtres pour les plaies;
- Le sirop ou «miel» est mangé avec du pain, de la galette, ajouté dans le couscous, mélangé au beurre ou encore dans la marmite à la place des dattes;
- Les noyaux sont donnés aux animaux élevés;
- Utilisées comme une monnaie d'échange...etc.

#### - Folioles de palmes

- Grosses nattes;
- Petits paniers;

- Grands couffins;
- Petits paniers cylindriques à couvercle;
- Fourreaux pour protéger les épis de sorgho contre les moineaux voraces;
- Etais plus grands pour la cueillette des dattes mûres;
- Petites corbeilles pour mettre henné et aromates;
- Seaux pour tirer l'eau des puisards;
- Bols pour boire;
- Récipient pour rafraîchir l'eau pour boire;
- Couscoussières;
- Vans;
- Chapeaux contre le soleil;
- Gros câbles pour les travaux des puits ascendants... etc.

#### - Régimes secs dépouillés de dattes

- Balais;
- Confection des seaux de puisage;
- Nourriture aux chameaux ...etc.
- Palmes
- Palissage;
- Bois à brûler;
- Les brandons et extrémités de palmes servent de flambeaux;
- Bâtons enfoncés dans un mur pour servir de supports-étagères pour les plateaux de vannerie;
- Perche à battre le linge quand on lave;
- Piège à oiseaux...etc.

#### - Bases des palmes

- Brosses pour les tissus;
- Couvercles de marmite...etc.

#### - Tronc

- Chevrons à plafonner;
- Leviers de puisage;
- Poteaux;
- Portes;
- Bois de chauffage...etc.

### - Bourre de palmier

- Nattes-sacs sans fond pour le transport du fumier;
- Bâts pour les ânes;
- Cordes;
- Cordeaux de jardinier;
- Longes pour les animaux...etc.

### - Epines

- Agrafer les amples vêtements;
- Attacher le suaire sur le visage du mort...etc.

### - Spathe

- Tasses pour boire l'eau;
- La spathe sèche se met au feu...etc.

Ainsi, la consommation du cœur du palmier, appeler «Agrouz». La consommation de la sève du palmier, «El-Legmi» en arabe; elle a été utilisée comme détergent pour la toilette corporelle et pour enlever la crasse et aussi comme médicament.

#### 3.4.1. Superficie

Actuellement les superficies et la production ont beaucoup évoluées, mais les utilisations et la consommation ont malheureusement régressée à cause des changements socio-économiques.

Selon nos enquêtes (Tableau 3), la majorité des exploitations (61 %) ont des superficies moins de 1/2 hectare, alors que les exploitations qui ont des superficies comprises entre 1/2 et un hectare sont de l'ordre de 19 %. Pour les superficies qui dépassent un hectare, elles représentent 20 % des exploitations visitées. La superficie réduite des exploitations est la caractéristique principale des anciennes palmeraies.

Le nombre le plus élevé des exploitations de moins de 0,5 ha se trouve dans la palmeraie du ksar d'Ouargla (73 %), cette dernière se caractérise par le morcellement. Le taux des exploitations qui ont une superficie de plus d'un hectare est de (12 %).

#### 3.4.2. Effectifs

Dans la région d'Ouargla, l'effectif total représente 43,04 % de total de la wilaya. Ainsi, l'effectif en rapport de la région représente 42,39 % de l'effectif en production de la wilaya.

Pour la variété Ghars, la région contient 64,48 % de l'effectif total de la wilaya, et 33,02 % pour la Deglet Nour et un taux négligeable pour la Degla Beïda. Les

autres variétés représentent 60,50 %, qui indiquent une importante biodiversité variétale dans la région; la variété Ghars et la variété Deglet Nour dominant dans la région.

#### 3.4.3. Identification des exploitations

L'âge de la majorité des pieds (Tableau 4), dans les exploitations visitées, est supérieur à 30 ans, où on trouve 54 % des exploitations, contiennent des palmiers qui ont plus de 80 ans et 33 % ont un âge compris entre 30 et 80 ans. Pour, celles qui ont des pieds qui ne dépassent pas les 30 ans, elles représentent 13 % des exploitations, ces dernières se localisent dans les palmeraies de N'gouça, Chott et Adjadja.

Nous signalons que l'âge le plus avancé des palmiers est enregistré dans les palmeraies de Sidi Khouiled (73 %) et du ksar d'Ouargla (67 %). Nous ne trouvons pas dans les palmeraies de Chott et d'Adjadja des exploitations de moins de 30 ans, car elles sont limitées par le Chott et la Sebkhha, chose qui limite l'exploitation de nouvelles terres.

En plus de l'âge avancé des palmiers, l'héritage est l'une des spécificités de l'antique oasis d'Ouargla. Selon nos résultats, 75 % des exploitations sont originaires d'héritage, par contre les exploitations issues d'achat ne représentent que 18 %. Pour les exploitations des extensions sur la baie de la mise en valeur, elles sont de l'ordre de 07 %. Ces dernières se trouvent aux zones périphériques des anciennes palmeraies, généralement dans les Sebkhhas ou sur des sols caractérisés par la remontée de la nappe.

La palmeraie du ksar d'Ouargla détient le nombre le plus élevé des exploitations issues d'héritage, (90 %) par rapport aux autres palmeraies.

#### 3.4.4. Structure des exploitations

##### 3.4.4.1. Structure variétale

Benkhalifa et al (1989), ont recensé 58 variétés dans la région de Ouargla, de notre part, nous avons recensé 31 variétés durant notre enquête, cette régression retourne peut être à l'érosion de quelques variétés comme : Bayadir, Bidh L'hmemme, Deghel Bakhtou, El Khammara, Kenta, Mizzite, Sbaâ Loucif, Taoudente...etc. De ce fait, presque la totalité des exploitations (96,67 %) sont composées de plusieurs variétés du dattier (Tableau 5), où on trouve la prédominance de la variété Ghars dans 56,67 % des exploitations et de Deglet Nour pour 36,67 %; alors que 03,33 % des exploitations sont caractérisées par la codominance des deux variétés.

**Tableau 4 :** Age des palmiers (%).

Age (ans)	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
- 30	08	26	00	00	20
De 30 à 80	25	31	56	64	07
+ 80	67	28	44	36	73

**Tableau 5 :** Structure variétale selon les zones d'étude (%).

Dominance	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
Ghars	63	49	63	57	53
Deglet Nour	30	40	37	43	40
Codomiance	07	00	00	00	07
Monovariétal	00	11	00	00	00

**Tableau 6 :** Répartition des variétés du dattier dans la région d'Ouargla.

	Polyvariétés (%) à prédominance			Monovariétés (%)	
	Ghars	Deglet Nour	Egalité	Ghars	Deglet Nour
Ouargla	20,83	10	02,5	-	-
N'gouça	14,16	11,66	-	01,66	01,66
Chott	08,33	05	-	-	-
Adjadja	06,67	05	-	-	-
Sidi Khouiled	06,67	05	0,83	-	-
Total	56,67	36,67	03,33	01,66	01,66

**Tableau 7 :** Nombre des palmiers dattiers dans l'exploitation (%).

Nombre	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
- 50	38	40	13	21	47
De 50 à 100	23	37	37	36	40
+ 100	39	23	50	43	13
Monovariétal	00	11	00	00	00

**Tableau 8 :** Origine du pollen (%).

Origine	Ksar d'Ouargla	N'gouça	Chott	Adjadja	Sidi Khouiled
Exploitation	80	75	94	64	77
Achat	17	00	00	07	00
Don	03	25	06	29	23

Un faible pourcentage de la variété Ghars est enregistré dans la palmeraie de N'gouça (49 %), celui de Deglet Nour est enregistré dans la palmeraie du ksar de Ouargla (30 %).

En plus de ces deux variétés, les variétés : Ali Ourached, Ittime, Mizzite, Tafezouine, Takermouste et Tamesrite sont présentes dans toutes les palmeraies de la région. Bent Khbala est présente dans toutes les zones d'études, sauf dans la zone de Sidi Khouiled qui se caractérise par la dominance des variétés Ghars et Deglet Nour.

Pour les exploitations monovariétales, dans la région, elles sont de l'ordre de 01,66 % pour le Ghars, et la même chose pour la Deglet Nour. Elles se localisent dans la palmeraie de N'gouça, se sont des nouvelles exploitations ou des exploitations renouvelées (Tableau 6).

#### 3.4.4.2. Superficies occupées par le palmier dattier

La superficie de la majorité des exploitations visitées est occupée totalement par le palmier dattier (83 %), où l'extension n'est pas possible; alors que pour les 17 % restantes, la superficie consacrée au palmier dattier est partielle. Les exploitations complantées partiellement se localisent dans les zones d'extension, aux alentours des anciennes palmeraies.

Nous signalons que les exploitations occupées partiellement par le palmier dattier à N'gouça sont de 29 %, elles représentent les superficies de l'extension de la palmeraie. A Adjadja, toutes les exploitations sont plantées totalement.

#### 3.4.4.3. Modes de plantation

Nous avons remarqué, l'existence de deux types de plantation, dans les anciennes palmeraies de la région d'Ouargla, avec à peu près, une égalité entre ces deux types. Il s'agit de la plantation classique irriguée (49 %), caractérisée par une densité élevée et le non-respect de l'écartement entre les palmiers, et de la plantation améliorée, caractérisée par le respect de l'écartement et qui représente 51 % des exploitations visitées.

Contrairement aux autres palmeraies de la région, nous trouvons que la plantation améliorée est plus importante dans les palmeraies de Chott (69 %) et d'Adjadja (64 %).

#### 3.4.4.4. Nombre de palmiers dattiers dans l'exploitation

Les exploitations qui en contiennent plus de 100 palmiers, sont de 33 %. Le même taux est enregistré pour celles qui sont composées d'un effectif de 50 à 100 pieds. Pour les exploitations qui ont un effectif réduit, ne dépassant pas les 50 palmiers, représentent 34 % de l'échantillonnage enquêté. En analysant les taux selon les tailles, on considère que la majorité des exploitations (66 %) contiennent plus de 50 palmiers (Tableau 7).

Selon les zones, le nombre des palmeraies qui contiennent moins de 50 pieds est moins important dans les palmeraies de Chott et d'Adjadja. Par contre, le nombre le plus faible des exploitations qui contiennent plus de 100 pieds est enregistré dans la palmeraie de Sidi Khouiled.

#### 3.4.4.5. Hauteur moyenne des palmiers

La plupart des palmiers, ont une hauteur de plus de 5 m (82 %). Ceux qui ont une taille comprise entre 5 et 10 m, représentent la majorité avec 64 %; alors que 18 % représente la tranche qui dépasse les 10 m. Les autres qui ont une hauteur inférieure à 5 m, ne représentent que 18 %, ces derniers ne sont pas obligatoirement des jeunes palmiers. Nous avons rencontré des palmiers de petite taille, car leur âge est avancé. Cela est dû, essentiellement, aux conditions pédologiques de la région. La taille chétive est constatée généralement aux niveaux des palmeraies Bours, où le manque d'entretien et de fertilisation surtout, est la principale caractéristique de ce mode de plantation.

#### 3.4.4.6. Présence de dokkar

Le dokkar, pied mâle du palmier dattier, est présent dans les 3/4 des exploitations. Ces pieds varient entre 1 et 10, selon la superficie et la densité de plantation. Pour les exploitations qui n'en contiennent pas (25 %). Seulement, 29 % des exploitants, qui n'ont pas le dokkar, recourent à l'achat de spathes mâles; 71 % des exploitants obtiennent le pollen à partir d'un don, soit des proches ou/et des voisins.

### 3.4.5. Conduite de la plantation phœnicicole

#### 3.4.5.1. Irrigation

Les besoins en irrigation des palmeraies dans la région d'Ouargla, sont de deux ordres (BG 2004) :

- Une irrigation estivale pour faire face à l'aridité du climat et pour apporter les besoins en eau nécessaires

à la production. Ces besoins sont estimés à environ 15 000 m<sup>3</sup>/ha/an. L'eau d'irrigation utilisée à une teneur en sel de 3 à 6 grammes par litre, sous l'effet de l'évaporation importante, le sel se concentre dans les couches superficielles du sol à raison de 50 à 70 tonnes de sels par hectare et par année.

- Une irrigation hivernale est nécessaire pour lessiver le sel accumulé dans les couches superficielles du sol. Cette irrigation de lessivage est estimée à 5000 m<sup>3</sup>/ha/an.

Selon les résultats d'enquête, 23 % des exploitations ne reçoivent pas l'eau (Fig4). Nous signalons que 20 % des exploitations Bours, sont irriguées à partir de forages collectifs proches (67 %) ou à partir des puits réalisés à l'intérieur de la palmeraie (33 %), pour le but d'exploiter les superficies en cultures sous-jacentes. Ces palmeraies se trouvent aux alentours de la palmeraie de N'gouça. Pour les palmeraies irriguées, 09,52 % des exploitations ne sont pas irriguées, à cause des pannes de forages ou parce que les exploitants n'ont pas remboursé les frais d'électricité.

La majorité des exploitations visitées est irriguée à partir des forages (94,80 %), alors que l'irrigation de plus de 05 % est garantie en égalité, par des puits et de l'eau potable à partir des maisons (cas de N'gouça et Adjadja). D'un autre côté, la notion de forages individuels (puits et eau potable), ne s'applique pas à la palmeraie oasienne, car les exploitations irriguées à partir des sources individuelles, représentent 04 % de notre échantillon, alors que 96 % sont irriguées d'une manière collective (forages).

Dans plus des 2/3 des exploitations irriguées, le réseau d'irrigation est moyennement bon, à cause de la présence de quelques fuites, alors que dans 09 %

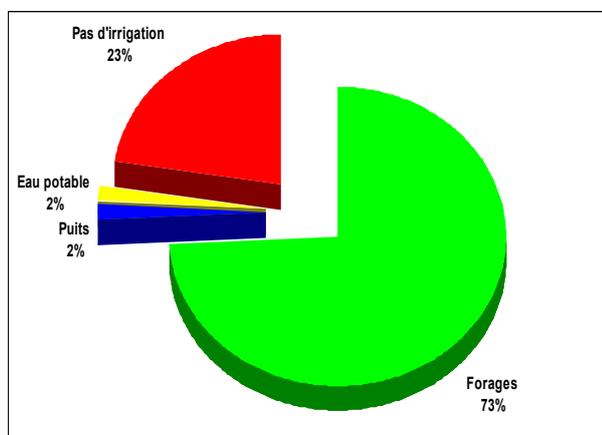


Figure 4 : Irrigation dans les exploitations.

des autres, la canalisation est dans un mauvais état, où on a constaté d'importantes pertes d'eau d'irrigation. Seulement 22 % du réseau d'irrigation est en bon état, ce sont les canaux qui ramènent l'eau aux exploitations limitrophes des forages.

Selon 68 % des enquêtés, l'eau est canonique pour l'irrigation des plantes, par contre 32 % d'entre eux, considèrent que l'eau est impropre à l'irrigation, car elle est très salée.

La majorité des exploitants qui irrigue leurs exploitations (71 %), a montré leur satisfaction, pour le volume d'eau d'irrigation, contrairement aux 29 % déclarant son insuffisance, surtout durant la période estivale, où la situation s'aggrave davantage.

La fréquence de l'irrigation, varie d'une exploitation à l'autre, selon la superficie et la densité de plantation d'une part, d'autre part, elle dépend des capacités financières de chaque exploitant. De ce fait, les exploitants irriguent leurs exploitations, entre une fois par quinze jours, jusqu'à deux fois par semaine. Le volume horaire mensuel varie entre une heure et 36 heures.

Selon, les déclarations des exploitants, le montant d'une heure de consommation d'eau, pour la moitié d'entre eux, coûte moins de 50 DA, et pour 48 % le coût varie entre 50 et 100 DA; seulement 2 % des enquêtés, ont déclaré que l'heure d'irrigation dépasse les 100 DA, ces exploitants sont ceux de la palmeraie de N'gouça.

Le paiement du coût de l'eau d'irrigation, est de deux sortes :

- Tarif fixe, où chaque exploitant verse un montant fixe chaque mois, par trimestre ou même annuelle-



Figure 5 : Drain secondaire dans la palmeraie du ksar d'Ouargla.

ment, selon la durée d'irrigation. Dans le cas, où le montant total est insuffisant, le responsable du forage demande aux exploitants de compléter le reste. Si au contraire, l'argent est excédentaire, elle sera utilisée pour régulariser les dépenses d'électricité ou en cas de panne de la pompe. Pour le salaire du responsable de forage, soit il n'est pas imposable au paiement du tarif de l'eau d'irrigation, soit il régularise sa paie, et payé au mois, par le trésorier de forage.

- Tarif variable, selon la facture d'électricité, c'est-à-dire : (le coût de la consommation d'électricité + le salaire du responsable de forage) / le nombre total des heures d'irrigation. De ce fait, chaque exploitant rembourse la somme qui correspond à la durée d'irrigation.

### 3.4.5.2. Drainage

Nous notons l'inexistence des drains à la parcelle au niveau de 61 % des exploitations visitées, tandis que dans les 39 % restantes, nous les retrouvons soit à l'intérieur des exploitations ou bien à proximité.

Seule la palmeraie de Sidi Khouiled se caractérise par la présence d'un réseau de drainage, qui couvre 80 % des exploitations. Malheureusement, l'inefficacité de la station de pompage a laissé l'eau stagnée au Nord de la palmeraie.

Uniquement 11 % de ces drains sont efficaces, le reste est soit d'un rendement moyen (24 %) ou dans un mauvais état (65 %). Cela est dû au manque d'entretien, 53 % des exploitants ne procèdent pas au curage des drains contre 36 % qui les entretiennent occasionnellement. Les exploitants qui nettoient les drains d'une façon régulière, représentent 11 % des enquêtés, ces derniers sont ceux qui ont des drains à l'intérieur de la palmeraie (Fig5).

### 3.4.5.3. Fertilisation

Les exploitants qui pratiquent fréquemment la fertilisation, ne représentent que 29 % des enquêtés, où l'apport de la matière organique, d'origine animale, est destinée généralement à la fertilisation des parcelles de cultures sous-jacentes. Les exploitants qui pratiquent la fertilisation de temps en temps, sont de l'ordre de 39 %; alors que 32 % des exploitations ne perçoivent pas la matière organique. 71 % des enquêtés fertilisent très irrégulièrement, ce qui s'influe sur la productivité en général.

Nous signalons que la pratique de la fertilisation d'une manière régulière dans la palmeraie de Chott arrive à 87 %, alors qu'elle est de 57 % dans la pal-

meraie d'Adjadja, car la majorité des exploitants dans ces dernières pratiquent les cultures sous-jacentes.

Plus de la moitié de la matière organique utilisée en fertilisation (52 %), est issue de l'élevage familial. D'autres exploitants, en plus du fumier de l'élevage familial, ils recourent à l'achat pour compléter les besoins de l'exploitation, ces derniers représentent 24 % des enquêtés. 01 % des exploitants perçoivent le fumier par don. Les exploitants qui achètent le fumier, représentent 23 % de l'échantillon. Cela, montre bien la récession de l'élevage familial.

Le recul de l'élevage familial est bien constaté dans la palmeraie du ksar d'Ouargla, où l'utilisation de la matière organique issue de l'élevage familial ne représente que 38 %.

### 3.4.5.4. Pollinisation

La majorité des exploitants (88 %), pratique la pollinisation d'une manière fréquente, alors que 4 %, la pratique occasionnellement. Chez les 8 % restant, la pollinisation est absente, ce sont ceux possédant les palmeraies en Bour et des exploitants de la palmeraie du ksar d'Ouargla. Ces derniers représentent plus de 12 % des exploitants de cette palmeraie.

L'achat de pollen est bien remarquable dans la palmeraie du ksar d'Ouargla, où il représente 17 % (Tableau 8).

Pour presque, la totalité des exploitants (95 %) qui adoptent la pollinisation, ils la pratiquent sur tous les palmiers «femelles» de l'exploitation; alors que, pour le reste la pollinisation est partielle, à cause du coût de la main d'œuvre, car l'exploitant est obligé de faire la pollinisation aux pieds dont la production est considérable, ou à cause de la hauteur importante et de la fragilité des palmiers, qui ne permettent pas de les grimper.

### 3.4.5.5. Toilette des palmiers

La réalisation de la toilette des palmiers, s'effectue d'une façon fréquente dans 52 % des exploitations visitées, et occasionnellement dans 38 % de ces dernières; alors qu'elle n'est pas pratiquée dans le reste des exploitations.

Le manque d'entretien est bien constaté dans la palmeraie du ksar d'Ouargla (Fig6), dont seulement moins de 38 % des exploitants pratiquent la toilette des palmiers d'une manière fréquente.



**Figure 6:** Exploitation non entretenue dans la palmeraie du ksar d'Ouargla.



**Figure 7:** Dattes sur pied dans la palmeraie du ksar d'Ouargla.

### 3.4.5.6. Récolte

La récolte dans la plupart des exploitations (80 %), se réalise au moment de la maturité complète des dattes (stade Tmar); tandis que dans 16 % des exploitations, elle s'effectue avant la maturité des fruits (stade Rotab) à cause du vol. Par contre, 4 % des enquêtés ne récoltent pas la production, à cause des faibles rendements.

Selon les zones, pour presque le tiers des exploitants du ksar d'Ouargla, les dattes sont récoltées avant la maturation complète.

La récolte est totale dans plus des 3/4 des exploitations, contrairement aux 23 % restantes, où les exploitants ne la pratiquent que partiellement, à cause de la fragilité des pieds âgés, la faible production ou dans le cas des variétés tardives (Fig7).

### 3.4.6. Production dattière

La production de dattes a constitué l'activité agricole principale de la population d'Ouargla depuis ses origines. Jusqu'en 1925, la production était destinée à l'autoconsommation, à partir de cette date, on note des exportations de dattes de qualité grâce aux transports automobiles se développant entre le sud et le nord (BG 2004).

Pour le rendement, il a connu un balancement entre 33 kg/pied et 48 kg/pied, et ça, selon les campagnes et sous l'effet des conditions climatiques et phytosanitaires. On signale que durant l'année 2003, un rendement exceptionnel est obtenu, ayant dépassé les 51 kg/pied.

Selon nos résultats d'enquête, le taux le plus élevé est celui qui regroupe les exploitations qui produisent entre 30 et 70 kg/pied. Le reste des exploitations est divisé en égalité entre deux groupes, avec un taux de 27 % chacun, où le premier groupe renferme les exploitations qui produisent moins de 30 kg/palmier, alors que le second regroupe celles qui ont un rendement supérieur à 70 kg.

### 3.4.7. Etat d'entretien de l'exploitation

Les exploitations qui sont bien entretenues ne représentent que 28 % des exploitations visitées, alors que 23 % des exploitations ne sont pas entretenues (délaisées), elles sont envahies par les mauvaises herbes. Pour 49 % des exploitations, l'entretien est moyennement pratiqué, c'est-à-dire, la partie occupée par les cultures sous-jacentes, profite des opérations de désherbage et de la réalisation des rigoles, contrairement au reste de l'exploitation qui est abandonné.

### 3.4.8. Etat phytosanitaire

#### 3.4.8.1. Mauvaises herbes

Les mauvaises herbes, essentiellement les phragmites et le chiendent, sont présentes dans la majorité des exploitations visitées, mais leur présence est variable d'une exploitation à l'autre. Nous avons constaté qu'elles causent de grands dégâts dans 14 % des exploitations. Dans 19 % des exploitations, les dégâts sont moyens et de simples dommages dans le reste des exploitations visitées.

#### 3.4.8.2. Lutttes préventives

La lutte préventive contre les différentes maladies et déprédateurs qui touchent le palmier dattier, n'est pratiquée que dans 08 % des exploitations visitées. Elle se limite à l'utilisation du soufre contre le Boufaroua.

La totalité des exploitants comptent sur les services agricoles, pour la réalisation des lutttes phytosanitaires préventives.

### 3.4.8.3. Réalisation des traitements phytosanitaires

Seulement 08 % des enquêtés pratiquent des traitements phytosanitaires, en cas d'attaque d'une maladie ou d'un déprédateur, par contre 92 % des exploitants ne pratiquent aucun traitement, même si la situation s'aggrave, à cause des coûts des produits phytosanitaires et de la méconnaissance des exploitants.

### 3.4.9. Brises vents

La majorité des exploitations agricoles (84 %), est entourée par des brises vents inertes, constitué par des palmes sèches; alors que le reste des exploitations ne contiennent pas de brises vents. Seulement 54 % des brises vents sont efficaces, le reste ne présente pas une vraie résistance contre les violents vents.

### 3.4.10. Rajeunissement des exploitations

Les exploitants qui ont planté des rejets depuis la fin des années 1990, représentent 52 % des enquêtés, le nombre des palmiers plantés varie entre 3 et 30, le reste des exploitants n'ont planté aucun rejet durant cette période.

La palmeraie du ksar d'Ouargla se distingue des autres palmeraies de la région par le faible taux de rajeunissement (37 %).

On signale que 23 % des exploitants, ont perdu des variétés du dattier, sans les remplacer, c'est-à-dire on assiste à une érosion génétique par la perte des variétés à faible valeur commerciale, comme les variétés : Deghel Bakhtou et El Khammara.

Cette perte est remarquée, beaucoup plus, dans la palmeraie de N'gouca (49 %), car les exploitants s'intéressent plus aux variétés marchandes (Deglet Nour et Ghars).

### 3.4.11. Perspectives des exploitants

Plus de la moitié des exploitants considèrent que leurs exploitations, ont connu des dégradations par rapport aux années passées, alors que 14 % voient que la situation des exploitations n'a pas changé. Par contre, 34 % des enquêtés déclarent que la situation s'améliore, ces derniers sont généralement les nouveaux retraits, qui consacrent leurs temps à la réhabilitation des exploitations, comme occupation fonctionnelle, est une sorte de sauvegarde de l'existant.

Les exploitants qui ont montré leur satisfaction envers la situation actuelle des exploitations, représentent 39 % des enquêtés, le reste a déclaré son mécontentement.

Plus de 72 % des exploitants de la palmeraie du ksar de Ouargla ont déclaré que la situation actuelle de la palmeraie est alarmante, chose qui montre l'état de dégradation avancé de cette dernière.

Malgré que ces exploitants aient affirmé que la situation est inquiétante, seulement 33 % d'entre eux, veulent porter des améliorations dans le futur dans leurs exploitations, contre 67 % qui ne vont rien ajouter et se limiteront à la réalisation des simples tâches telles que l'entretien des palmiers, la pollinisation et la récolte de dattes, c'est-à-dire une amélioration en fonction des moyens.

## 4. Discussion

Les exploitations visitées se caractérisent par des superficies limitées, généralement moins de 1/2 ha, due à l'héritage. La plantation est inorganisée et la totalité des exploitations sont occupées par le palmier dattier, chose qui ne permet pas la pratique des cultures sous-jacentes ou de planter les arbres fruitiers, ou même de planter des rejets du dattier. Nous signalons que la plupart des exploitants ne préfère pas l'arrachage des pieds âgés et les remplacer par des jeunes Djabbars, car selon eux, les pieds âgés donnent une production, même si elle est faible, contrairement aux nouveaux rejets qui n'entrent en production qu'après au moins cinq ou six ans.

L'âge avancé de palmier touche plus de la moitié des exploitations, souci qui rend la réalisation des différentes tâches, nécessaires pour le palmier, très difficiles (toilette, pollinisation et récolte).

La diversité variétale est l'une des caractéristiques des anciennes palmeraies dans la région d'Ouargla, où plus de 96 % des exploitations contiennent plusieurs variétés du dattier. Malgré ça, la totalité des exploitants préfèrent «en cas de rajeunissement de leurs exploitations» de planter les deux variétés à valeur ajoutée commerciale, à savoir la Deglet Nour et le Ghars, en deuxième classe, nous trouvons la variété Takrmoust. Alors que quelques exploitants préfèrent de planter des variétés à titre symbolique.

Le dokkar est présent dans la majorité des exploitations, et dans celles qui ne contiennent pas des pieds mâles, les exploitants demandent le pollen chez les proches et voisins; pour le reste, ils recourent à l'achat des spathes mâles.

La source de l'eau d'irrigation est généralement un forage collectif, où on trouve un responsable de forage, qui s'occupe de la gestion du planning des heures d'irrigation, le suivi de la distribution de l'eau, la collecte des recettes d'irrigation et le décaissement de la subvention à l'énergie.

Malgré que, l'eau est suffisante pour la majorité des exploitations, mais cela n'empêche pas l'existence de quelques contraintes, telles que :

- La salinité, qui touche presque 1/3 des exploitations;
- Les coupures d'électricité, surtout en été;
- Les pannes des pompes.

Ces deux dernières rendent l'eau insuffisante durant la période estivale.

Le drainage pose de vrais problèmes sur le maintien des anciennes palmeraies, car en plus du phénomène de la remontée de la nappe phréatique et le gaspillage d'eau à travers l'irrigation par submersion, on remarque l'absence des drains à l'intérieur des parcelles, état qui fait augmenter les risques d'asphyxie sur les plantes. Les drains secondaires, quant à eux, souffrent de manque d'entretien, car les services concernés réalisent le nettoyage occasionnellement.

L'apport des fertilisants se limite au fumier d'origine animale, et plus que 85 % des exploitants n'utilisent pas les engrais minéraux, et ceux qui les utilisent, les pratiquent avec les cultures sous-jacentes. La même chose pour la fumure organique, qui se pratique au profit des cultures sous-jacentes. Et de cette manière, selon les exploitants, les palmiers vont profiter des fertilisants. La fertilisation organique est en diminution, car les exploitants recourent à l'achat des engrais organiques (47 %), à cause de la réduction d'élevage dans la région par rapport aux années 1940.

Le manque d'entretien est bien observé dans les exploitations, où 48 % des exploitants ne pratiquent pas la toilette des palmiers ou la pratique, d'une manière occasionnelle. Nous trouvons les mauvaises herbes dans la plupart des exploitations, facteur qui favorise la multiplication des ennemis du dattier et des autres cultures. Les agriculteurs ne pratiquent aucune lutte. La lutte préventive est appliquée par les services agricoles, durant le mois de juillet, doit être réalisée vers la fin de mois de mai, et sous contrôle, car les exécutants ne touchent que les exploitations limitrophes des pistes.

Nous signalons l'érosion des variétés à faible valeur commerciale, les exploitants n'accordent aucune im-

portance au rajeunissement de leurs exploitations, et même s'ils y plantent des nouveaux Djebbars, ils se baseront sur les variétés marchandes.

Cette situation n'écarte pas l'existence de quelques exploitations «typiques» à travers les différentes zones d'étude, comme est le cas à Beni Brahim dans la palmeraie du ksar de Ouargla, où nous avons trouvé des exploitations bien entretenues avec la présence des brises vents, la pratique de la fertilisation organique (pas d'une manière fréquente) et la présence des cultures sous-jacentes et de quelques arbres fruitiers. Le rajeunissement est une priorité pour ces exploitants, ils plantent des nouveaux rejets de différentes variétés (de la région) avec le respect de l'écartement entre les pieds. La spécificité de ces exploitations est leurs superficies importantes (non morcelées). Les propriétaires de ces exploitations ont un âge avancé (plus de 70 ans), chose qui nous laisse s'interroger sur leur devenir.

## 5. Conclusions

L'exploitation agricole phœnicicole renferme ses propres particularités, telles que les superficies limitées et l'occupation de la totalité de la surface par le palmier dattier, en plus de la densité élevée de plantation, qui ne permet ni l'extension, ni l'application d'autres cultures intercalaires.

La majorité des exploitations sont issues d'héritage, ce qui explique le morcellement fréquent (45 % des exploitations), alors que les exploitants qui n'ont pas de copropriétaires, leurs exploitations restent sans actes de propriété.

Les pertes considérables de l'eau, soit au niveau du réseau ou par la méthode d'irrigation (submersion dans toutes les exploitations) provoquent la stagnation des eaux, surtout avec le phénomène de la remontée de la nappe phréatique et l'absence des drains à l'intérieur des exploitations (61 % des exploitations), ainsi que l'inefficacité des drains principaux. En contrepartie, il y a des exploitations qui n'ont pas été irriguées depuis des années, à cause de pannes des forages, ou par volonté de leurs propriétaires pour changement de vocation à d'autres fins, de transaction foncière surtout, chose qui est constaté particulièrement dans la palmeraie de ksar de Ouargla.

Pour la composante principale de l'oasis, qui est le palmier dattier, c'est le véritable trésor des vieux exploitants, car tout ce qui vient du dattier peut être exploité, dattes, folioles, régimes, palmes, troncs,...etc. Malheureusement, actuellement la majorité des exploitants n'exploitent les dattes que pour la consom-

mation, humaine (fraîche) ou comme aliment du bétail, les palmes sèches sont exploitées comme brises vent ou on les brûle pour la préparation traditionnelle du thé.

Le dattier à Ouargla, constitue une véritable source de la biodiversité variétale, mais cette source est en dégradation, à cause du désintéressement des exploitants au renouvellement des pieds morts. Dans le cas où il y a un remplacement, ils se basent sur les deux variétés marchandes. La quasi-totalité des exploitations (96 %) sont composées essentiellement des variétés Ghars et/ou Deglet Nour.

Les anciennes palmeraies se composent de pieds âgés, à hauteur élevée et d'une vigueur fragile limitant les opérations culturales et affaiblissent la production qui a régressé déjà avec l'avancement de l'âge.

La plus part des pratiques culturales sont écartées, allant de la fertilisation jusqu'à la récolte, en passant par la toilette, la limitation, le ciselage et l'ensachage. Les opérations pratiquées, par les exploitants, se limitent à la pollinisation, la récolte et la fertilisation des planches des cultures sous-jacentes, si elles existent. Toutes les tâches sont réalisées manuellement, on ne trouve aucune trace de mécanisation.

Le manque d'entretien des exploitations présente un obstacle pour l'amélioration de la production dattière et pour les cultures intercalaires qui n'ont pas une grande importance, elles sont présentes dans 65 % des exploitations. L'absence ou le manque d'entretien (dans 72 % des exploitations) a provoqué l'envahissement des palmeraies par les mauvaises herbes, surtout les phragmites, qui sont éliminées manuellement dans la majorité des exploitations. En plus des mauvaises herbes, le manque d'entretien a favorisé l'apparition des différents ennemis de palmier dattier, comme le Boufaroua et le Myélois, avec une absence, presque totale, de lutte préventive et même curative (92 % des exploitations).

## Bibliographie

**A.N.R.H (2005)** Inventaire des forages et enquête sur les débits extraits de la wilaya de Ouargla, Ouargla (Algérie), 23p.

**Bakour S (2003)** Etude des dysfonctionnements de certains périmètres phœnicocoles dans la cuvette de Ouargla : Cas des palmeraies traditionnelles de la commune de Ouargla, Mémoire d'Ingénieur : Département des Sciences Agronomiques, Université de Ouargla, Ouargla (Algérie), 137p.

**Bedda H (1995)** Contribution à l'étude de l'évo-

lution d'un système de production en zone aride : Cas de la région de Ouargla. Mémoire d'Ingénieur, I.N.F.S./A.S, Ouargla (Algérie), 63p.

**Benkhalifa A, Brac De La Perrière R.A, Hannachi S. et Khitri D (1989)** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne, ANEP, Rouiba (Algérie), 255p.

**B.G (2004)** Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation : Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique (Mission II, rapport final), Ouargla (Algérie), 110p.

**Delheure J (1988)** Vivre et mourir à Ouargla (Tamedurt t-tmettant wargren), Ed. Université de Provence (L.A.P.M.O), Paris, 436p.

**Idder M.A (2002)** La préservation de l'écosystème palmeraie; une priorité absolue (cas de la cuvette de Ouargla). In : Séminaire international sur le développement de l'agriculture saharienne comme alternative aux ressources épuisables, Biskra (Algérie) du 22 au 23 Octobre 2002.

**Mainguet M (2003)** Les pays secs, environnement et développement, Ed Ellipses Edition Marketing, Paris (France), 159p.

**Munier P (1973)** Le palmier dattier; Collections techniques agricoles et productions tropicales, Ed G.P. Maisonneuve et Larousse, Paris (France), 221p.

**Oussman S (1994)** Contribution à l'étude de la rentabilité de la céréaliculture sous pivot en zones arides : Cas de quelques périmètres céréaliers de la région de Ouargla. Mémoire d'Ingénieur, I.N.F.S./A.S, Ouargla (Algérie), 98p.

**Rouvillos-Brigol M (1975)** Le pays de Ouargla (Sahara algérien), Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique, Ed Publications Universitaires, Paris (France), 316p.

**Senoussi A (2000)** Le palmier dattier dans le pays de Ouargla : éternelle culture et des perspectives de développement inouïes. In : journée d'Etude sur la culture de palmier dattier, Laghouat (Algérie), les 22 et 23 novembre 2000, 132p.

**Toutain G (1979)** Elément d'agronomie saharienne, de la recherche au développement, I.N.R.A, Ed JOUVE, Paris (France), 276p.

## RESEARCH PAPER

# Suivi journalier des variations de l'humidité d'un sol sableux à l'aide de TDR et par la méthode gravimétrique (Cas de palmeraie de l'Oued Righ)

## *Daily monitoring of moisture variations in a sandy soil by using TDR and a gravimetric method (Case of palm grove of Oued Righ)*

S. Helimi<sup>1,2</sup>, S. Mokhtari<sup>1</sup>, A. Mihoub<sup>1</sup> et A. Halitim<sup>1</sup>

1. Division sol, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Biskra, Algérie.  
2. Laboratoire Biogéochimie des Milieux Désertique. Université de Kasdi Merbah Ouargla. Algérie.

Received 10 October 2016; Revised 15 November 2016; Accepted 21 November 2016

### Résumé

Les oasis ont toujours été perçues comme symboles de gestion d'une eau rare, les techniques hydrauliques adoptées ont créé un paradoxe au Sahara : des oasis malades de trop d'eau! L'accroissement des débits fournis et la forte minéralisation des eaux ont eu des conséquences directes et à plusieurs niveaux; donc la connaissance de la variabilité temporelle du stock d'eau dans le sol est très demandée à l'échelle de la parcelle, à fin de bien gérer les quantités d'eau apportées dans chaque irrigation.

L'utilisation des méthodes modernes comme le TDR permet a priori d'estimer l'humidité des couches superficielles du sol. En outre, la simplicité relative de la mesure et son caractère non destructif sont autant d'avantages de cette technique de mesure.

La vérification de l'efficacité de cette technique dans les conditions pédoclimatiques de la région de l'Oued-Righ est déterminée par le biais de la comparaison de ses résultats d'humidité (TDR) avec celle de la méthode classique (méthode gravimétrique). Les résultats montrent que les variations sont bien caractérisées dans le temps ; mais, les mesures réalisées par TDR ne sont pas bien corrélées aux mesures gravimétriques. Cette différence est liée à certains nombres de facteurs qui ont un impact sur les valeurs d'humidité volumique mesurées par TDR, on note essentiellement : la température du sol et les caractéristiques physiques du sol (texture et structure ...).

**Mots-clés:** humidité, sol sableux, TDR, méthode gravimétrique, Oued Righ.

### Abstract

*Oued Righ oasis has always been considered as symbols of water management, adopted hydraulic techniques have generated a paradox at the Sahara oasis sick of too much water! The increase of provided flow rates and the strong mineralization of water have a direct influence on multiple levels. Consequently, the knowledge of the temporal variability of soil water content is in high demand over the land, to manage the amount of water supplied by each irrigation.*

*Using the modern technics such as TDR could be an alternative and effective method for estimating moisture content in topsoil. In addition, the relative simplicity of the measure and its non-destructive nature are all advantages of this measurement technique.*

*In the current study, the efficacy of this technique in soil and climatic conditions of the Oued-Righ region was investigated by correlating the moisture values of TDR with the others obtained by the standard method (gravimetric method). Results showed that the changes were well characterized in time but the measurements obtained by TDR were not well correlated with gravimetric measurements; This difference could be related to different factors, especially soil temperature and soil physical characteristics that can affect volumetric moisture values measured by TDR.*

**Keywords:** Moisture, sandy soil, TDR, gravimetric method, Oued Righ

### Corresponding author

S. Helimi

E-mail: helimisamia@yahoo.fr

## 1. INTRODUCTION

Si la rareté des ressources en eau ou leur limitation est une caractéristique intrinsèque du climat des pays du Maghreb, ce phénomène semble connaître une certaine accentuation au cours des dernières décennies marquées par des sécheresses plus fréquentes (Mailhol 2005). L'Algérie occupe un territoire soumis à un climat semi-aride à aride marqué par des précipitations irrégulières dans le temps et dans l'espace. Par conséquent, le régime pluvial ne pourrait plus satisfaire les besoins en eau des cultures et garantir une production agricole stable et suffisante, d'où le recours à l'irrigation afin de se prémunir contre les aléas climatiques

La région de l'Oued Righ ayant une vocation d'agronomie saharienne dominée par la phœniciculture, cette vocation s'explique par l'existence de conditions climatiques et hydrauliques exceptionnelles. En effet, la vallée de l'Oued Righ fait partie du Bas-Sahara algérien qui recèle d'importantes nappes d'eau souterraines, notamment celle du continental intercalaire

Si l'importance des ressources hydrauliques et leur utilisation ont permis le développement du patrimoine phœnicole de cette région, leur exploitation immodérée a considérablement perturbé l'équilibre des nappes (baisse des niveaux hydrostatiques). Aujourd'hui d'après Bouzid (1986), pour sauvegarder les oasis et les nappes de cette région, des exigences s'imposent. De gros investissements sont nécessaires d'une part, pour une irrigation moderne et rationnelle et une diversification des cultures, d'autre part, pour une limitation des ouvrages de captage et un contrôle plus rigoureux de l'exploitation des eaux. Le tout s'insère dans un plan d'aménagement global concernant toute la région

Ce problème hydrique nécessite, dans la région de Oued Righ d'améliorer l'efficacité des systèmes d'irrigation et de maîtriser le contrôle de l'humidité de sol dans le temps et dans l'espace.

Il n'existe pas à l'heure actuelle de méthode de mesure unique de la teneur en eau, universelle et applicable à toutes les situations, mais au contraire, une gamme assez vaste de méthodes souvent complémentaires les une par rapport aux autres (Baron et Tran Ngon Lan 1977 ; Schmutge et al 1980). Parmi ces techniques celles basées sur les relations entre l'humidité et les propriétés diélectriques des sols se développent régulièrement. On peut citer la rétrodiffusion des microondes active, la réflectométrie temporelle (Time Domain Reflectometry ou TDR) et la méthode capacitive...etc.

La réflectométrie temporelle est basée sur la mesure de la permittivité diélectrique relative du sol (Topp et al 1982, 1985, 1985a, 1985b. Reeves et al, 1989 ; Rawels et al 1989 ; Douh et Boujelben 2012...).

Cette étude présente une approche expérimentale et a pour but de vérifier l'efficacité de cette technique aux conditions pédoclimatiques de la Région de Oued-Righ en comparant les valeurs d'humidité du sol données par le TDR avec celle de la méthode classique (méthode gravimétrique).

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Principe de mesure (TDR TRIME-PICO IPH T3)

La mesure de la teneur en eau du sol avec TDR (réflectométrie) est maintenant bien établie. Cependant la teneur en eau profilage n'est pas possible avec les sondes à tige TDR classiques. La sonde à tube TRIME-PICO IPH (Fig 01) a été développée pour cette raison.

Le capteur intelligent et compact T3 TRIME-PICO IPH est un des dispositifs de mesure pour la détermination continue et non-destructive de l'humidité volumétrique du sol. Il est conçu pour une utilisation mobile sur le terrain et peut être connecté à un PICO-BT Bluetooth module ou un enregistreur de données ou un PC à des fins de suivi et d'enregistrer les données.

La sonde du tube est constituée d'un PVC-corps cylindrique, qui dispose de quatre plaques d'aluminium montés sur ressort que les guides d'onde TDR sur les côtés opposés.

Les mesures sont effectuées à partir de TECANAT tubes d'accès en plastique qui peuvent être laissés dans le sol. Les tubes doivent être installés avant la prise de mesure en utilisant un ensemble de forage spécialement développé. Le système permet des longueurs de câble jusqu'à 25 m. L'électronique de lecture automatique à courbe TDR intelligente est logée dans un cylindre en PVC robuste et étanche, résistant même aux exigences d'utilisation permanente sur le terrain.

Le dispositif de TRIME génère une impulsion à haute fréquence (jusqu'à 1 GHz) qui se propage le long des coques métalliques, générant un champ électromagnétique autour de la sonde. A la fin de la coquille, l'impulsion est réfléchi vers la source. Le temps de transit résultant peut être mesuré et permettant de déterminer la vitesse de propagation, qui dépend principalement de la teneur en eau. La teneur volumique en

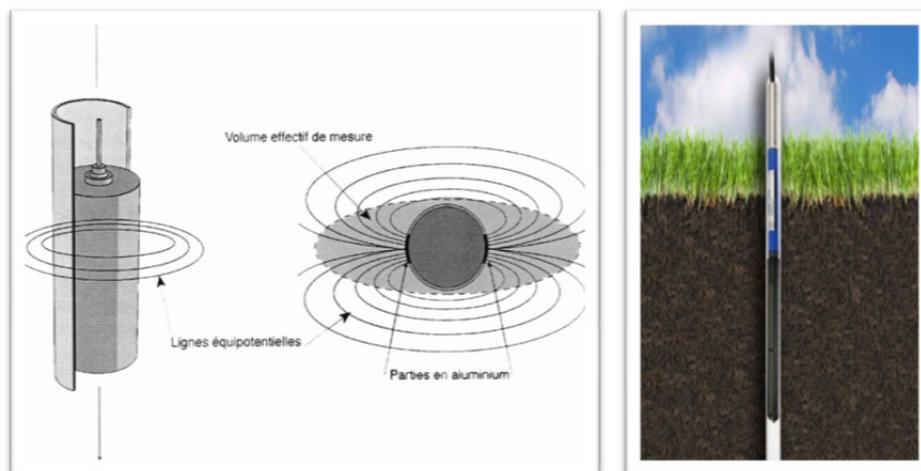


Figure 01 : Sonde tube TRIME et son volume de mesure

eau est alors calculée par la vitesse et est représentée sur le panneau d'affichage immédiatement.

$$Ka = ((t.c)/L)^2$$

$t$  : temps de transit du début à l'extrémité du guide d'onde (nanosecondes)

$c$  : vitesse de la lumière (cm / nanosecondes)

$L$  : longueur du guide d'onde (cm)

## 2.2. Site expérimental

Le site expérimental sur lequel s'est effectuée l'étude est une palmeraie de 10 hectares de superficie, avec plus de 1000 palmiers, variés entre deglet Nour, deglat Bayda et Ghars. Cette exploitation est équipée par un système d'irrigation localisé (ajutage). Le sol possède une texture sablo-limoneuse, avec une densité apparente moyenne de 1,35. La réserve utile calculé au laboratoire est de l'ordre de 60.95 mm/m. Le sol est gypseux salin (plus de 17%) avec un peu de calcaire et un pH neutre à légèrement alcalin (tableau 1).

## 2.3. Mesure de l'état hydrique du sol

L'état hydrique du sol (Fig 02) a été évalué comme suit :

- Des mesures TDR avec une sonde TRIME-PICO IPH, les points de mesure ont été équipés par l'installation verticale d'un tube d'accès. Les relevés ont été faits chaque jour pendant une période de dix jours sur quatre niveaux de profondeurs (0-20, 20-40, 40-60 et 60-80 cm).

- Des mesures gravimétriques sur les mêmes points et pour les mêmes profondeurs ; L'estimation de l'humidité du sol par la méthode de gravimétrie est extrêmement simple de mise en œuvre, mais néanmoins lourde, coûteuse en temps et perturbant le terrain. Il s'agit de prélever avec une tarière, à différentes profondeurs sur un axe vertical, des échantillons de sol que l'on place immédiatement dans une boîte hermétique. Chaque échantillon est pesé à l'état frais et après un séchage de 48 heures à l'étuve (température de 105°C). L'humidité volumique de chaque prélèvement est déduite d'une simple relation entre l'humidité pondérale et la densité du sol.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Evolution temporelle de la variation du stock en eau du sol

Les figures 03 et 04 montrent des exemples de suivi de la teneur en eau obtenu par la sonde TDR dans deux périodes saisonnières différentes pour le même type du sol et pour quatre niveaux de profondeur.

On observe qu'il y a une bonne concordance entre les allures des courbes d'humidité des quatre niveaux de profondeur pour les mesures de TDR dans les deux périodes.

Durant la période d'étude, les mesures obtenues indiquent que les variations quotidiennes du stock d'eau oscillent entre 261.26 l/m<sup>3</sup> et 362.94 l/m<sup>3</sup> pour la période estivale (29/06/2014 - 08/07/2014), alors que celles de la période automnale (16/11/2014 - 26/11/2014) varient entre 194.17 l/m<sup>3</sup> et 340.30 l/m<sup>3</sup>. On note que l'humidité volumique moyenne

Tableau 01 : Paramètres physiques, chimiques et hydrodynamiques du sol

Couches (cm)		0-20	20-40	40-60	60-80
Classe		Sablo- limoneux	Sablo- limoneux	Sablo- limoneux	Sablo- limoneux
Texture	Sable (%)	72.28	73.63	79.24	73.34
	Limon (%)	21.68	20.10	13.53	15.50
	Argile (%)	6.13	6.27	7.23	11.16
Teneur en eau	pF2 (%)	28,41	18,89	17,48	18
	pF2,5 (%)	17,68	11,69	12,34	11,21
	pF4,2 (%)	10,57	7,45	7,6	8,75
CE	dS/cm	3.20	2.85	2.72	2.89
Da	g/cm3	1.14	1.33	1.39	1.42
Calc T	(%)	4.8	4.8	4	4.8
Gypse	(%)	17.81	22.34	20.5	18.76
pH		7.80	7.83	7.86	7.79

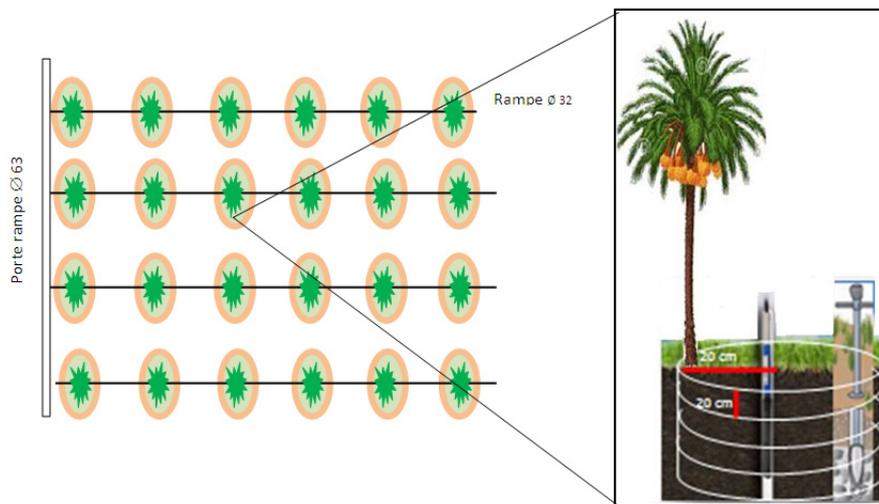


Figure 02 : Protocole de mesure de l’humidité du sol par la sonde TDR et la méthode gravimétrique.

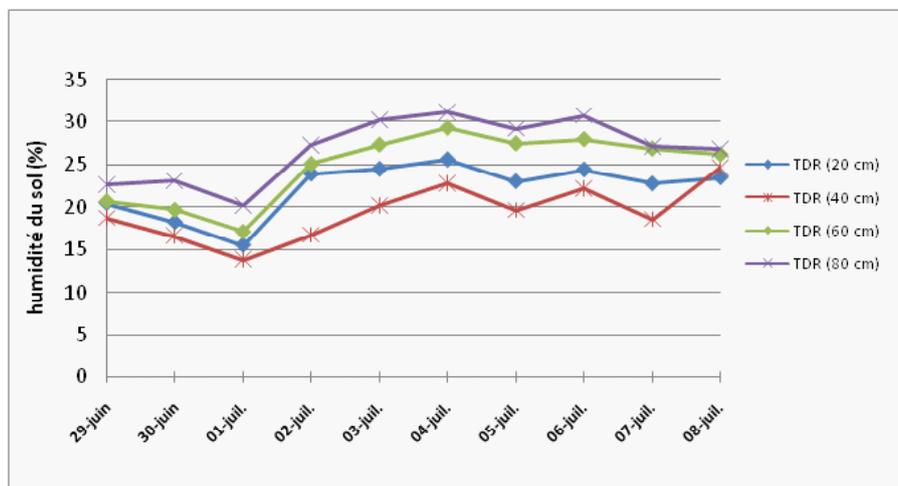
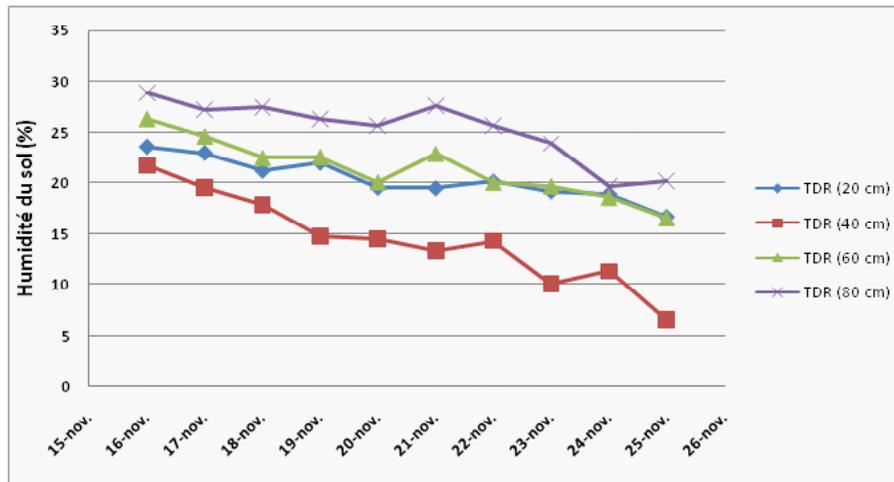


Figure 03: Variation du stock en eau du sol pour le système d’irrigation localisé à 20, 40,60 et 80 cm de profondeur pour la période estivale



**Figure 04:** Variation du stock en eau du sol pour le système d'irrigation localisé à 20, 40, 60 et 80 cm de profondeur pour la période automnale.

augmente sensiblement avec la profondeur, et le sol est toujours plus humide au fond de tube d'accès.

On remarque que les valeurs d'humidité volumique du sol pour la couche profonde (80 cm) sont supérieures à celles des couches 20, 40 et 60 cm. Ceci est probablement dû à l'influence de la remontée de la nappe phréatique et à l'éloignement de l'effet des aléas climatiques atmosphériques. Contrairement au stock d'eau de la couche superficielle, soumis directement aux conditions climatiques sévères, surtout pour la période estivale dans les régions sahariennes, par conséquent l'intervention par irrigation est plus fréquente.

La deuxième couche (20 cm) enregistre les valeurs les plus faibles par rapport aux autres couches, cette faiblesse est liée, probablement, à la densité de la charge racinaire du palmier dattier, donc à la grande consommation hydrique à ce niveau.

### 3.2. Comparaison des mesures par TDR et par gravimétrie

La mesure de l'évolution temporelle du stock d'eau de sol a été comparée entre les deux méthodes de mesure, TDR et gravimétrie (Fig 05 et 06), pour le système d'irrigation localisée à 20, 40, 60 et 80 cm de profond. Les mesures pour les deux méthodes ont été effectuées avec un pas de temps journalier.

Nous allons voir ici les résultats de comparaison entre les mesures TDR et gravimétrie et présenter une probable correction si nécessaire des données TDR par rapport à la méthode gravimétrie.

Les valeurs obtenues par TDR sont sous-estimées par rapport à la teneur en eau mesurée par gravimétrie.

Cette sous estimation n'est pas systématique et peut atteindre 10 %, Les différences ne sont pas significatives au seuil de 2 %. On remarque que les grandes différences de mesure sont enregistrées dans les couches les plus humides (plus de 25% d'humidité) donc les couches les plus profondes. Ces résultats ont été déjà remarqués par Brunet et al, (2003) et Clement (2007). Donc les mesures de TDR sont utilisables pour estimer les quantités d'eau dans les sols sablo-salins mais ces données nécessitent une certaine correction pour évaluer les quantités réelles d'eau

Il faut cependant noter qu'un faible épuisement marque les réserves du sol sur le site d'étude entre deux irrigations, surtout pendant la période estivale (différence des quantités d'eau consommées entre deux irrigations dépasse 35,48 l/m<sup>3</sup> pour une période de 2 jours), Ceci est probablement dû principalement à la sur irrigation (dose d'irrigation élevée avec des fréquences importantes pendant la semaine). Pour la période fraîche la durée entre deux irrigations est plus importante (7 à 15 jours), par exemple la quantité consommée entre deux irrigations avec une fréquence de 10 jours est 136,99 l/m<sup>3</sup>.

### 3.3. Discussion des résultats de comparaison entre les deux méthodes

Il s'avère qu'un certain nombre de facteurs ont un impact sur les valeurs de l'humidité volumique mesurées par TDR, où dans notre étude nous n'avons pas pu analyser tous les facteurs. Citons essentiellement : la température du sol (Topp et al 1980). D'après nos données on n'a pas trouvé une relation entre la température de l'air, du sol et les mesures de TDR (Fig 07, 08 et 09), où les courbes de tendance montrent une corrélation non significative ( $r^2 = 0.001$ ).

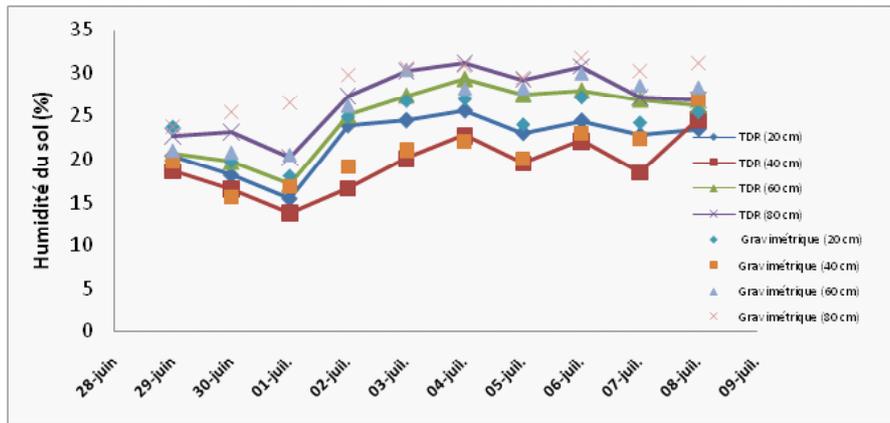


Figure 05: Evolution du stock d'eau selon les mesures TDR et les mesures gravimétriques pour les quatre couches d'un sol sableux pour la période estivale.

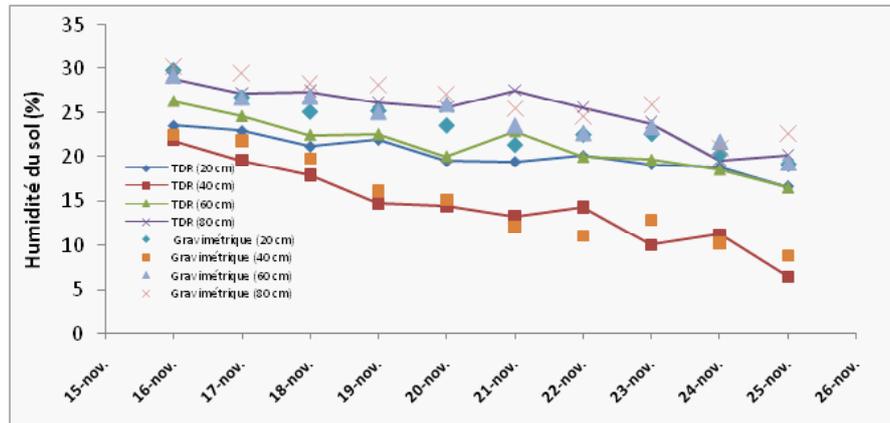


Figure 06: Evolution du stock d'eau selon les mesures TDR et les mesures gravimétriques pour les quatre couches d'un sol sableux pour la période automnale.

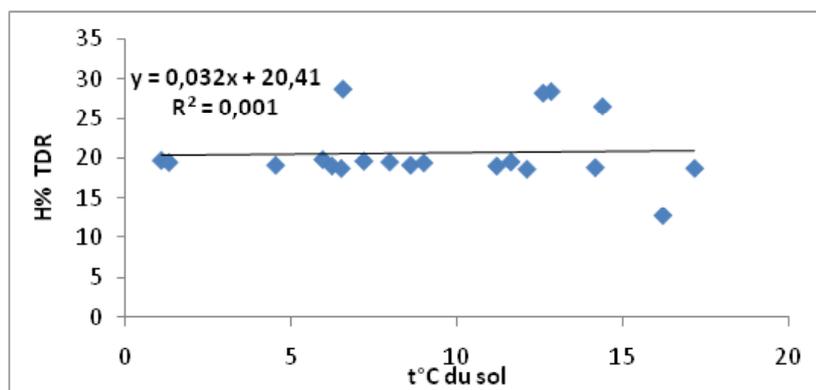


Figure 07 : Corrélation entre la température du sol et l'humidité de TDR

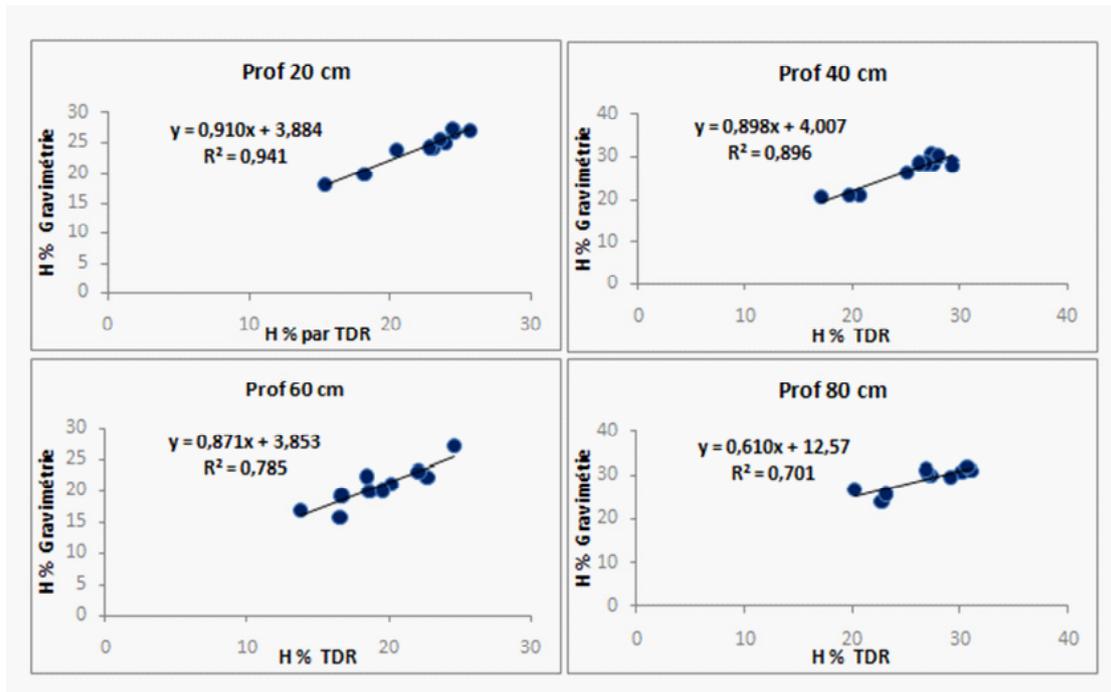


Figure 08 : Comparaison des stocks d'eau moyens sur les quatre niveaux de profondeur entre les mesures TDR et de gravimétrie Période estivale

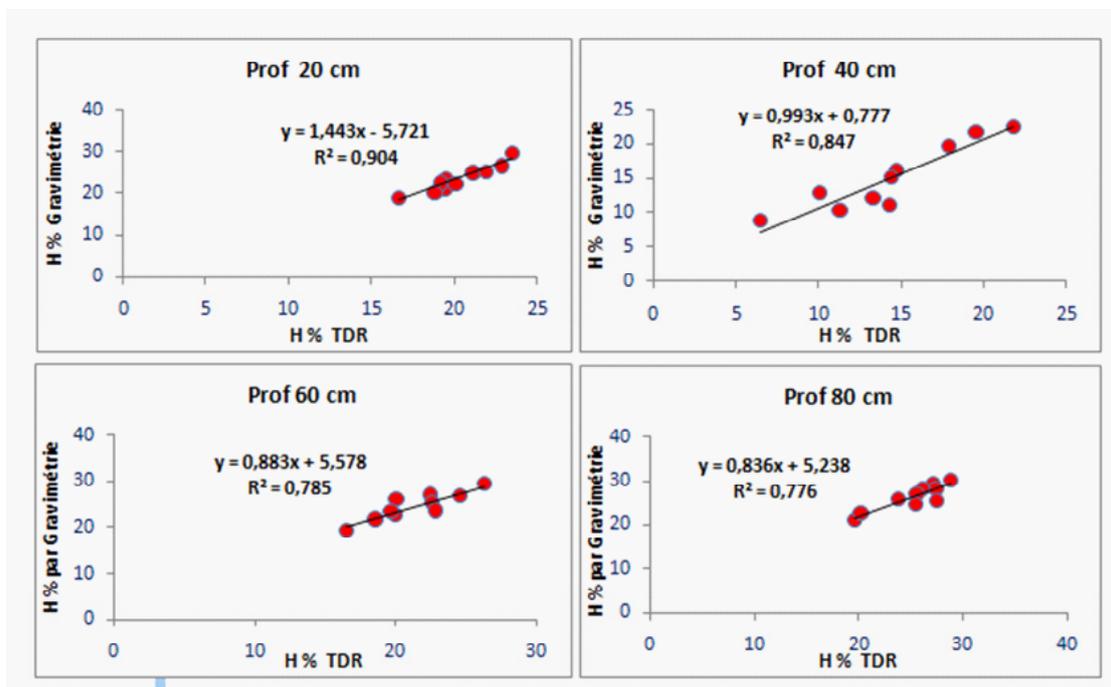


Figure 09: Comparaison des stocks d'eau moyens sur les quatre niveaux de profondeur entre les mesures TDR et de gravimétrie Période automnale

La valeur de la constante diélectrique de la phase solide du sol influencée par un grand nombre de caractéristiques physiques du sol et notamment la densité (Topp et al 1980), la porosité, la surface spécifique (Whalley 1993), la texture et la salinité du sol (Topp et al 1980 ; Soil Moisture Equipment Corp 1993). L'hétérogénéité du sol dans le volume exploré par une sonde est également un facteur d'erreur : il semblerait que sur un sol d'humidité hétérogène, l'humidité moyenne soit sous-estimée selon l'étude de Hokett et al., 1992 (expérimentation sur des sables).

D'après les données d'analyse physiques et chimiques du sol obtenues du site d'étude, la texture du sol est sableuse avec plus de 70% de sable pour la majorité des couches, donc cette caractéristique de l'homogénéité de la texture de sol entre les quatre couches éloigne l'effet de cette dernière sur les mesures de TDR. La densité apparente augmente avec la profondeur (variée de 1.14g/cm<sup>3</sup> à 20 cm jusqu'à 1.42g/cm<sup>3</sup> à 80 cm). Le sens de grandeur de la densité apparent est liée inversement à la bonne corrélation enregistré entre les valeurs de TDR et de la gravimétrie.

La comparaison des stocks d'eau réalisée entre les mesures par TDR et par gravimétrie, pour les quatre niveaux de profondeur et dans les deux périodes de mesure (chaude et froide) (Fig. 08 et 09), montre qu'il existe une bonne corrélation entre l'humidité de TDR et l'humidité gravimétrique ( $r^2 = 0.70$  pour toutes les couches). On a enregistré à 20 cm une corrélation de  $r^2 = 0.94$  et elle diminue avec la profondeur pour atteindre à 80 cm la valeur de  $r^2=0.77$ .

Les différences d'humidité enregistrées entre les deux méthodes dans notre étude sont probablement liées aux paramètres cités au-dessus, sans oublier le perfectionnement et la qualité de l'appareillage en plus de la manipulation sur terrain.

Pas mal d'études théoriques et expérimentales réalisées par des chercheurs, ont tenté d'estimer le poids de ses différents paramètres sur les mesures TDR. Ces études montrent clairement la complexité de la maîtrise de la technique TDR et de l'ajustement des mesures, et traduisent une compréhension encore incomplète de certains mécanismes en cause. Il nous était donc tout à fait illusoire de rechercher des explications détaillées à nos résultats (Rosnoble 2002).

En toute rigueur, les sources d'erreurs affectant les mesures TDR sont nombreuses, ce qui explique sans doute la valeur importante de l'incertitude fournie par le constructeur. Une loi de correction propre à chaque terme d'erreur devrait être étudiée dans le laboratoire, en conditions parfaitement contrôlées, afin de corriger les erreurs les plus caractéristiques.

#### 4. Conclusion

L'objectif de ce travail est d'améliorer la valorisation de l'eau d'irrigation dans la conduite des cultures (comme le palmier dattier) et de permettre une meilleure maîtrise de la demande en eau. Ce travail s'est appuyé sur une approche expérimentale afin de contrôler les quantités d'eau apportées à la culture et de suivre le bilan hydrique.

Tester notre modèle de bilan hydrique nécessite impérativement de mesurer la valeur de l'humidité volumique du sol et son évolution. Compte tenu de l'importance de ce volet expérimental, nous avons choisi d'utiliser deux techniques différentes et complémentaires; la gravimétrie et le TDR.

Le suivi journalier de l'humidité d'un sol sableux irrigué montre que les variations sont bien caractérisées dans le temps et dans l'espace par les mesures de l'humidité volumique réalisées par TDR et par gravimétrie. Les couches superficielles du sol réagissent fortement aux forçages climatiques, alors que les couches profondes sont moins influencées.

Les deux techniques employés pour estimer l'humidité du sol (TDR et gravimétrie) nous ont permis d'acquérir un grand nombre de mesures d'humidité du sol pendant la période de l'expérimentation. Les résultats de comparaisons entre les mesures d'humidité volumique réalisées par TDR et gravimétrie présentent une corrélation satisfaisante.

Les mesures TDR nous paraissent relativement correctes face à la gravimétrie, compte tenu de l'incertitude de 2% d'humidité volumique de la mesure TDR. Toutefois il existe un écart assez important à certaines profondeurs, et en moyenne le TDR peut sous-estimer l'humidité du sol. Alors que c'est toutefois l'inverse dans les couches profondes du sol. Ces données semblent néanmoins indiquer la nécessité d'une correction des mesures de la TDR.

Les facteurs qui peuvent influencer sur les estimations du stock d'eau par TDR sont nombreux, tous difficiles à prendre en compte dans notre étude. Soulignons que l'utilisation des résultats précédents pour d'autres appareillages TDR devrait nécessiter des études particulières. Les propriétés des appareils semblant dépendantes des caractéristiques des composants électroniques.

#### Références bibliographiques

**Baron JP et Tran Ngoc Lan (1977):** Méthodes de mesure et de contrôle des teneurs en eau des matériaux dans les laboratoires des ponts et chaussées. Bull Liaison Labo P Ch 87, 85-96.

**Brunet P, Bouvier C, Perrin JL, Robain H (2003)**

: Suivi des variations de l'humidité du sol à l'aide de sondage Schlumberger, p5.

**Clement R (2007)** : Caractérisation géophysique du stock hydrique des formations superficielles en zone méditerranéenne : application à la prédétermination et à la prévision des crues, rapport de stage, master, p71.

**Douh B et Boujelben N (2012)** : Diagnostic des pratiques d'irrigation localisée souterraine en Tunisie, effet sur la variation du stock en eau du sol, le rendement d'une culture de Mais et l'efficience de l'utilisation de l'eau, Larhyss journal, 115-126.

**Hokett S L, Chapman J B et Russell C E (1992)**: Potential use of time domain reflectometry for measuring water content in rock , J. Hydrol., 138: 89-96.

Mailhol J.C (2005) Contribution à la maîtrise de l'irrigation et de ses impacts, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, UR Irrigation Cemagref Montpellier, p18.

**Rawls W J, Brakensik D L (1989)**: Estimation of soil water retention and hydraulics properties. Unsaturated flow in hydrologic modeling. Theory and practice. H J Morelseytoux Ed, Nato Series, Mathematical and physics Sciences, 275: 275-300.

**Reeves T L, Elgezawi S M et Kaser T G (1989)**: The use of time domain reflectometry for monitoring in situ volumetric water content in processed oil shale, 218-225.

**Rosnoblet E (2002)** Dynamique du bilan hydrique parcellaire au sein de l'espace rural-conséquences sur les transferts hydrologiques. Chap II : expérimentation, Sciences de la Terre. INAPG (AgroParisTech), p 30.

**Schmugge T J, Jackson T J, McKim H L (1980)**: Survey of methods for soil moisture determination Water Resources Research, 16: 961-979.

**Topp GC et Davis J L (1985)**: Measurement of soil water content using TDR: a field evaluation. SSSA J, 49 (1):10-24.

**Topp GC et Davis JL (1985a)**: Time domain reflectometry (TDR) and its application to irrigation scheduling, 107-127.

**Topp GC et Davis JL (1985b)**: Measurement of soil water content using time domain reflectometry (TDR): a field evaluation, Soil Sci Soc Amer J, 49: 19-24.

**Topp GC, Davis JL et Annan AP (1980)**: Electromagnetic determination of soil water content : Measurement in coaxial transmission lines water resour, Res, 16 :574-582.

**Topp GC, Davis JL, Annan AP (1982)**: Electromagnetic determination of soil water content using TDR, l'applications to wetting fronts and steep gradients soil Sci Soc Am J, 46: 672-678.

**Whalley W R (1993)**: Consideration on the use of time domain reflectometry (TDR) for measuring soil water content, J Soil Sci 44 (1): 1-9.

## RESEARCH PAPER

# Etude éco-dendrométrique de *Pinus halepensis* Mill. dans la forêt communale de Tiaret (Djebel Guezoul)

*Eco-dendrometric study of *Pinushalepensis* Mill. In the communal forest of Tiaret (Djebel Guezoul)*

K. Bouazza<sup>1</sup>, A. Ghemmez<sup>1</sup>, N. Berdali<sup>1</sup>, O. Naggar<sup>2</sup>, A. Labdelli<sup>3</sup>

1, Laboratoire d'Agro-biotechnologie et de nutrition en zone semi-aride ; Université Ibn Khaldoun BP 78, 14000 Tiaret, Algérie.

2, Université Abou Bekr Belkaïd, Faculté des Sciences, Département de Foresterie, BP 119 Imama, Tlemcen

3, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Biskra, Algérie.

Received 13 November 2016; Revised 04 December 2016; Accepted 06 December 2016

## Résumé

Le présent travail consiste à rechercher la relation éco dendrométriques de *Pinus halepensis* dans le canton Djebel Guezzoul relevant de la forêt communale de Tiaret. L'échantillonnage préconisé dans cette étude c'est l'échantillonnage systématique. Au niveau de notre zone d'étude des données stationnelles sont récoltées et des paramètres dendrométriques ont été effectués sur 503 tiges de pin d'Alep. Au total, 20 placettes temporaires de superficie de 5 ares retenues être représentatives y sont installées. Il en ressort que les peuplements inventoriés relèvent de la strate altitudinale 1170 à 1199m, situés sur des terrains de faible inclinaison où la pente ne dépasse guère le 7° et distribués sur deux strates d'exposition N-NE et W-NW. Par le biais de l'analyse de variance, au seuil de signification de 95%, il ressort que les peuplements de pin d'Alep présentent une structure plus ou moins régulière.

**Mots-clés:** Djebel Guezzoul, *Pinushalepensis* Mill, variables dendrométriques, facteurs stationnelles.

## Abstract

*The aim of this work is to investigate the eco – dendrometric relations hip of *Pinus halepensis* in the Djebel Guezzoul district in the communal forest of Tiaret. The sampling recommended in this study is systematic sampling. At the level of our study area of the stationary data are harvested and dendrometric parameters were carried out on 503 stems of *Pinus halepensis*. In total, 20 temporary plots with a surface area of 5 acres are selected to be representative. It emerges that the listed stands belong to the altitudinal stratum 1170 to 1199m, situated on low inclined soils where the slope is scarcely above 7 ° and distributed over two N-NE and W-NW exposure strata. By means of the analysis of variance, at the level of significance of 95%, it appears that the stands of *Pinushalepensis* have a more or less regular structure.*

**Keywords:** Djebel Guezzoul, *Pinus halepensis* Mill, dendrometric variables, stationary factors.

## Corresponding author

K. Bouazza

E-mail: bouazzakhaldia@yahoo.fr

## 1. INTRODUCTION

Le couvert forestier en Algérie présente une superficie de 4.1 millions d'hectares dont 1.3 millions sont des forêts naturelles. Le reste représente les maquis, les matorrals, les reboisements et les terres improductives (FAO, 2000). Le Pin d'Alep figure parmi les espèces constitutives des forêts algériennes. C'est une essence forestière résineuse, frugale, héliophile, résistante à la sécheresse et supporte les sols calcaires. En Algérie, c'est l'espèce la plus utilisée en reboisements, elle couvre plus de 850000 hectares (Bedel, 1986 ; Mazali, 2003 in Abdallah et Michel, 2005).

Le présent travail s'intéresse à la forêt communale de Tiaret qui relève de la circonscription de Tiaret. Le canton Djebel Guezoul, est d'une superficie de 276 ha. Il constitue une ligne de relief orientée du Nord-Est au Sud-Ouest qui domine à travers la tranche altitudinale de 1100 m à 1200m. Il est limité à l'Est par la forêt domaniale de Tiaret et au sud par la ville de Tiaret (CFT, 2016). En fait, une attention particulière est accordée à une plantation de pin d'Alep relevant de ce canton. On a jugé intéressant d'évaluer les conditions de croissance de cette pinède à travers la mise en évidence des relations pouvant se manifester entre caractéristiques dendrométriques et stationnelles qui y règnent.

Ainsi, l'objectif de ce travail consiste à déterminer l'allure structurale de cette pinède et de rechercher les éventuelles relations entre les paramètres dendrométriques (circonférence, hauteur, surface terrière et densité) et écologiques (altitude, exposition, pente et microrelief) de *Pinus halepensis* dans la forêt de Djebel Guezoul, wilaya de Tiaret (Algérie).

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Zone d'étude

La wilaya de Tiaret se situe à l'ouest du pays, elle s'étend sur une superficie de 20 050 05 Km<sup>2</sup>. Elle relève de l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid. La forêt communale de Tiaret, soumise au régime forestier, relève de la circonscription de Tiaret. Le canton Djebel Guezoul, est d'une superficie de 276ha (Fig. 01). Il constitue une ligne de relief orientée du Nord-Est au Sud-Ouest qui domine à travers la tranche altitudinale de 1100 m à 1200m. Le point culminant, soit de 1221m d'altitude, se situe à Ain el-Hamra au nord de Tiaret et à l'ouest de Djebel Mesguida, C'est un petit plateau ondulé et raviné, faiblement incliné du Nord-Nord à Est Sud présentant au Nord un escarpement de 80 à 100m sur le bord du plein accidenté de Guertoufa. Vers le Nord-Est, le chaînon s'abaisse graduellement au col de Torrigh (1050 m) et au Sud-Ouest il descend sur Tagdempt (850 m) et la dépression de la Mina. Il est limité à l'Est par la forêt domaniale de Tiaret et au sud par la ville de Tiaret (CFT, 2016).

### 2.2. Matériels

Le matériel utilisé pour la détermination des paramètres écologiques et dendrométriques du peuplement de pin d'Alep dans la forêt communale de Tiaret est le suivant :

- √ Mètre ruban pour mesurer la circonférence à 1.30m;
- √ Dendromètre Blum-Leiss pour mesurer la hauteur totale, délimiter les placettes de 5 ares et déterminer

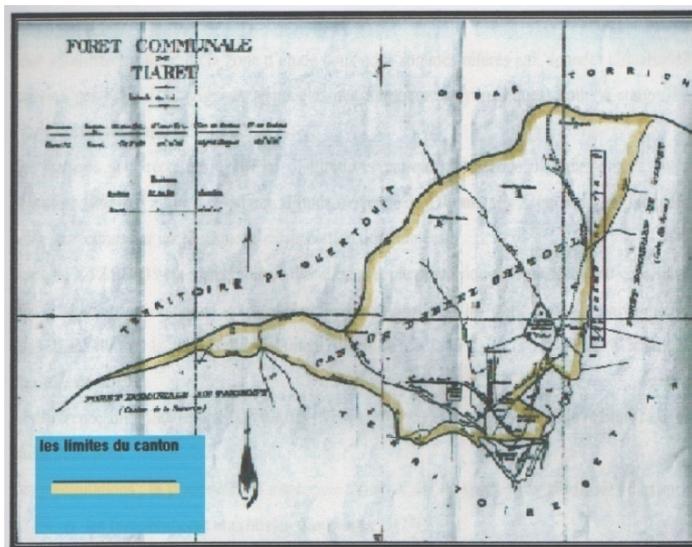


Figure 01 : Situation géographique du canton djebel Guezoul (CFT, 2016).

la pente ;

√ Mire de PARDE pour délimiter les placettes ;

√ GPS pour déterminer l'altitude ;

√ Boussole forestière pour déterminer l'exposition ;

√ Le microrelief, critère qualitatif, est évalué sur la base de la capacité de rétention en eau du sol. Il s'agit des formes concave, convexe ou intermédiaire.

### 2.3. Type d'échantillonnage et formes des placettes

L'échantillonnage préconisé dans cette étude c'est l'échantillonnage systématique. Dans ce type d'échantillonnage, les placettes sont choisies selon un schéma rigide, prédéterminé, dont l'objectif principal est de couvrir l'ensemble de la population de manière aussi uniforme que possible (Rondeux, 1999 ; Lecomte et Rondeux, 2002).

Les formes les plus habituelles d'une placette d'échantillonnage à surface définie sont le carré, le rectangle et le cercle (Rondeux, 1999 ; Lecomte, 2008). Les placettes de forme circulaire sont les plus intéressantes et les plus utilisées pour les raisons suivantes :

-Elles ne comportent pas de direction privilégiée, ce qui confère plus d'objectivité aux mesures et aux résultats ;

-Elles permettent de réduire considérablement le nombre de cas douteux d'appartenance ou non d'arbres à la placette ;

-Leur implantation sur le terrain est facile et rapide, pour autant qu'elles ne soient pas trop étendues (Gaudin, 1996 ; Rondeux, 1999 ; Richter, 2001 ; Lecomte et Rondeux, 2002 ; Lecomte, 2008).

#### 2.3.1. Mesures des arbres

Au total, 20 placettes sont installées de forme circulaire et de superficie de 5 ares au niveau de la zone d'étude où des données stationnelles et dendro-

métriques sont récoltées au niveau de chaque unité d'échantillonnage.

La mesure de la circonférence est prise à hauteur d'homme, soit au niveau 1.30m au-dessus du sol.

La hauteur est la caractéristique la plus importante pour mesurer ou estimer le volume. L'étude des hauteurs permet d'apprécier la fertilité des stations. La hauteur est définie comme étant la longueur depuis le pied de l'arbre jusqu'au bourgeon terminal (Decourt, 1973 ; Kadik, 1987 ; Dagnelie et al., 1988 ; Massenet, 2005).

La surface terrière est un bon indicateur de la richesse stationnelle. Elle correspond à la surface de la section transversale du tronc de l'arbre à 1.30m. Elle est calculée par le rapport suivant  $g = c^2/4\pi$  (avec  $c$  : circonférence à 1.30m).

La surface terrière totale est la somme des sections transversales à 1,30m du sol de tous les arbres du peuplement, elle s'exprime en mètres carrés, ramenée à l'hectare (Rondeux, 1999).

La densité correspond au nombre d'arbres sur une surface donnée (soit 5 ares).

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

Au total, 638 tiges sont recensées au niveau des unités d'échantillonnages dont :

- 503 tiges de pin d'Alep soit 78,84% ;
- 09 tiges de chêne vert soit 01,41 % ;
- 126 tiges de genévrier oxycèdre soit 19,75 %.

Les placettes y sont composées d'essences diverses à des proportions variables. Il s'agit de la présence de *Pinus halepensis*, de *Juniperus oxycedrus* et de *Quercus ilex*. Il en ressort que les tiges recensées relèvent de 79 % de pin d'Alep, 20 % de genévrier oxycèdre et 1% de chêne vert. La figure 02 permet de mieux visualiser la répartition de la composition des peuplements échantillonnés.

**Tableau 01** : Fréquences relatives des classes des facteurs stationnels

Paramètres stationnels	Classes	Placettes	Fréquences relatives
Altitude	1170 - 1199	20	100 %
Exposition	N -NE	11	55 %
	W -NW	09	45 %
Pente	5° - 7°	20	100 %
microrelief	Concave	08	40 %
	Convexe	02	10 %
		10	50 %

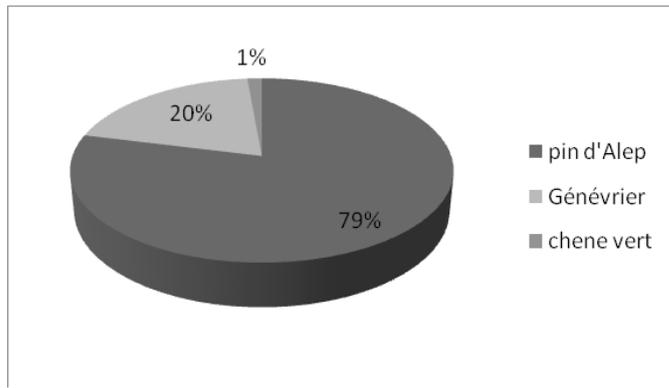


Figure 02 : Répartition en % des strates des espèces de la zone d'étude.

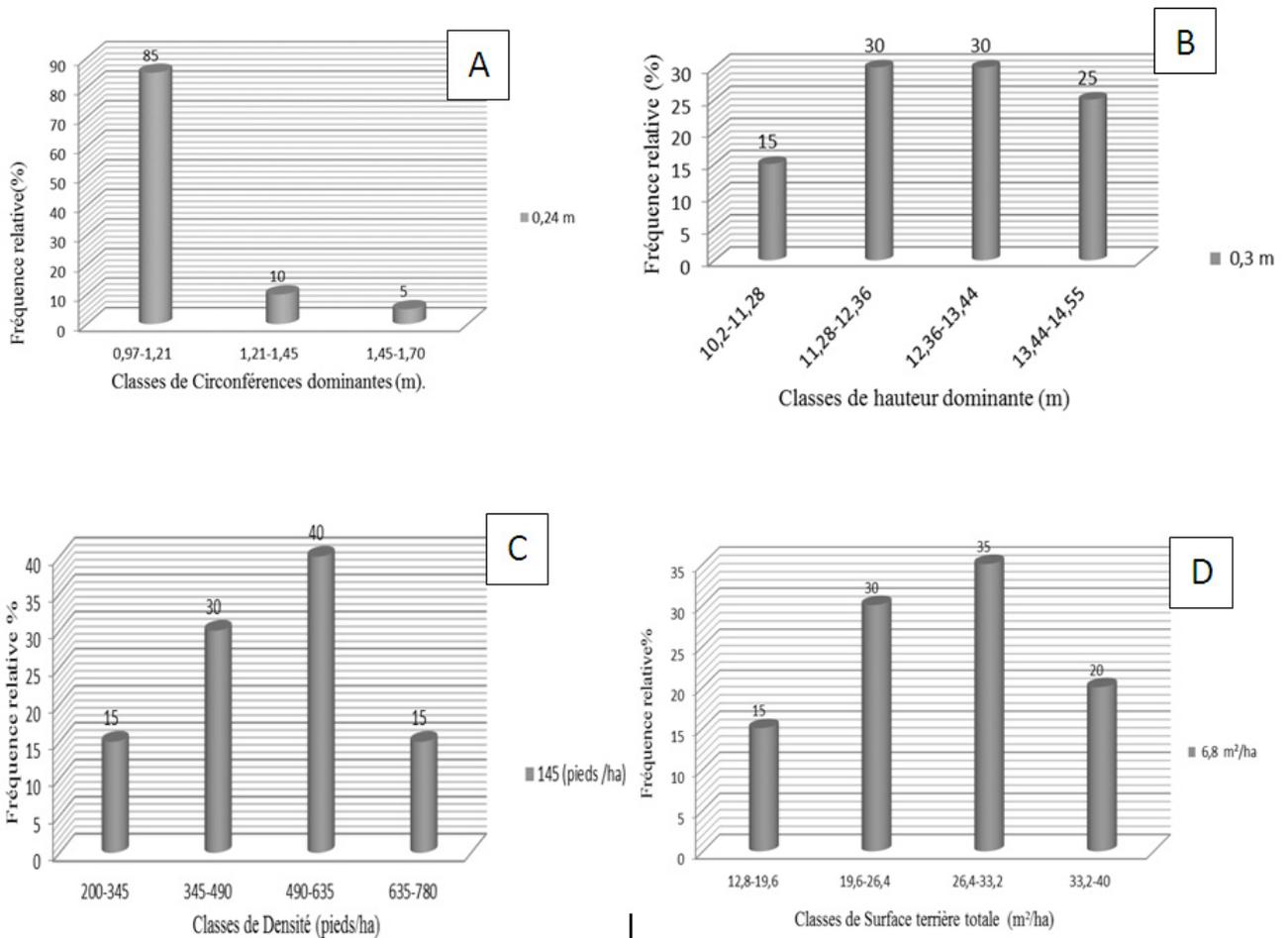


Figure 03 : Fréquences relatives des classes de circonférences dominantes (A), de hauteurs dominantes (B), de densité (C) et de surfaces terrières totales (D) de peuplement de pin d'Alep.

### 3.1 Caractéristiques topographiques

Pour pouvoir caractériser le milieu de notre peuplement, nous avons jugé nécessaire de prendre en considération les paramètres topographiques suivants à travers des placettes d'étude : l'altitude, l'exposition, la pente et le type de microrelief.

- Les valeurs d'altitude enregistrées au niveau des placettes d'études sont comprises entre

1170 m et 1199 m soit une différence de 29 m ;

- la répartition des strates d'exposition montre deux strates différentes au niveau des placettes d'étude : Nord-nord est et ouest – nord ouest ;

- Le terrain de la zone d'étude est un terrain plat et moins accidenté pour toutes les unités d'échantillonnage où nous avons enregistré une valeur maximale de la pente de 7° ;

- Suite à la diversité des sites topographiques des placettes d'étude, la stratification topographique retenue révèle trois types de topographie comme le montre le tableau 01.

### 3.2 Caractéristiques dendrométriques

Au niveau de chaque placette installée, les données dendrométriques faisant l'objet d'évaluation sont les suivantes : circonférence dominante, hauteur dominante, surface terrière totale et densité totale. Ces données sont à l'origine de mesures dendrométriques réalisées.

La circonférence dominante, variable dendrométrique très importante pour la caractérisation de peuplement forestier, correspond à la moyenne des circonférences à 1.30m des 100 plus grosses tiges à l'hectare. (Rondeux, 1999). La variabilité des valeurs de circonférence dominante de pin d'Alep est faible dont la mesure où nous avons relevé un coefficient de variation de 15 % avec des valeurs s'intercalant de 0.97 à 1.7m. La Fig. 03 (A), fait ressortir que 85 % des peuplements ont une circonférence dominante inférieure ou égale à 1.21 m. Néanmoins, les peuplements les plus gros de 1.45 m à 1.70 m ne présentent que 5 %.

La hauteur dominante est un bon indicateur des potentialités stationnelles. Elle représente la valeur moyenne des hauteurs totales des 100 plus gros arbres à l'hectare (Anonyme, 1989 ; Gaudin, 1996 ; Rondeux, 1999 ; Wouters et Lorent, 2001). Au niveau de chaque placette, la hauteur dominante est celle de la hauteur totale moyenne des cinq plus grosses tiges de pin d'Alep. La distribution des classes de hauteurs dominantes présente un palier Fig. 03(B). En

fait, nous relevons que plus de 25% des peuplements ayant des hauteurs dominantes de plus de 13m. La croissance en hauteur est favorisée par la compétition à la lumière induite par le nombre de pieds à l'hectare. Parde (1988), note que la hauteur moyenne de l'arbre à l'âge de 70 à 80 ans est de 17-18 m. d'après le tableau 02, la hauteur moyenne de notre peuplement est de 12m (donc âge inférieur à 70 ans). Cela reflète l'état jeune des peuplements inventoriés.

La densité permet de différencier les peuplements. Elle est étroitement liée à divers concepts sylvicoles tels que la concurrence entre individus et le degré de couvert d'un peuplement (Gaudin, 1996 ; Rondeux, 1999). Les valeurs de densité variant de 200 à 780 pied/ha présentent un coefficient de variabilité de 30%. Par ailleurs, la répartition en classes de densités totales comme le montre la figure 03 (C) présente une distribution progressive. La fréquence relative la plus élevée, soit de 40%, est celle de la classe de 490 jusqu'à 635 pieds/ha. En fait, une densité moyenne de 500 pied/ha reflète l'état jeune de ces peuplements artificiels dans la mesure où C.R.P.F (1992) relève qu'un peuplement de pin d'Alep âgé de 80 ans présente une densité moyenne de 150 à 240 tiges/ha.

La surface terrière est une Valeur utilisable pour suivre l'évolution du peuplement dans son ensemble. Elle est un bon indicateur de la richesse d'un peuplement, plus elle est élevée, plus le peuplement est riche (Gaudin, 1996). La surface terrière est retenue comme étant un bon critère de croissance des peuplements.

A travers la figure 03 (D), nous remarquons que la distribution des classes des surfaces terrières a une allure asymétrique droite. Plus de 60% des peuplements présentent des surfaces terrières moyennes variant de 19 à 33m<sup>2</sup>/ha

### 3.3. Influence des facteurs stationnels sur la structure des peuplements de pin d'Alep

Le principe d'étude consiste à élucider une éventuelle variabilité de la structure des peuplements (exprimée en gradueurs dendrométriques moyennes) en rapport avec les facteurs écologiques du milieu. Une analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, est d'un intérêt indéniable. En effet, cette analyse concourt à identifier les potentialités et les contraintes de croissance des peuplements de pin d'Alep en rapport avec les facteurs du milieu. L'analyse de variance sur la variabilité des données dendrométriques à travers les différentes strates des

**Tableau 02** : Données statistiques des variables dendrométriques du pin d'Alep

Données statistiques	C Dom (m)	H Dom (m)	G TOT (m <sup>2</sup> /ha)	Densité (pieds/ha)
Valeurs minimales	0,97	10,4	12.8	200
Valeurs maximales	1,7	14,55	40	780
Moyennes arithmétiques	1,11	12,47	26,46	500
Coefficient de variation	14,41%	08,69%	23.54 %	30 %

C Dom : Circonférence dominante ;

H Dom : Hauteur dominante ;

G TOT : Surface terrière totale.

**Tableau 03** : Résultats de l'analyse de variance au seuil de signification de 95 % entre les variables écologiques et les variables dendrométriques.

Variables écologiques	Variables dendrométriques	F observé	F théorique
Altitude	C Dom	0.47	4.41
	H Dom	8.64	4.41
	Densité	0.42	4.41
	G TOT	0.41	4.41
Exposition	C Dom	0.02	4.41
	H Dom	8.64	4.41
	Densité	3.14	4.41
	G TOT	0.04	4.41
Pente	C Dom	0.45	3.29
	H Dom	0.33	4.41
	Densité	0.51	3.24
	G TOT	0.37	3.24
Microrelief	C Dom	0.45	3.29
	H Dom	1.93	3.59
	Densité	1.31	3.59
	G TOT	2.43	3.59

facteurs stationnels enregistrés dans les placettes d'étude n'engendrent aucune variabilité significative, hormis la hauteur dominante (Tableau 03). Il ressort que la hauteur dominante est influencée par le gradient altitudinal et que la croissance de pin d'Alep est beaucoup plus meilleure sur les expositions W et NW.

#### 4. CONCLUSION

La situation forestière en Algérie est peu satisfaisante et beaucoup des massifs forestiers ont été dégradés d'une façon irréversible et pour reconstituer ces territoires des projets de reboisement ont été réalisés à la base du pin d'Alep qui présente la capacité de coloniser les territoires dégradés avec des exigences écologiques minimales.

Dans ce cadre nous avons essayé d'étudier le comportement écologique et dendrométrique de pin d'Alep au niveau d'un reboisement relevant du canton Djebel Guezoul de la forêt communale de Tiaret à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.

Au total, 20 placettes temporaires de superficie de 5 ares et de forme circulaire sont installées, par le biais d'un échantillonnage systématique. Ces placettes y sont composées d'essences diverses à des proportions variables. Il s'agit de la présence de 79 % (soit 585 tige) de *Pinus halepensis*, 20 % de *Juniperus oxycedrus* et 1% de *Quercus ilex*. Cette étude a été menée pour rechercher et expliquer statistiquement les éventuelles relations entre les facteurs écologiques descripteurs (exposition, pente, microrelief et altitude) et les variables dendrométriques (circonférence

dominante, hauteur dominante, densité et surface terrière totale) de pin d'Alep.

Il en ressort que les peuplements de pin d'Alep présentent une structure plus ou moins régulière puisqu'il s'agit d'un reboisement. La faible variabilité des différentes grandeurs dendrométriques confirme ce constat. Ainsi, ces peuplements se caractérisent par une densité moyenne de 500 pieds/ha, une circonférence moyenne de 1 m, une hauteur moyenne de 12 m et une surface terrière totale de 26.46m<sup>2</sup>/ha.

Les peuplements inventoriés relèvent de la strate altitudinale 1170 à 1199m, exposition de N-NE et W – NW et situés sur des terrains de faible inclinaison où la pente ne dépasse guère le 7°.

Par le biais de l'analyse de variance à un facteur au seuil de signification de 95 %, il en ressort que les facteurs du milieu n'ont aucun effet sur la croissance en circonférence dominante, densité et la surface terrière totale. Néanmoins, l'altitude et l'exposition exercent un effet sur la croissance en hauteur dominante.

### Références bibliographiques

**Abdallah B, Michel B (2005)** Une sylviculture pour le pin d'Alep des Aurès (Algérie). forêt méditerranéenne .n°4, XXVI :315-321.

**Anonyme (1989)** Mémento du forestier. Ministre de la coopération. Paris.

**Bedel J (1986)** Aménagement et gestion des peuplements de pin d'Alep dans la zone méditerranéenne française. Le pin d'Alep et le pin brutia dans la sylviculture méditerranéenne. N : 1 9 86 I : 109-125.

### Conservation des Forêts de la wilaya de Tiaret (2016)

**DAGNELIE P (1998)** Statistique théorique et appliquée. Tome 02 : Inférence statistique à une et à deux dimensions. Ed. De Boeck et Larcier, Paris.

**DECOURT N (1973)** Protocole d'installation et de mesure des placettes de production semi permanentes. C.N.R.F. INRA, Paris.

**FAO (2000)** L'étude prospective du secteur forestier en Afrique : Algérie. Rapport FOSA.

**Gaudin S (1996)** Dendrométrie des peuplements. CFPP /CFAA de château farine. Vol : (1.1).1- 64.

**KADIK B (1987)** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Ed. O.P.U., Alger.

**Lecomte H, Rondeux J (2002)** Les Cahiers forestiers de Gembloux. Les inventaires forestiers nationaux en Europe : Tentative de synthèse. N° : 5. 1-29.

**Lecomte H (2008)** Dendrométrie, Préparation à l'accession au grade de gradué en sylviculture. Direction de la formation.

**MASSENET J-Y (2005)** Hauteur des arbres. Cours de dendrométrie. Lycée forestier, Mesnières.

**Parde J (1988)** La productivité des forêts de pin d'Alep en France .La section de la station de recherche et expérience forestières.

**Richter F (2001)** L'inventaire forestier de la wilaya du guidimakha. Méthodologie et instructions de l'inventaire .gtz / eco – iram. Coopération mauritano-allemande.

**Rondeux J (1999)** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux.

**Wouters P, Lorent V (2001)** Le cubage des arbres sur pied. Société royale forestière de Belgique SLVA 108-3. N° 6. 01-08.

## RESEARCH PAPER

# Integrated management of Bayoud disease on date palm (*Phoenix dactylifera* L.) caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* in Algeria

*Gestion intégrée de la maladie de Bayoud sur le palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) causé par Fusarium oxysporum f. Sp. Albedinis en Algérie*

I. E. Benzohra<sup>1</sup>, M. Megateli<sup>1</sup>, B. A. Elayachi<sup>1</sup>, M. Zekraoui<sup>1</sup>, K. Djillali<sup>1</sup>, A. Bouafia<sup>1</sup>, S. Benouis<sup>1</sup>, A. Benaziza<sup>2</sup> et A. Rekis<sup>1</sup>

1, Station du Milieu Biophysique de la Saoura, Taghit, Béchar - Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Campus Universitaire B.P. 1682 RP, 07000 Biskra, Algérie.

2, Département d'Agronomie, Université Mohammed Khider de Biskra, Biskra.

Received 19 November 2016; Revised 7 December 2016; Accepted 14 December 2016

## Abstract

Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the most important fruit trees growing in Algeria, Arabian world and some neighboring countries represents a good crop economy sources for many farmers. Date palm diseases are among the major factors that affecting the products. The agent pathogen *F.oxysporum* f. sp. *Albedinis* (Foa) is a soil-borne fungus that cause dangerous disease called Bayoud. To control this tracheomycosis by using chemical methods is uneconomic and inefficient. The practical way for controlling the disease by IPM (Integrated disease management), focused by cultural methods, biological control with antagonistic and mycoparasitic microorganisms, and genetical control by selecting of resistant high quality cultivars, it may will be the best solution against this disease.

**Key words :** date palm, Bayoud, IPM, antagonistic microorganisms, resistant cultivars.

## Résumé

*Le palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) est l'un des arbres fruitiers les plus importants en Algérie, et dans le monde arabe et dans certains pays voisins comme le Pakistan et l'Indonésie. Les maladies du palmier dattier sont parmi les principaux facteurs qui affectent la production. L'agent pathogène Fusarium oxysporum f. sp. albedinis (Foa) est un champignon du sol qui cause une maladie dangereuse appelée Bayoud. La lutte chimique contre cette trachéomycose est non rentable et inefficace (le parasite se localise au niveau des vaisseaux du bois). La méthode pratique pour lutter contre la maladie est par la lutte intégrée (IPM), axée sur les méthodes culturelles, biologiques avec des microorganismes antagonistes et mycoparasites, et aussi la génétique par la sélection des cultivars résistants de haute qualité, qui sera à l'avenir la meilleure solution contre cette maladie grave.*

**Mots-clés:** palmier dattier, Bayoud, lute intégrée, microorganismes antagonistes, cultivars résistants.

## Corresponding author

I. E. Benzohra  
E-mail: ibrahimkhalil@live.fr

## 1. Introduction

The vascular fusariosis commonly named Bayoud, caused by *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* (Foa), is the most destructive fungal disease of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) (Azouaou-Ait Kettout et al., 2010). The impact of this disease is most severe in North Africa particularly in Morocco where 2/3 of palm trees were destroyed so far (Fernandez et al., 1995), and 1/3 in Algeria (Fernandez et al., 1995). Since its appearance, the problem has developed as an epidemic disease. In one century the whole area of date palm plantations in Morocco was affected and only a fraction of the initial number of trees is still productive. The spread of this disease in Morocco can be explained by the advancement from one oasis to another along the river valleys, for example, from Morocco, the Bayoud entered in Algeria via oases close to the borders in Moroccan frontiers like Figuig oasis. From there the fungus travelled via the caravan-routes in infested wood and branch to the oases of central Algeria (Benzohra et al., 2015). Actually, the oases of Metlili (1950), Ghardaia (1965) and El-Golea (1978) in Central Algeria are the most distant areas where *F. oxysporum f. sp. albedinis* (FOA) has been detected (Djerbi, 1987), (Figure 02). There are also other new contaminations in western Algeria's palm groves like Mansoura region at Mzab province in 2013, Moghel and Ouled Khedir regions at Saoura province in 2016 (Benzohra et al., unpublished results).

As for most vascular diseases caused by soil-borne pathogens, fighting strategies are very limited or quasi-inexistent. Among these strategies, the deployment of Foa-resistant cultivars appear to be the most suitable and economic approach (Djerbi, 1990; Louvet, 1991), but natural resistant genotypes are scarce with a poor quality of fruits and the date palm breeding system is laborious and offered only a long-term plan (El Modafar et al., 2010). Alternative control measures such as the use of Foa antagonists are, therefore, necessary and need to be explored (Bouguedoura et al., 2015).

*F. oxysporum f. sp. albedinis* (Foa) is an imperfect ascomycete present in the soil which becomes virulent in contact with the roots of date palm. Various studies (Matheron and Benbadis, 1990 ; Rahmania, 2000), suggest that the penetration of the fungus is via the roots. Then, it invades the vascular system of the palms, causing gradual leaf drying and bleaching, hence the name (Bayoud means white). When the terminal bud is reached, the tree dies within a few months or a few years after the beginning of the di-

sease. All attempts at chemical control against this scourge have been unsuccessful (Saaidi, 1979). Various control measures have been used to counteract the general effects of Bayoud, such as improving cultural practices, biological and chemical applications, as well as genetic control techniques. Furthermore, genetic control, the use of resistant cultivars, remains the most promising and least toxic to the environment.

The generalized resistance of cultivar Taquerboucht to Bayoud is remarkable in the oases of Tidikelt (In Salah), Saoura (Bechar), Mzab (Ghardaia), Touat (Adrar) and Gourrara (Timmimoun). It is a cultivar that is endemic to the western regions; it requires development and proliferation along with other resistant cultivars or the creation of new cultivars combining good fruit quality and strong resistance to the disease. The selecting of resistant cultivars or khalts (date palm trees issued from seeds), is a long term undertaking, which has been going on since 1983 in Algeria. The biological control research using microorganism antagonists has resulted in the characterization and identification of new Saharan species of promise to combat bayoud (Sabaou and Bounaga, 1987).

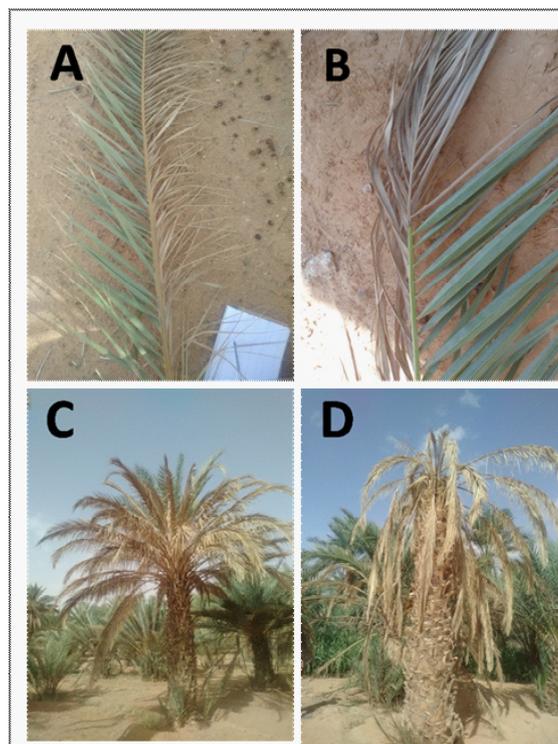
This work has the objective to present the factors of disease spread, symptoms of bayoud disease, and different methods to control Bayoud disease on date palm in Algeria, by cultural, biological and genetic methods to obtain an integrated disease management against this disease.

## 2. Symptoms of Bayoud disease

The symptoms are very typical, with initial wilting and discoloration of one or a few leaves. The discoloration starts at the base of one side (Fig. 1, A, B), developing progressively to the top and returning to the other side of leaf. Affected leaves will die in a few days to several weeks. Successively also other leaves show symptoms and the disease progresses to the central leaf cluster (Fig. 1, C). When the terminal bud is affected, the tree will die (Fig. 1, D). This process can take from 6 months up to 2 years. At that time, only a part of the roots and the vascular bundles of the stem show a reddish-brown discoloration.

## 3. Factors for disease propagation and development

For the spread of the disease, we can state some important ways, which can differ according to the situation. A spread between oases occurs mostly by exchange of branches, originating from infested mo-



**Figure 01.** Symptoms of Bayoud disease on different parts of date palm tree, Saoura region. A, B : discoloration on one side of spine ; C : the disease progresses to the central leaf cluster; D: the total mortality of tree.

ther plants, but also by the trade in woody materials, made from infested wood. It is confirmed by the history of the epidemic that propagation from one oasis to another is mostly correlated to caravan-routes of nomads, who take infested palms with them. In case, there is a river connection between oases (as is the case of Draa valley in Morocco and Saoura valley in Algeria), spread can happen via the river water too. The spread between plantations in the same oasis can be occurred in the same way, the irrigation water is here very important. Another important factor is the wind which can transport infested soil and spores all around the oasis, as well as the transportation of infested wood by man (e.g. to an incineration place), Spread within the plantation is mostly seen starting by one of a few infested trees and progressing to many foci. This is due to transport infested soil and irrigation water. Development of the individual foci is mostly circular, as a result of the root contact between diseased and healthy trees.

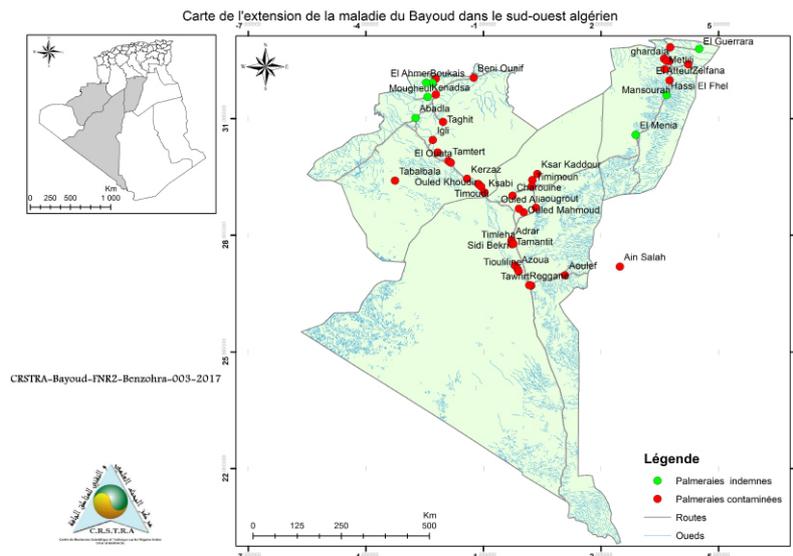
Development of disease symptoms after infection of a tree is strongly dependent on the cultural practices (Freeman and Maymon, 2000). Intensive irrigation results in a better development of trees and a higher production of quality dates, but accelerated also the

development of Bayoud. Cropping of other plants in the shade of date palms increases the biological activity of the soil and can also increase the saprophytic growth of *Foa*. Especially, when crops are grown which can act as symptomless carriers, such as lucerne (*Medicago sativa* L.) or henna (*Lawsonia inermis* L.), *Foa* growth will be influenced significantly.

#### 4. Integrated disease management of Bayoud

Because the date palm is one of major important trees in the Sahara communities and the ecosystem, control of the disease will reduce desertification and increase food supply and income of the local inhabitants (Benzohra et al., 2015). Coming to a better understanding and development of control methods for Bayoud disease; Main research topics are:

- a) Fundamental studies on disease epidemiology, pathogen detection and rapid identification;
- b) Cultural and biological control methods;
- c) Selection and breeding for resistance and high quality;
- d) in vitro propagation;
- e) Eradication of infested foci.



**Fig. 02:** Map of Algeria indicating the different areas with date palms; those in red colour are infested groves by Bayoud, those in green are healthy groves (CRSTRA-FNR-Bayoud-2017-03).

#### 4.1. Cultural control

In cultural control, the measures to protect healthy areas are being implemented in the palmery. The European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), Paris, France) recommended in 1990 that the phytosanitary countries should prohibit the importation of material from infected countries.

Algeria and Morocco have set up internal phytosanitary controls that prevent the transport of discharges from contaminated areas. In the case of early detection of a new Bayoud outbreak in a healthy area, eradication is the means of control used. After the delimitation of the fireplace with a sufficient margin of safety, the trees are turned off and incinerated on site; the soil is subsequently sterilized with chloropicrin. This technique has been improved by the use of a mixture of methyl bromide and chloropicrin. In recent years the use of chloropicrin was completely forbidden due to its dangerousness and its low effectiveness. Indeed, methyl bromide possesses a strong capacity for penetration into the soil and ensures good sterilization (Frederix and Den Brader, 1989). The area thus treated is fenced and forbidden to cultivate for a long period. But this method is very expensive, polluting and its effectiveness is not guaranteed. Despite these disadvantages, it remains the only method applied, especially in Algeria.

#### 4.2. Biological control

##### 4.2.1. Mycorrhization

Mycorrhization of date palm is an important axis, as it concerns both the physiological aspect of the plant (growth and production), and the phytopathological aspect (contribution to fight against Bayoud). In fact, mycorrhization is the biological element used by plants, in symbiosis with fungi, to strengthen resistance to soil pathogens (Barttschi et al., 1981), and to water and saline stresses (Tinker, 1975 ; Duddridge et al., 1980).

The effect of endomycorrhization by *Glomus intraradices* on the growth of the date palm and its resistance to attacks by *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis* on different substrates was studied). Mycorrhization improved seedling growth by approximately 26%. The presence of the pathogen caused a biomass decline of 82.5% with a mortality rate of 100% whereas the presence of mycorrhiza reduced this mortality rate to 55% (Souana et al., 2010).

Mycorrhization has improved the growth of date palm plants by improving water supply and mineral nutrition. This improvement is due to a large surface area of absorption resulting from the development of the external mycelium to the endophyte, thus allowing the exploitation of water and minerals beyond the root depletion zone (Tinker, 1975; Owusu and Wild, 1979). It is very marked at the level of the aerial part and not in the root part. It can therefore be said that

mycorrhization improves the growth of the aerial part by increasing the surface area of photosynthesis (number of leaves, length, and green biomass) and consequently more nutrients than the mycorrhizal fungus can use.

Mycorrhization also showed a protective effect against *Foa* attacks. Oihabi (1991) observed a reaction in the mycorrhizal date palm infected with the same pathogenic agent by the development of microfibrils enveloping the pathogenic hyphae causing their degeneration. This has already been shown by Dehne (1982) indicating that the influence of mycorrhizae on vesicles and arbuscules remains limited to the sites of their location in the root. Mycorrhizal fungi never colonize the meristematic zone or the central cylinder. They progress to the apex of the root by colonizing tissues newly formed by the radicular meristem. It is at the level of the bark that the only possible encounter between *Foa* and the mycorrhizal fungus occurs where it inhibits the activity of the pathogen (Oihabi, 1991). However, the progression of the latter at the level of the central cylinder prevents the total protective effect of the mycorrhizae.

Examination of soils in many cases has shown that even if the density of inoculum was high and the conditions for disease settlement were favorable, disease severity and incidence has remained low on susceptible plants. Varieties of microorganisms, such as non-pathogenic *Fusarium spp.* and fluorescent *Pseudomonas*, have been shown to be involved in this soil suppressive ability of Fusariosis (Sneh, 1998).

#### 4.2.2. Biological agents

In the case of date palm, several studies have reported the non-receptivity of certain soils to the development of Bayoud (Sedra and Maslouhy, 1995). This non-receptivity has been related, later, to the phenomena of competition between the causal agent *Foa* and other non-pathogenic *Fusarium* species predominant in these soils, and to the antagonism of several bacteria, actinomycete and fungi (Maslouhy, 1989).

The use of biological agents to enhance the plant defense mechanisms against pathogens represents an ecologically friendly alternative to pesticides repeatedly used to control plant diseases (Dehne, 1982). This strategy has more significance against soil-borne pathogens such as Bayoud on date palm, for which fighting strategies are very restricted or quasi-unavailable. The deployment of such strategies should have a great impact taking into account the perennial aspect of the crop, the socio-economical

and ecological issues to use chemicals within date palm groves and the long-term solution that represent the breeding program.

The success of biological control agent in turning-on plant defense mechanisms against pathogens depends of their ability to establish metabolically active populations that could mediate host protection and/or compete directly or indirectly with the pathogens for nutrient resources. Against soil-borne pathogens, several studies have reported the use of endophytic and plant growth-promoting bacteria, including *Bacillus spp.* and *Pseudomonas spp.* (El-Hassni et al., 2007).

#### 4.3. Genetical control

The use of resistant date cultivars remains the only effective method for controlling vascular fusariosis (Djerbi and Sedra, 1986 ; El Modafar et al., 2010 ; Saleh et al., 2015). In 1972, Among 32 Moroccan varieties tested in the experimental stations of INRA in Errachidia and Zagora, only six varieties showed total resistance to *Foa*. These varieties are Black Bousthami, White Bousthami, Iklane, Tadment, Sayre Layalet and Bouffaggous or Moussa. Another resistant variety (Boukhanni) was found 20 years later (Sedra, 1993). Unfortunately, all these varieties have a low date quality, which is a handicap to their large-scale transplant (Sedra, 2000). Other studies have been carried out on resistant clones of good quality obtained from natural seedlings or controlled crosses such as Ennajda (INRA-3014), Al-Amal (INRA-1443), Al-Fayda (INRA-1447), Bourihane (INRA-1414) and Mabrouk (INRA-1394) were selected. The Ennajda clone (INRA-3014), cultivated on a large scale for the reconstruction of the Moroccan palm grove, produces good quality fruits accepted by phoeniculturists (Sedra, 2003 ; 2005 ; 2011). In Algeria, a lot of prospectations of resistance sources in our oases, were showed a very limited number of resistant cultivars like Taquerboucht, Tamedjoughert and Figuig (Table 01).

#### 5. Conclusion

In conclusion, this study has investigated a search of different methods to control Bayoud disease using cultural, biological and genetical control.

The cultural method is important to protect the healthy oases, by stopping spread of Bayoud disease. It is necessary to destroy the inoculum in infested foci as efficiently as possible, before any other measure can be taken into account. For that, a careful clearing-up of infested foci, with incineration of all woody mate-

**Table 01:** Resistant and susceptible date palm cultivars to Bayoud disease, from Saoura, Touat, Gourrara and Mzab regions.

Regions	Resistant cultivars	Tolerant cultivars	Susceptible cultivars
Touat	Taquerboucht	Agharres, Taguezza.	H'mira, Tinnaceur, Tenquor, Ghemmou, Madjhoul. Taquerboucht ×551009 (F1).
Gourrara	Resistant cultivars	Tolerant cultivars	Susceptible cultivars
	Taquerboucht, Tamedjoughert, Tilemsou (Hmira).	Agharres, Afilal, Adem Bara, AdemBoula, Minchar.	Tinnaceur, Tenquor, CheikhM'hamed, Adem Bara, Abdessalem, Mahdi, Aicha, DeglaGhlida, Timliha.
Saoura	Resistant cultivars	Tolerant cultivars	Susceptible cultivars
	Taquerboucht, Figuig, Tenghagh.	Hartan, Hmira et Charka.	Feggous, Mahdjouba, Tinnaceur, Boudjeloude, Madjehoul, Bouskri, Reteibiya.
Mzab	Resistant cultivars	Tolerant cultivars	Susceptible cultivars
	Taquerboucht.	-	H'mira, Tinnaceur, Deglet-Nour, Ghars.

rialon the spot, is absolutely necessary. In connection with this, the elimination of inoculums, resting in the soil, is also necessary.

The biological control seams by the mycorrhizal microorganisms and in vitro selected Foa antagonists, some isolates of *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., and *Rahnella aquatilis*, were having also the ability to induce defense reactions of date palm without causing any seedlings mortality. Further studies are conducted in order to highlight the in planta effect of these antagonists on the endophytic development of Foa, and to set up the ecological conditions required for their settlement within the date palm rhizosphere.

The genetical control is by selection and in vitro micro-propagation of new resistant cultivars like Taquerboucht, Tenghagh and Tamdjouhert.

## 6. References

**Azouaou-Ait Kettout T., Boucenna B., Amgoud M. et Rahmania F. (2010).** Essai de Lutte in vitro par le Glyphosate Contre des champignons telluriques phytopathogènes : *Fusarium* et *Pythium*. Sciences et Technologie C – N°26 : 75-80.

**Barttschi H., Gianinazzi Pearson V., et Vechi I. (1981).** Vesicular-arbuscularmycorrhiza and root rot disease (PhytophthoracinnamomiRands) development in *Chaniuecyparislawsoniana* (Murr.) Pari. Phytopathol Z. 102: 213-218.

**Benzohra I.E., Megateli M. et Berdja R. (2015).** Bayoud disease of date palm: History, epidemiology and integrated disease management. African Journal of Biotechnology 14(7): 542-550. doi 10.5897/AJBX2014.14292.

**Bouguedoura N., Bennaceur M., Babahani S. et Benziouche S. E. (2015).** Date Palm Status and Perspective in Algeria. Chapter 4, in : J.M. Al-Khayri et al. (eds.), Date Palm Genetic Resources and Utilization: Volume 1: Africa and the Americas, pp. 125-168. Doi : 10.1007/978-94-017-9694-1\_4.

**Dehne H. W. (1982).** Interactions between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. Phytopathologische Zeitung 72 : 1115-1119.

**Duddridge J.A., Malibatia A.S., Read .J. (1980).** Structure and function of mycorrhizalrhizomorphs with special reference to their role in water transport. Nature : 287, 834-836.

**Frederix, M.J.J. et Den Brader, K. (1989).** Résultats des essais de désinfection des sols contenant des échantillons de *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*. FAO/PNUD/RAB /88/024.Ghardaia, Algérie.

**Djerbi, M. et SedraMy. H. (1986).** Résistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *Albedinis* of *Phoenix dactylifera*: Evaluation of new screening method and performance of american high quality backcrossed males. Proceeding of the Second Symposium on the Date Palm. March 3-6/1986, Date Palm Research

Center, King Faisal University, El-Hassa, Saudi Arabia, pp. 400–412.

**Djerbi, M. (1987).** Report on work on Bayoud - September 1985 - September 1987. FAO/PNUD, control of Date Palm Bayoud disease RAB/ 84/018, pp 1–14.

**Djerbi, M. (1990).** Méthodes de diagnostic du Bayoud du palmier dattier. Bull. OEPP/EPPO Bull. 20, 607–613.

**El Hassni, M., El Hadrami A., Daayf F., Chérif M., AitBarka E. et El Hadrami I. (2007).** Biological control of bayoud disease in date palm: Selection of microorganisms inhibiting the causal agent and inducing defense reactions. *Environmental and Experimental Botany* 52 (2) : 224–234.

**El-Modafar C. (2010).** Mechanisms of date palm resistance to Bayoud disease: Current state of knowledge and research prospects. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 74 : 287-294.

**EPPO/OEPP. (1990).** *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*. Fiche informative sur les organismes de quarantaine. CABI et l'OEPP pour l'UE sous Contrat 90/399003. 3p.

**Fernandez, M., Lourd, M., Ouinten, M., Tantaoui, A. et Geiger, J.P. (1995).** Le Bayoud du palmier dattier, une maladie qui menace la phoeniciculture. *Phytoma* 469: 36–39.

**Freeman S. et Maymon M. (2000).** Reliable Detection of the Fungal Pathogen *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*, causal agent of Bayoud disease of date palm, using molecular techniques. *Phytoparasitica* 28(4): 341-348.

**Louvet, J. (1991).** Que devons-nous faire pour lutter contre le Bayoud? *Physiologie des arbres et Arbustes en zones arides et semi arides: Groupes d'Etudes d'Arbre, Paris-France*, pp. 337–346.

**Maslouhy, A. (1989).** Contribution à l'étude in vitro et in situ des antagonistes de *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*, agent causal du Bayoud. Thèse de troisième cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, pp. 98.

**Mathéron, B. et Benbadis A. (1990).** Contribution to the study of Bayoud, fusariosis of the date palm: I. Study of the sensitive Deglet-Nour cultivar. *Can. J. Bot.* 68:20-54.

**Oihabi, A. (1991).** Etude de l'influence des mycorhizes à V. A. sur le Bayoud et la nutrition du palmier dattier. Thèse de Doctorat, Université Cady Ayad

Marrakech, Maroc.

**Owusu B. et Wild A. (1979).** Autoradiography of the depletion zone of phosphate around onion roots in the presence of vesicular-arbuscular mycorrhiza. *New phytol.* 84: 327-28.

**Rahmania F. (2000).** Contribution à la connaissance des relations histo-cyto-physiologiques entre le palmier dattier, *Phoenix dactylifera L.*, et l'argent causal du Bayoud. Thèse de Doctorat en Sciences, Filière Biologie, USTHB, Alger. 156p.

**Saaidi M. (1979).** Contribution à la lutte contre le Bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier. Thèse d'université, Dijon.

**Sabaou N. et Bounaga N. (1987).** Actinomycètes parasites de champignons: étude des espèces, spécificité de l'action parasitaire au *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*. *Can. J. Microbiol.* 33:445–451.

**Saleh A.A., El-Komy M. H., Eranthodi A., Hamoud A. S., Molan Y.Y. (2015).** Variation in a molecular marker for resistance of Saudi date palm germplasm to *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*, the causal agent of Bayoud disease. *European Journal Plant Pathology* 143: 507–514. doi 10.1007/s10658-015-0703-y.

**Sedra, My H. et Maslouhy, My A., 1995.** La fusariose vasculaire du palmier dattier (Bayoud). II. Action inhibitrice des filtrats de culture de six microorganismes antagonistes isolés des sols de la palmeraie de Marrakech sur le développement in vitro de *Fusarium oxysporum f. sp. albedinis*. *Al Awamia* 90: 1–8.

**Sedra My.H. (2000).** Biological and genetic characteristics of Bayoud resistant Moroccan date palm cultivars and strains. *Agriculture and Water* 20: 55-66.

**Sedra My. H. (2003).** Le Bayoud et les autres maladies importantes du palmier dattier dans les pays de l'Afrique du Nord. Atelier sur la Protection Intégrée du palmier dattier dans les pays de l'Afrique du Nord. Tozeur, Tunisie, 11-14 Décembre 2003, organisé par la FAO (SNEA). 18 p.

**Sedra My. H. (2005).** Caractérisation des clones sélectionnés du palmier dattier et prometteurs pour combattre la maladie du Bayoud. Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens du 08 au 10 mars 2005 Erfoud, Maroc - B. Boulanouar & C. Kradi (Eds.). pp. 72-79.

**Sedra, My. H. (2011).** Molecular Markers for Genetic Diversity and Bayoud Disease Resistance in Date Palm. Chapter 25, S.M. Jain et al. (eds.), Date Palm

Biotechnology, pp. 533-550. doi 10.1007/978-94-007-1318-5\_25.

**Sneh, B. (1998).** Use of non-pathogenic or hypovirulent fungal strains to protect plants against closely related fungal pathogens. *Biotechnol. Adv.* 16, 1–32.

**Souna, F., Chafi A., Chakroune K., Himri I., Bouakka M. et Hakkou A. (2010).** Effect of mycorrhization and compost on the growth and the protection of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against Bayoud disease. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 04 (2): 260-267.

**Tinker, P.B. (1975).** Effect of vesicular-arbuscular-mycorrhizas on plant growth. In “Endomycorrhizas“ (Eds FE SANDERS, B. MOSSE and P.B. TINKER, pp. 353-371. academic Press, London and New York).

## RESEARCH PAPER

# Étude de l'impact des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ

## *Study of the impact of agricultural activities on the Oasien environment of the region of Oued Righ*

NE. Bekkari<sup>1</sup>, Y. Halis<sup>1</sup>, ML. Benhaddya<sup>1</sup>, ML. Saker<sup>2</sup>

1. Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides CRSTRA Station de milieu biophysique Touggourt, Ouargla, Algérie.
2. Université Kasdi Merbah, Ouargla

Received 05 December 2016; Revised 14 December 2016; Accepted 21 December 2016

### Résumé

La région d'étude de l'Oued Righ, située au nord-est du Sahara algérien, se caractérise par une activité agricole importante et offre des possibilités de développement certaines à l'échelle locale. Mais sous le poids de diverses contraintes, cette évolution n'a pas pu être réalisée correctement. Le présent travail a pour objectif d'étudier les impacts des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ.

L'étude montre que les terrains de la région d'étude (nus et cultivés) se caractérisent par une nappe phréatique moyennement profonde et des eaux à salinité excessive. Les sols sont très salés et alcalins, les valeurs des paramètres de salinités sont très élevées dans les terrains nus par rapport aux terrains cultivés.

On peut déduire que les aménagements hydro-agricoles, à travers les actions d'irrigation et de drainage, ont produit des effets préjudiciables sur la dégradation de l'environnement oasien, sous l'effet de la salinisation et de la remontée de la nappe phréatique qui ont fortement affecté cette région.

**Mots-clés:** Impact, aménagement, dégradation, environnement oasien, Oued Righ.

### Abstract

*Oued Righ, region of study, situated in the north east of the Algerian Sahara. It is characterized by an important agricultural activity and it offers sure possibilities of development on the local level. Nevertheless, this evolution hasn't been correctly realized because of various factors.*

*This work aimed to study the impact of agricultural activity damaging the environment of Oued Righ oasis. This study showed that cultivated and non-cultivated areas of Oued Righ were characterized by a moderated deep of ground water and an excessive saltiness of water. The soil was very salty and alkaline. Moreover, the values of these parameters were very high in non-cultivated areas compared with cultivated ones.*

*So, we can deduce that hydro-agricultural arrangement through irrigation, draining and sanitation of water has made harmful effects on the oasis environment due to the salinity and rise of groundwater in this region.*

**Keywords:** Impact, arrangement, damaging, oasis environment, Oued Righ

### Corresponding author

Naceur Eddine BEKKARI  
E-mail: bekkarinaceur@gmail.com

## 1. Introduction

La région dite «Oued Righ» dans le Sahara algérien septentrional (Sud-Est algérien) (Fig.1), se présente comme une vaste fosse synclinale dissymétrique, caractérisée par l'existence d'un sol sableux, en majorité siliceux et formée de quartz pur, insoluble. , et deux grands systèmes aquifères : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT).

Les eaux souterraines représentent la ressource principale en eau potable. Leurs qualités chimiques naturelles dépendent essentiellement de leurs origines. La salinité des eaux souterraines présente l'un des grands problèmes dans cette région, vu son effet sur la détérioration de la qualité des eaux et l'abaissement des rendements agricoles.

La qualité des eaux de surface a connu ces dernières années une grande détérioration, en raison du développement urbain et industriel.

Dans la vallée de l'Oued Righ, un cas identique a été observé. La nature lithologique des formations aquifères (sables, argiles et évaporites), en contact avec l'eau de la nappe, constituent les principaux facteurs générateurs d'une salinité excessive des eaux, d'une dureté permanente et d'une fluoration au delà des normes préconisées, non seulement à la consommation humaine mais aussi à l'irrigation. Qualitativement, ces eaux souterraines présentent un risque naturel sur la santé publique et mettent en péril la durabilité de l'agriculture et les structures urbaines, et perturbent très sérieusement l'environnement (Hamdi-Aissa et al, 2000).

Le présent travail vise à étudier l'impact des activités agricoles sur la dégradation de l'environnement oasien de Oued Righ.

## 2. Matériel et méthodes

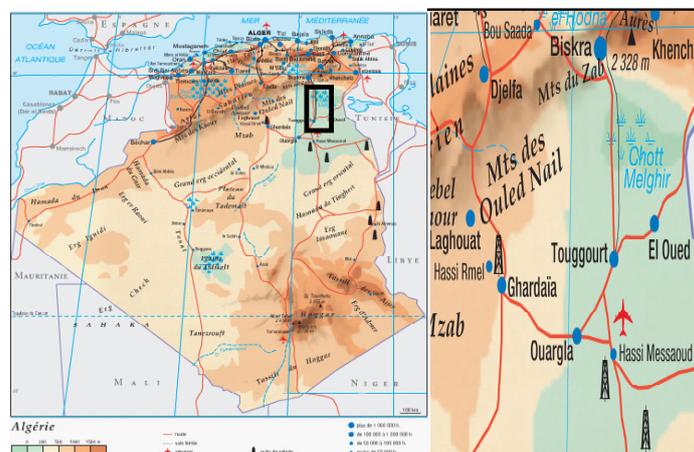
### 2.1 Région d'étude

Nous avons choisi la région de Oued Righ, parce qu'elle est une des régions où nous observons le plus les problèmes de dégradation de l'écosystème, de remontée de la nappe phréatique et de la salinité. Cette étude a été effectuée du Haut vers le Bas de Oued Righ. La région d'étude a été subdivisée en trois zones d'études selon sa géomorphologie : à savoir le Haut, le Moyen et le Bas de Oued Righ. La zone I représente le Haut Oued Righ, la zone II : la partie médiane de Oued Righ, la zone III : le Bas de Oued Righ. Pour chaque zone, trois stations ont été choisies. Pour chaque station, deux sous stations ont été choisies. Le choix des stations est basé sur le niveau de la nappe phréatique qui a un impact sur les caractéristiques hydro édaphiques.

D'après l'étude de l'A.N.R.H. (2006), les stations ont été choisies en fonction de trois catégories de niveau de la nappe phréatique :

- Station 1 : présente un niveau de nappe superficielle, de profondeur inférieure à 0,80m.
- Station 2 : elle correspond à un niveau de nappe moyennement profonde, compris entre 0,80 et 1,60 m.
- Station 3 : présente un niveau de nappe profond, dépassant le 1,60 m.

Nos travaux ont été menés sur deux sites dans les périmètres agricoles de la région d'étude. Le premier site est cultivé par des palmiers dattiers et irrigué. Le second site non cultivé et jamais irrigué, soumis uniquement à la remontée et à l'évaporation de la nappe phréatique.



**Figure.1:** Situation géographique de la région de l'Oued Righ

## 2.2 Méthodologie d'étude

Notre travail a consisté à étudier les relations et les impacts des aménagements agricoles sur l'état de l'environnement hydro-édaphique, la fluctuation de la nappe phréatique dans les stations d'études et leurs impacts sur les caractéristiques hydro-édaphiques. La méthodologie du travail adoptée nous a permis de réaliser une étude sur terrain, de type hydro-édaphique et des enquêtes au niveau des stations de travail.

### 2.2.1. Fluctuations de la nappe phréatique

Pour cela, nous avons mesuré le niveau de la nappe phréatique par rapport au sol, où dans chaque station, on a creusé un trou à l'aide d'une tarière de 2 m. Nous avons effectué la mesure du niveau de la nappe phréatique à l'aide d'un mètre-ruban. Les périodes des mesures du niveau de la nappe ont été réalisées en hiver.

### 2.2.2. Etude de la nappe

A l'aide d'un tuyau, on a prélevé les échantillons d'eau de la nappe phréatique du trou et on les a mis dans des petites bouteilles en plastic.

Les prélèvements des échantillons d'eau sont réalisés en hiver.

### 2.2.3. Etude du sol

Pour chaque sous station, nous avons procédé à la détermination des horizons, jusqu'à à une profondeur de 1,2 m, en utilisant la tarière pour relever les échantillons.

Pour la caractérisation du sol et de la nappe nous avons effectués les analyses des paramètres chimiques et physico-chimiques suivant: (la conductivité électrique, le résidu sec, le pH, et la matière organique).

Pour faciliter l'interprétation des résultats obtenus d'après la connaissance des relations entre les paramètres mesurés une matrice de corrélation a été effectuée.

## 3. Résultats et discussion

### 3.1. Etude de la nappe phréatique

#### 3.1.1. Etude du niveau de la nappe phréatique

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées en parallèle avec les échantillons du sol en hiver et à la lumière des résultats enregistrés dans la figure 2, On note que le niveau de la nappe phréatique dans les trois zones d'études est variable, il diffère entre les stations de la même zone. Les résultats obtenus montrent que le niveau de la nappe phréatique varie de façon importante d'un terrain à l'autre. On remarque une remontée de la nappe phréatique au niveau du terrain cultivé par rapport au terrain nu dans toutes les zones d'études. Cette remontée est temporaire, elle peut s'expliquer par l'activité agricole (irrigation) et le mauvais état des drains actuels (Cote, 1998).

L'étude de corrélation montre que la fluctuation de la nappe influe hautement significativement sur la salinité de la nappe et celle du sol (Tab 1 et 2)

#### 3.1.2. Conductivité électrique

D'après la figure n°3, il apparait que dans le terrain nu et le terrain cultivé, les teneurs en sels dans les eaux phréatiques sont décroissantes avec l'augmentation de la profondeur de prélèvement sauf dans la

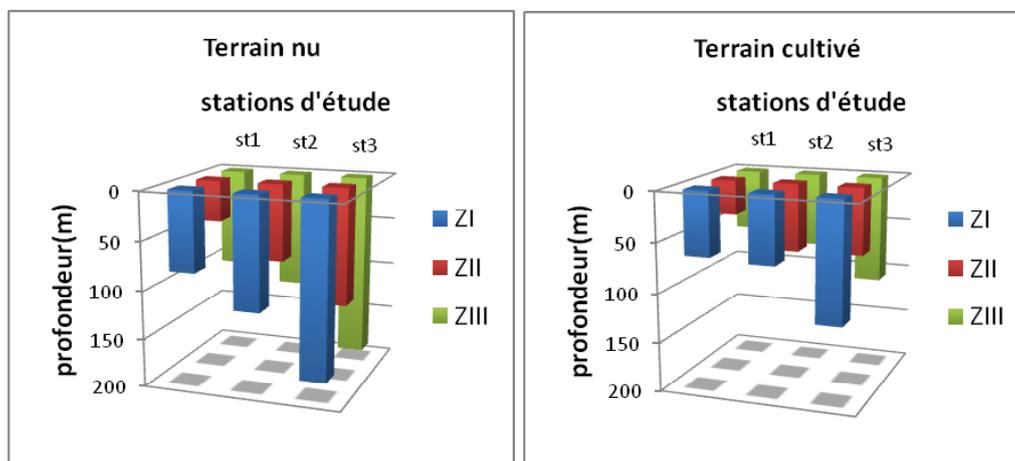


Figure 2. Fluctuations du niveau de la nappe phréatique dans les zones d'études

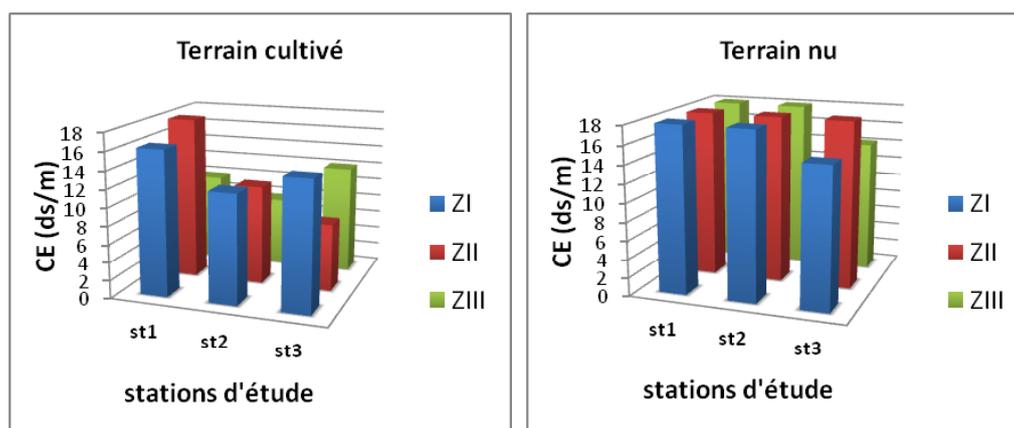


Figure. 3 Variations de la conductivité électrique (C.E) des eaux phréatiques dans les zones d'études

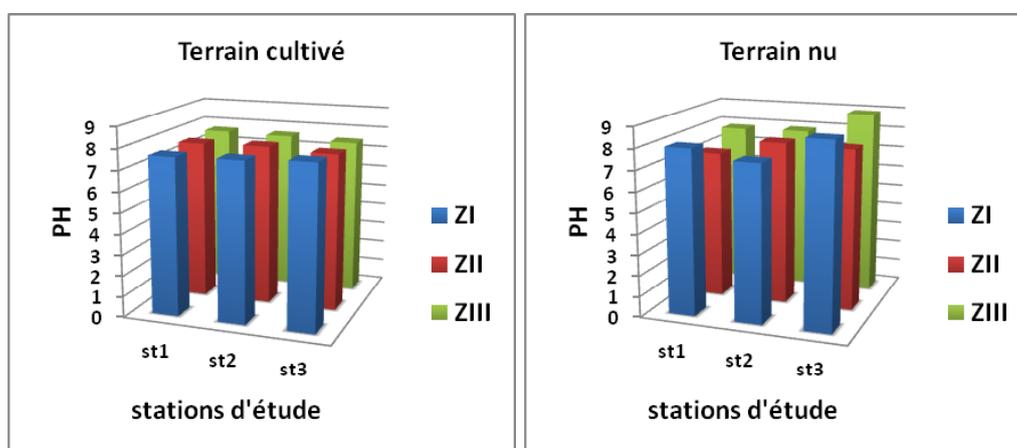


Figure 4. Variations du pH des eaux phréatiques dans les zones d'études

station 3 de la zone I et la zone III où la salinité augmente légèrement. Ce constat peut être lié aux horizons du sol, où l'eau d'irrigation est très chargée (eau salée du C.T. et celle de la nappe phréatique). D'après la comparaison entre les résultats du terrain cultivé et du terrain nu, on note que la teneur en sel reste basse au niveau du terrain cultivé par rapport aux teneurs observées dans le site à terrain nu. L'étude des corrélations montre que l'augmentation de la profondeur de la nappe influe significativement sur la diminution de la salinité (Tab 1 et 2).

Généralement, l'augmentation de la salinité est due à l'accumulation des eaux de lessivage qui entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels.

Le tableau n°3 montre que les eaux de la nappe phréatique dans les zones d'étude sont des eaux à salinité excessive.

### 3.1.3 pH des eaux phréatiques

Le pH des eaux phréatiques ne connaît pas des variations dans les stations d'études (Fig 4). :

Le pH de la nappe varie entre 7,5 et 7,69 pour le terrain cultivé et entre 7,14 et 8,9 pour le terrain nu. Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les zones d'études (Aubert, 1978).

## 3.2. Etude du sol

### 3.2.1. Humidité du sol

L'humidité du sol est différente dans les zones d'études et elle ne varie pas de même façon (Fig 5).

Nous observons que le taux d'humidité augmente en fonction de la profondeur

du sol au niveau des trois zones, et le rapprochement de la nappe phréatique.

L'examen des graphiques montre une diminution de l'humidité du sol dans les terrains nus, par rapport

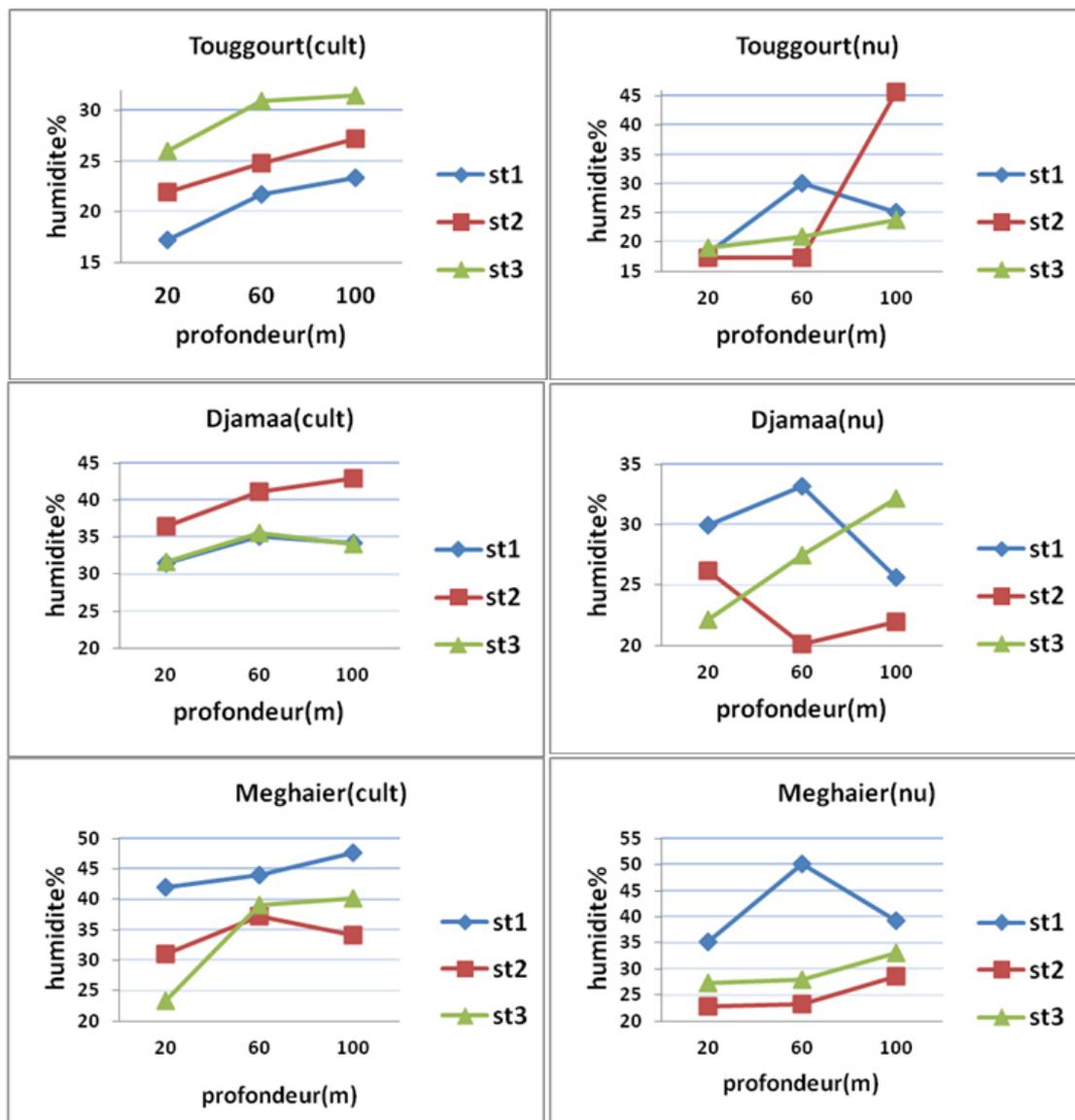


Figure 5. Variations de l’humidité du sol dans les zones d’études

aux terrains cultivés, cela est dû à l’effet d’une irrigation excessif d’une part et l’absence d’un réseau de drainage adéquate d’autre part.

### 3.2.2. Conductivité électrique du sol

La conductivité électrique de l’extrait du sol est variable (Fig 6). La conductivité électrique du sol en terrain cultivé varie d’une façon où ses valeurs sont très approchées en fonction de la profondeur. Elle est faible en surface et élevée en profondeur. De ce fait, le sol du terrain cultivé peut se classer comme sol très salé (Aubert, 1978).

Les résultats obtenus en terrain nu, montrent que la C.E. est plus importante. Elle est élevée en surface et faible en profondeur. Selon l’échelle de salinité du sol

(Aubert, 1978), on peut classer les sols des stations des trois zones d’études du terrain nu, entre sols très salés et extrêmement salés. L’étude des corrélations montre que l’augmentation de la salinité de la nappe a un effet très hautement significatif sur l’augmentation de la salinité du sol (Tab 1 et 2), ce qui explique probablement la forte salinité du sol dans toutes les zones d’études, qui reste variable entre les stations.

Les valeurs de la conductivité électrique sont en générale faibles au sol cultivé, ceci est dû à l’irrigation et à l’aménagement du sol (labour, drainage). Ces deux pratiques agricoles lessivent les ions vers la profondeur du profil pédologique. Quant au terrain nu, le sol est très salé, où les valeurs sont très élevées à la surface à cause de l’accumulation des sels au cours de l’évaporation.

Tableau 1: Etude des corrélations entre sol-nappe (terrain nu) dans les stations d'études

Variables	H1 0-40 cm	H2 40-80 cm	H3 80- 120 cm	CE1 0-40 cm	CE2 40-80 cm	CE3 80- 120 cm	RS1 0-40 cm	RS2 40-80 cm	RS3 80- 120 cm	PH1 0-40 cm	PH2 40-80 cm	PH3 80- 120 cm	MO1 0-40 cm	MO2 40-80 cm	MO3 80- 120 cm	Ni- veau nappe	PH nappe	RS nappe	CE nappe	
H1 0-40 cm	1,00																			
H2 40-80 cm	0,92	1,00																		
H3 80-120 cm	0,53	0,47	1,00																	
CE 0-40 cm	0,76	0,76	0,68	1,00																
CE2 40-80 cm	0,89	0,92	0,64	0,88	1,00															
CE3 80-120 cm	0,81	0,82	0,63	0,86	0,96	1,00														
RS1 0-40 cm	0,74	0,71	0,73	0,98	0,89	0,91	1,00													
RS2 40-80 cm	0,78	0,74	0,73	0,93	0,92	0,97	0,98	1,00												
RS3 80-120 cm	0,75	0,68	0,84	0,91	0,87	0,91	0,96	0,97	1,00											
PH1 0-40 cm	0,10	0,25	-0,25	-0,30	0,00	-0,08	-0,37	-0,28	-0,29	1,00										
PH2 40-80 cm	0,40	0,53	0,10	0,08	0,39	0,40	0,07	0,22	0,16	0,80	1,00									
PH3 80-120 cm	0,59	0,66	0,29	0,33	0,59	0,56	0,31	0,43	0,37	0,66	0,94	1,00								
MO1 0-40 cm	0,08	-0,18	-0,31	-0,41	-0,23	-0,23	-0,34	-0,28	-0,21	0,19	-0,05	-0,09	1,00							
MO2 40-80 cm	0,61	0,46	0,12	0,26	0,26	0,16	0,19	0,19	0,23	-0,03	-0,05	0,00	0,37	1,00						
MO3 80-120 cm	0,24	0,06	0,43	0,07	0,14	0,17	0,16	0,19	0,37	-0,12	-0,18	-0,20	0,52	0,42	1,00					
Niveau nappe	-0,76	-0,77	-0,73	-0,85	-0,88	-0,80	-0,86	-0,84	-0,81	0,33	-0,07	-0,30	0,40	-0,31	-0,11	1,00				
PH nappe	-0,12	-0,26	-0,34	-0,34	-0,24	-0,14	-0,30	-0,21	-0,20	0,46	0,35	0,29	0,61	-0,22	0,04	0,62	1,00			
RS nappe	0,81	0,89	0,67	0,90	0,94	0,94	0,89	0,92	0,89	-0,02	0,38	0,52	-0,37	0,29	0,19	-0,82	-0,31	1,00		
CE nappe	0,83	0,87	0,60	0,90	0,96	0,98	0,92	0,95	0,89	-0,08	0,36	0,51	-0,28	0,26	0,16	-0,83	-0,24	0,98	1,00	

Très hautement significative

Tableau 2 : Etude des corrélations entre sol-nappe (terrain cultivé) dans les stations d'études

Variables	H1 0-40 cm	H2 40-80 cm	H3 80- 120 cm	CE1 0-40 cm	CE2 40-80 cm	CE3 80- 120 cm	RS1 0-40 cm	RS2 40-80 cm	RS3 80- 120 cm	PH1 0-40 cm	PH2 40-80 cm	PH3 80- 120 cm	MO1 0-40 cm	MO2 40-80 cm	MO3 80- 120 cm	Ni- veau nappe	PH nappe	RS nappe	CE nappe	
H1 0-40 cm	1,00																			
H2 40-80 cm	0,84	1,00																		
H3 80-120 cm	0,87	0,99	1,00																	
CE 0-40 cm	0,79	0,88	0,92	1,00																
CE2 40-80 cm	0,78	0,88	0,92	0,94	1,00															
CE3 80-120 cm	0,79	0,78	0,84	0,90	0,97	1,00														
RS1 0-40 cm	0,71	0,49	0,55	0,54	0,69	0,74	1,00													
RS2 40-80 cm	0,81	0,65	0,71	0,73	0,84	0,90	0,94	1,00												
RS3 80-120 cm	0,60	0,70	0,75	0,73	0,87	0,82	0,82	0,82	1,00											
PH1 0-40 cm	-0,24	-0,42	-0,48	-0,60	-0,67	-0,70	-0,21	-0,44	-0,48	1,00										
PH2 40-80 cm	-0,73	-0,87	-0,90	-0,88	-0,91	-0,88	-0,41	-0,66	-0,63	0,78	1,00									
PH3 80-120 cm	-0,35	-0,55	-0,57	-0,66	-0,72	-0,74	-0,29	-0,51	-0,50	0,87	0,82	1,00								
MO1 0-40 cm	0,54	0,37	0,36	0,12	0,27	0,23	0,61	0,50	0,45	0,30	-0,07	0,34	1,00							
MO2 40-80 cm	0,52	0,19	0,17	-0,05	0,01	0,03	0,51	0,38	0,11	0,46	0,09	0,39	0,79	1,00						
MO3 80-120 cm	0,09	0,41	0,33	0,13	0,11	-0,08	-0,03	-0,05	0,24	0,34	-0,03	0,18	0,42	0,16	1,00					
Niveau nappe	-0,81	-0,95	-0,94	-0,88	-0,77	-0,67	-0,36	-0,51	-0,56	0,31	0,79	0,44	-0,23	-0,15	-0,37	1,00				
PH nappe	-0,43	-0,69	-0,63	-0,58	-0,43	-0,31	0,13	-0,11	-0,13	0,11	0,54	0,27	-0,05	0,09	-0,62	0,72	1,00			
RS nappe	0,88	0,92	0,96	0,94	0,97	0,94	0,72	0,85	0,84	-0,50	-0,86	-0,58	0,38	0,16	0,18	-0,85	-0,49	1,00		
CE nappe	0,91	0,92	0,95	0,97	0,93	0,90	0,62	0,78	0,71	-0,47	-0,87	-0,56	0,30	0,16	0,15	-0,91	-0,58	0,97	1,00	

Très hautement significative

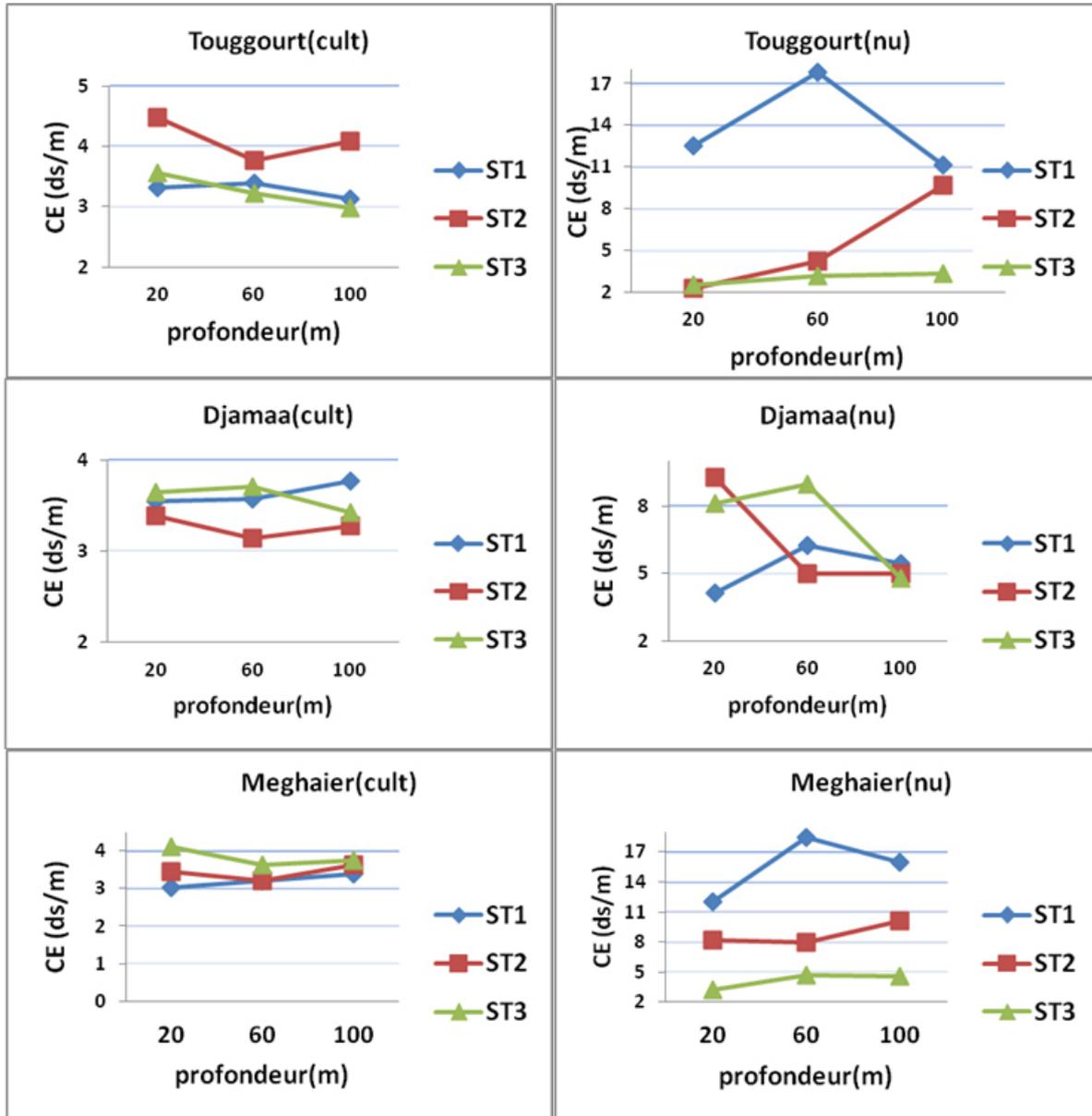


Figure 6. Variations de la conductivité électrique du sol dans les zones d'études

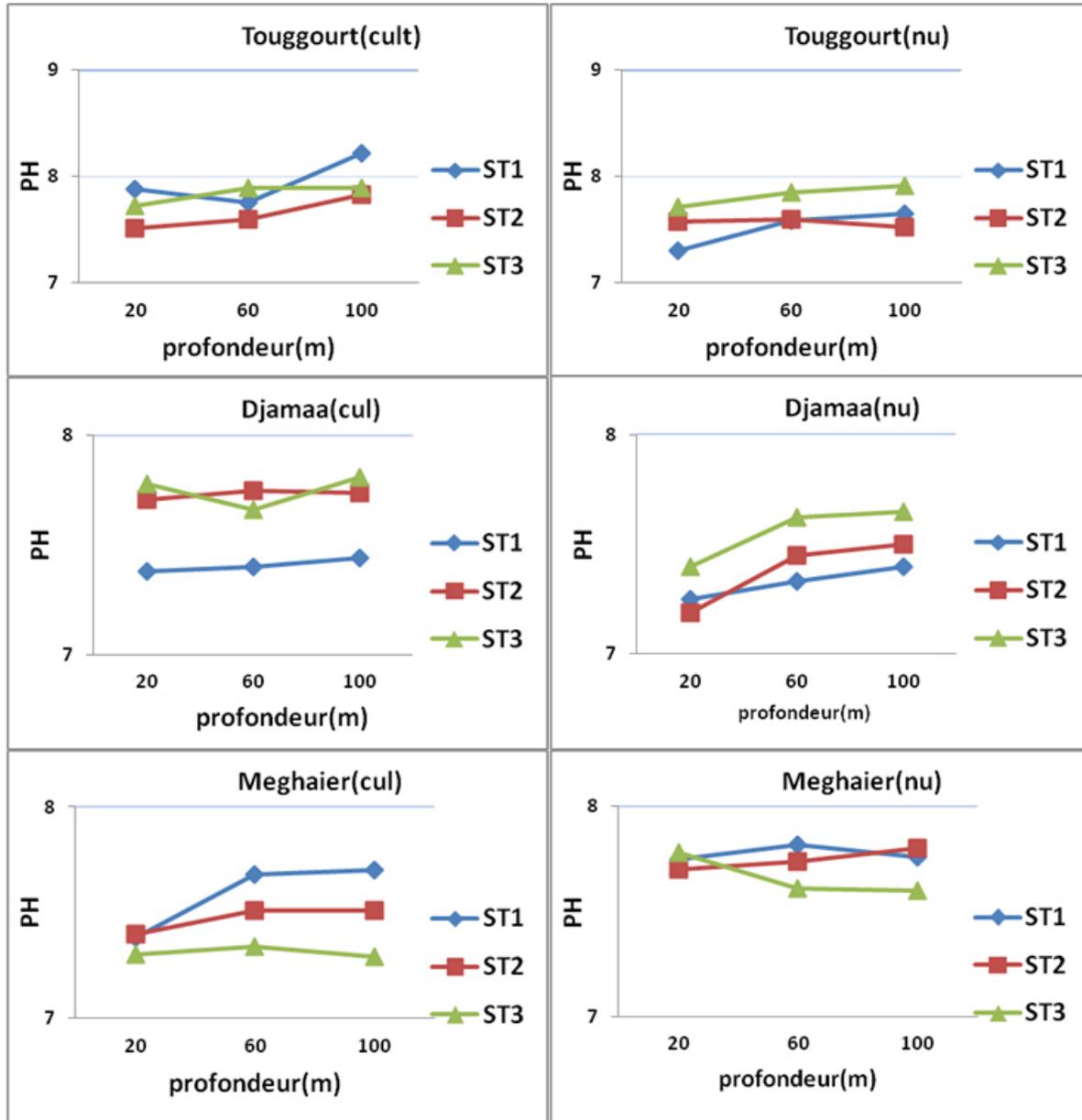


Figure 7. Variations du pH du sol dans les zones d'études

À cette forte teneur en sels (dûe à la forte évaporation de la région) s'ajoute l'importance du taux du calcaire et de gypse (sels peu solubles). D'après Dogar, 1978 in Daddi Bouhoun (1997), l'eau d'irrigation chargée de sels solubles utilisée sans drainage est l'origine de la salinisation des sols.

### 3.2.3. pH du sol

Le pH des extraits des sols ne change pas dans les stations d'études, comme montre la figure n°7.

D'une manière générale, on peut classer le pH du sol dans les trois zones d'étude comme un sol alcalin.

La variabilité du pH tient de la nature des roches (les sols sableux et limoneux sont plus acides que les sols calcaires), de la saison (en hiver il est plus élevé). L'activité biologique est aussi source de modification du pH.

Les pratiques culturales qui viennent modifier le pH:

- Les végétaux peuvent accumuler de l'alcalinité. Lorsqu'ils retournent au sol à leur mort, tout s'équilibre. Mais en milieu cultivé, la végétation est exportée après récolte donc l'équilibre est perturbé.

- L'apport d'engrais ammoniacal augmente l'acidité. En effet, leur nitrification ou absorption conduit à une production de protons.

- Une irrigation mal maîtrisée peut entraîner un drainage trop important, perte de bases et de  $\text{Ca}^{2+}$  en profondeur, d'où une acidification de la surface (Delau-nois, A, 2006).

### 3.2.4. Taux de la matière organique

Les graphes de la figure n°8 montrent une variation du taux de la matière organique dans les différentes stations d'études.

À la lumière des résultats obtenus nous constatons que les teneurs en matière organique sont très faibles et presque nulles dans quelques endroits de sols nus ; ceci est dû à l'absence des sources de la matière organique, le couvert végétal en plantes spontanées est très clairsemé. La matière organique du sol provient essentiellement de la fumure appliquée dans la palmeraie; ceci explique la variabilité de teneurs en matières organiques des sols cultivés (Gaucher et Burdin, 1974).

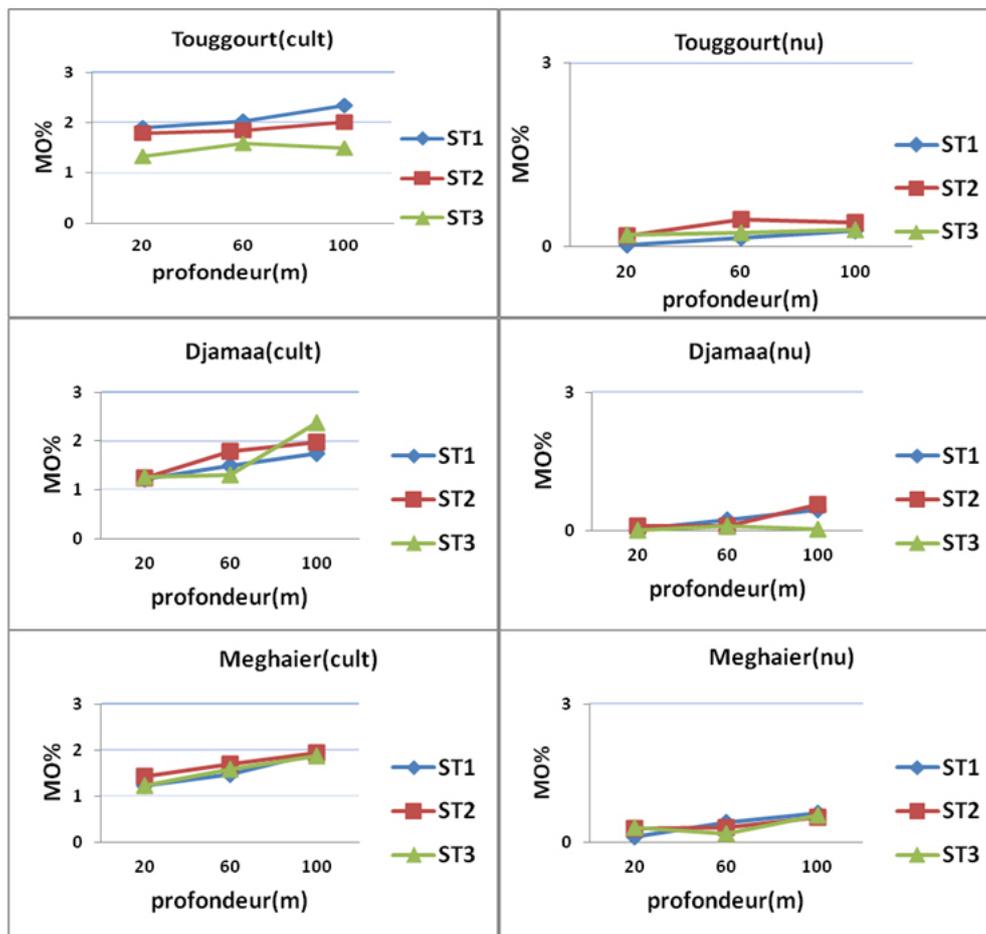


Figure 8. Variations du taux de matière organique du sol dans les zones d'études

#### 4. Conclusion

A partir de ce travail, relatif à la réalisation d'une étude de l'impact des activités agricoles sur l'environnement Oasien de la région de l'Oued Righ, nous avons essayé de mettre en évidence les effets de ces activités sur la qualité de la nappe et du sol. Dans ce contexte, et à la lumière des résultats obtenus et après la comparaison entre les stations et les zones d'études, on a remarqué qu'il y a une grande différence entre les stations des terrains nus et ceux des terrains cultivés, se matérialisant sur les résultats obtenus dans les zones d'études.

D'après les analyses statistiques, nous avons remarqué qu'il y a une relation très hautement significative entre la salinité de la nappe et celle du sol. Egalement, entre la salinité de la nappe et du sol, d'une part, et la remontée de la nappe phréatique, d'autre part.

Les zones I (Touggourt) et II (Djamâa) ont une salinité élevée, mais inférieure par rapport à celle de la troisième zone (Meghaier), qui a une salinité excessive et importante.

Les palmeraies de la vallée de l'Oued Righ sont en effet menacées, surtout par la présence de la nappe phréatique, proche de la surface du sol et par sa salinité et celle des eaux. On peut remédier à cette contrainte par les actions de dessalage (KHADRAOUI, 2006).

Généralement, l'opération de drainage de certaines zones est nécessaire pour rabattre la nappe phréatique.

L'impact de drainage dans la région d'étude est lié à plusieurs facteurs, dont principalement:

- la végétation excessive (phragmites, Tamarix...)
- déversement des eaux usées dans les collecteurs principaux et secondaires.
- des drains à ciel ouvert à l'intérieur des zones d'habitation.
- remblaiement de certains canaux au niveau des zones urbaines.

Le mauvais entretien du réseau de drainage a engendré une stagnation des eaux usées et d'assainissement, entraînant de nombreuses nuisances (préjudices) au niveau de la région de l'Oued Righ (D.H. Djamaa, 2009),

#### Références bibliographiques

**A.N.R.H., 2005.** Inventaire des forages d'eau de la wilaya d'Ouargla. Agence nationale de ressource hydrique. Ouargla. 25p.

**A.N.R.H., 2006.** Inventaire de forages. Agence nationale de ressource hydrique. Ouargla. 123p.

**Aubert G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. Edit.C.R.D.P.Marseille. 189p.

**Cote M., 1998.** Des oasis malades de trop de l'eau, Univ. Aix-Marseille ., Sécheresse. N°02 Vol 03. Juin 1998, pp 123-130.

**D.H. Djamaa, 2009.** Etude du schéma directeur d'assainissement et de drainage; Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique de la zone de l'Oued Righ-6Communes; Mission II B:Cartes piézométriques et analyses chimiques. Rap. Division hydraulique Djamâa. 66p.

**Daddi Bouhoun M., 1997.** Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne. Cas de Mzab. Thèse Mag. INR Alger. 178p.

**Delaunois, A, 2006.** Guide simplifié pour la description des sols, Chambre d'Agriculture Tarn, Albi.

**Durant J.H., 1959.** Les sols rouges et les croûtes en Algérie. SES. Alger. 187p.

**Gaucher Et Burdin, 1974.** Géologie, Géomorphologie et hydrologie des terrains salées Ed. Puf . Paris, 231P.

**Hamdi-Aïssa, B et al, 2000.** Gestion de l'eau pour une agriculture durable au Sahara algérien, pp. 63-66, in INRS-eau université du Québec & université de Poitier eds, Colloque international ESRA' 2000 : Eaux Souterraines en Région Agricole, Poitier.

**Heverry , 1968.** Exemple d'application des travaux de L'U.S. « Salinity laboratory » (1963-1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action des eaux bicarbonatée.

**Khadraoui A., 2007.** Sol et hydraulique agricole dans les oasis algériennes. Ed : Houma. Ouargla 317p.

**Soltner ,1989.** Les bases de la production végétale. Tome 1 ; le sol. 17ème édition C.S.T.A. Angers, 468p.

**Walling, D. E. et al, 2001.** Controls on the nutrient content of suspended sediment transported by British rivers. The Science of the Total Environment, 266, 113 – 123.

## RESEARCH PAPER

# Effet du stress salin sur la morphologie, la physiologie et la biochimie de l'*Acacia albida*

## *Effect of salt stress on morphology, physiology and biochemistry of Acacia albida*

S. Karoune<sup>1</sup>, M.S.A. Kechebar<sup>1</sup>, Y. Halis<sup>1</sup>, A. Djellouli<sup>1</sup> et C. Rahmoune<sup>2</sup>

1. Division Bioressources, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), Biskra, Algérie.
2. Laboratoire d'écotoxicologie et stress abiotiques. Université Mentouri de Constantine. Algérie.

Received 13 October 2016; Revised 25 December 2016; Accepted 27 December 2016

### Résumé

Partant d'observations relatives au comportement des semences d'*Acacia albida* en milieu salé (in situ), le présent travail consiste en une expérimentation concernant la réponse morphologique, physiologique et biochimique des plants d'*Acacia albida* sous différentes doses de sel (0, 50, 100, 200 et 300 mM). L'application du stress salin a duré trois mois et a été faite sur des plants âgés de 06 mois où la démarche consiste à déterminer plusieurs paramètres tels que la croissance (longueur des tiges et racines, poids frais et poids sec), l'hydratation des tissus, la nutrition minérale (teneurs en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>) et les teneurs en chlorophylles et caroténoïdes. Les résultats obtenus ont indiqué que les doses modérées de sel (50 mM) n'affectent pas la croissance en longueur et la biomasse des plants et que ces derniers parviennent à garder une hydratation semblable à celle des plants témoins même sous des concentrations de 100 mM. La salinité fait accroître la teneur en Na<sup>+</sup> au dépens de K<sup>+</sup> surtout dans les parties aériennes ce qui engendre une diminution du rapport de sélectivité Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>.

**Mots-clés:** *Acacia*, stress, salinité, morphologie, physiologie, biochimie.

### Abstract

*Starting from observations concerning the behavior of Acacia albida seeds in salty environment, this work consist of an experiment concerning morphological, physiological and biochemical responses of Acacia albida plants under different salt doses (0, 50, 100, 200 and 300 mM). The application of salt stress lasted three months and was done on old plants of 06 months in which the process is to determine several parameters such as growth (stems and root length, fresh weight and dry weight), hydration fabrics, mineral nutrition (contents of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>) and the chlorophyll and carotenoids. The results lead us to say that moderate doses of salt (50 mM) did not affect the length growth and biomass of plants and those they manage to keep a hydration similar to that of control plants even in concentrations 100 mM. The salinity is increasing the Na<sup>+</sup> to K<sup>+</sup> costs especially in shoots which causes a decrease in the selectivity ratio Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup>.*

**Keywords:** *Acacia*, stress, salinity, morphology, physiology, biochemistry.

### Corresponding author

S. Karoune  
E-mail: karounesamira@yahoo.fr

## 1. INTRODUCTION

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres dans le monde (Mermoud 2006). Dans les zones arides, la salinité constitue une contrainte majeure à la productivité agricole (Abdel Latef 2010). Actuellement, sur 1.5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par le problème de salinisation des sols (Sheng et al. 2008). Ce chiffre ne cesse d'augmenter d'une année à l'autre à cause de la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation (Villa-Castorena et al. 2003), à l'intensification des cultures (Ghassemi et al. 1995) et à l'utilisation abusive des fertilisants chimiques pour plusieurs espèces cultivées (Shannon & Grieve 1999).

L'Algérie n'échappe pas à ce phénomène et la sécheresse prolongée a conduit à une salinisation de 3.2 millions d'hectares de terres (Benmahioul et al. 2009).

Pour pallier cette contrainte environnementale, diverses stratégies peuvent être adoptées, tel que l'application des techniques de drainage des sels en excès. Cependant, ces méthodes sont très coûteuses et exigent un volume d'eau important pour lessiver ces sels (Rhodes & Laveday 1990). De ce fait, l'introduction d'espèces végétales tolérantes aux stress abiotiques et de haute valeur socio-économique, constitue une des approches pour réhabiliter les sols salins. Le choix idéal d'une végétation appropriée à ces conditions, constitue la première étape pour résoudre le problème de la salinité.

Les effets du sel sur les plantes dépendent à la fois de leur stade de développement (Munns et al. 1995), de l'espèce, du cultivar, du génotype (Cornillon & Palloix 1997) et de la durée de l'exposition aux contraintes salines (Munns & Termaat 1986). Une forte concentration en NaCl dans le sol est perçue par certaines plantes comme une sécheresse physiologique. Ce changement dans le statut hydrique de la plante serait la cause initiale de la réduction de la croissance induisant son atrophie et la baisse de sa productivité (Parida & Das 2005).

Munns & Tester (2008) ; ont rapporté que la réduction de la croissance de la plante est due aux diminutions du potentiel osmotique dans le sol, de la conductance stomatique ; de la photosynthèse et aussi à l'augmentation de la concentration des ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ , qui atteignent des niveaux toxiques pour la plante. En effet, la salinité est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en interférant avec le prélèvement de certains éléments essentiels comme

le potassium et le calcium (Zid & Grignon 1991). De plus, l'augmentation de NaCl diminue l'absorption du potassium et du calcium et interfère avec leurs fonctions physiologiques (Zhu 2002).

A travers cette étude nous nous attacherons à suivre l'impact du stress salin sur la croissance, le comportement nutritionnel et hydrique des plants d'*Acacia albida* en raison du peu d'études menées sur cette espèce.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Culture et application du stress salin

Les graines sont émées directement en sachet de polyéthylène contenant un mélange SOL-SABLE sous serre ( $T = 25\text{C}^\circ$ ). Après six mois de croissance les plants sont répartis en cinq lots et irrigués à l'aide de l'eau additionnée de différentes doses de chlorure de sodium (NaCl) comme suit : 0, 50, 100, 200 et 300 mM. L'application du stress salin a duré trois mois.

### 2.2. Récoltes initiale et finale

Au cours de la culture sous serre, deux récoltes sont effectuées: une première récolte, dite initiale, vise à caractériser l'état des plantes avant le traitement salin. Une seconde récolte, dite finale, permet de déterminer les effets du traitement sur les plantes. A la récolte (initiale et/ou finale), les plantes sont fractionnées en parties aériennes et racinaires. Ces organes sont rincés dans trois bains successifs d'eau distillée puis essorés et séchés avec du papier filtre.

Les longueurs des parties aériennes et racinaires sont immédiatement mesurées. Par la suite, ces organes sont mis dans des sachets en aluminium préalablement tarés puis pesés, à l'aide d'une balance de précision de type Mettler AE 200, avant et après dessiccation à l'étuve à  $60^\circ\text{C}$  pendant 72 heures. Les échantillons, une fois séchés, sont broyés en poudre fine au moyen d'un broyeur à lame.

### 2.3. Paramètres morphologiques mesurés lors de la croissance

#### 2.3.1. Hauteur de la tige

Nous avons mesuré la hauteur de la tige depuis le ras du sol jusqu'à l'apex, à l'aide d'une règle graduée. La mesure est faite une fois par semaine.

#### 2.3.2. Longueur des racines

A la fin de l'expérimentation, et à l'aide d'une règle graduée, nous avons mesuré la longueur des racines.

### 2.3.3. La croissance moyenne relative

La croissance Moyenne Relative (C.M.R) correspond à la production de biomasse par unité de temps et par unité de matière sèche entre deux prélèvements aux jours T1 et T2, elle est calculée comme suit :

$$CMR = \Delta MS/MS \text{ moyenne} * (T1-T2)$$

$\Delta MS = MS2 - MS1$ : c'est la variation de MS entre T1 (récolte de départ) et T2 (récolte finale).

MS moyenne =  $(MS2 - MS1) / \ln (MS2 / MS1)$  (moyenne logarithmique) ;

### 2.3.4. Biomasses aérienne et racinaire

A la fin de l'expérimentation les plants sont déposés soigneusement, pour garder le maximum de masse racinaire, on lave la partie racinaire pour éliminer les particules indésirables. La partie aérienne est séparée du système racinaire à l'aide d'une lame au niveau du collet.

- **Poids frais.** On pèse la partie aérienne puis la partie racinaire à l'aide d'une balance de précision (1/100).
- **Poids sec.** Le poids sec est déterminé après passage à l'étuve à 60°C pendant 72 heures.

## 2.4. Paramètres biochimiques et physiologiques mesurés lors de la croissance

### 2.4.1. La teneur en eau

La teneur en eau est calculée par la différence entre la masse de matière fraîche (MF) et celle de matière sèche (MS) sur la matière sèche. Cette teneur est exprimée en ml.g-1 MS et elle est déterminée selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau} = (MF-MS) / MS$$

### 2.4.2. L'indice de sensibilité (IS).

Il correspond à l'écart de production de la MS entre les plantes traitées et témoins, ramené à la masse de ces dernières. Il est calculé par le rapport suivant :

$$IS = 100 * (MS \text{ NaCl} - MS \text{ témoin}) / MS \text{ témoin}$$

Une valeur négative de ce paramètre traduit une inhibition de la croissance par le stress salin. Par contre, la stimulation de la croissance se traduit par des valeurs positives de l'indice de sensibilité.

### 2.4.3. Extraction et dosage des chlorophylles

L'extraction des pigments photosynthétiques est faite en présence d'acétone à 80% selon la méthode d'Ar-

non (1949). Les teneurs des feuilles en pigments sont alors déterminées en se référant aux formules suivantes (Lichtenthaler 1987) :

$$\text{- Chlorophylles a } (\mu\text{g/ml}) = (12,7 * DO663) - (2,69 * DO647)$$

$$\text{- Chlorophylles b } (\mu\text{g/ml}) = (22,9 * DO647) - (4,68 * DO663)$$

$$\text{- Chlorophylles totales } (\mu\text{g/ml}) = (\text{Chlorophylles a} - \text{Chlorophylles b})$$

$$\text{- Caroténoïdes } (\mu\text{g/ml}) = (5 * DO470) + (2,846 * DO663) - (14,876 * DO647)$$

### 2.4.4. Extraction et dosage des éléments Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>

Des quantités connues de poudre végétale (20 mg) sont mises dans des piluliers en présence de 50 ml d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>, 0,5%). Les extraits sont ensuite filtrés sur papier filtre sans cendres et le dosage des éléments minéraux est fait par photométrie de flamme. Par la suite la sélectivité K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> a été estimée en comparant les rapports K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> calculés dans les parties aériennes et racinaires.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Effet de la salinité sur la longueur des plants

D'après la figure.01, nous constatons que l'évolution de la longueur est inversement proportionnelle aux différentes doses de sel appliquées.

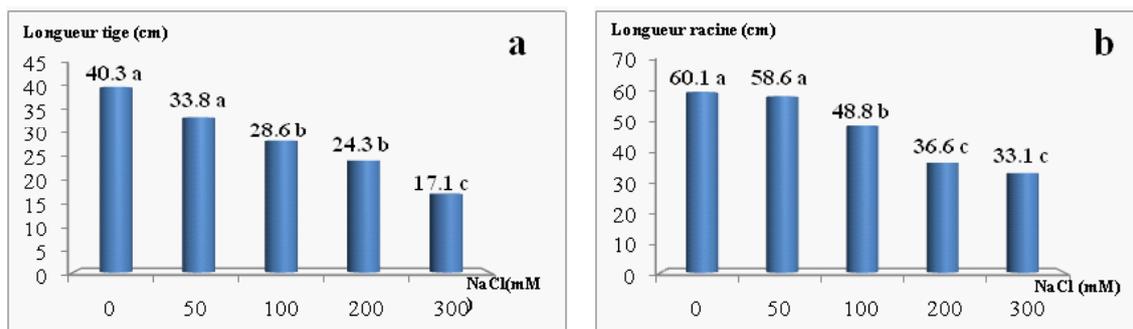
Pour la partie aérienne, il n'y a pas de différence significative entre le témoin et les plants irrigués avec une dose de 50 mM. La croissance des tiges est affectée à partir d'une dose de 100 mM où nous avons noté une diminution de 29 % par rapport au témoin. A 200 et 300 mM, la diminution est de 39.7 et 42.4% respectivement.

Concernant la longueur des racines, nous avons observé la même tendance que pour la partie aérienne.

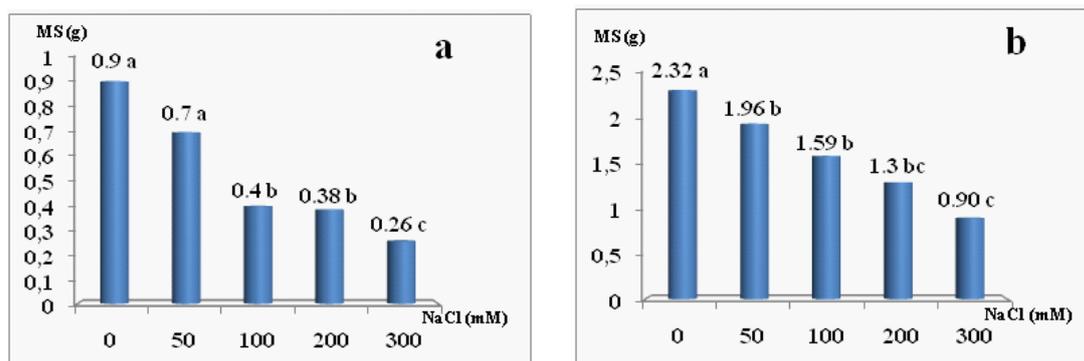
L'impact de la salinité est plus remarquable sur la croissance des racines, car pour les traitements 200 et 300 mM, nous avons enregistré une diminution de longueur de 39.1 et 44.9 %, respectivement.

### 3.2. Effet de la salinité sur le poids sec

L'analyse de la figure.02 permet de constater que l'évolution de la matière sèche de la partie aérienne des plants de l'*Acacia albida* est inversement proportionnelle à la concentration saline. Pour le témoin et



**Figure 01 :** Effet des différentes doses de sel sur la longueur des tiges (a) et des racines (b) des plants d'Acacia albida (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%)



**Figure 02 :** Impact des différentes concentrations de sel sur le poids sec de la partie aérienne (a) et racinaire (b) des plants d'Acacia albida (Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).

le traitement à 50 mM, les poids secs correspondent à 0.9 et 0.7 g respectivement. L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative entre ces deux traitements. Au-delà de 50 mM, la différence devient significative

L'impact de la salinité sur le poids sec des racines suit la même tendance que dans la partie aérienne, cependant la différence est significative dès le traitement à 50 mM où le poids est estimé à 1.96 g contre 2.32 g pour le témoin.

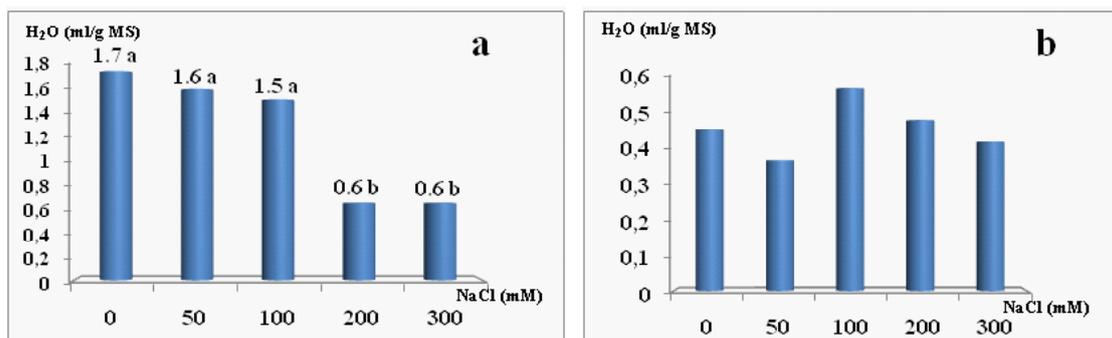
### 3.3. Effet de la salinité sur la teneur en eau

La figure.03 exprime les résultats de l'hydratation des tissus de la partie aérienne des plants en fonction de la salinité. L'hydratation des tissus du témoin et des traitements à 50 et 100 mM est statistiquement semblable. Pour les deux traitements 200 et 300 mM, la teneur en eau diminue jusqu'à 0.6 ml/g MS. De ce fait, l'impact de la salinité est plus prononcé et l'hydratation devient de plus en plus difficile. En comparaison avec le témoin il y a eu une perte de plus de 64 % d'eau.

Contrairement aux parties aériennes, les racines des plants de l'*Acacia albida* sont moins sensibles à l'alimentation en eau sous l'effet du stress salin. Le témoin exhibe une teneur de l'ordre de 0.45 ml/g MS, pour les autres traitements les teneurs varient de 0.38 à 0.57 ml/g MS. L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative de la teneur en eau pour tous les traitements.

### 3.4. Effet de la salinité sur le rapport de biomasse partie aérienne/partie racinaire

Le rapport de biomasse est un critère important pour l'évaluation de l'effet du stress salin sur les végétaux, ainsi on peut déterminer quelle est la partie la plus sensible et la partie la plus résistante à ce stress. La Figure.04, représente l'évolution de ce rapport PA/PR en fonction des différentes doses de sel. Nous constatons que la variation du rapport PA/PR du traitement à 50 mM est statistiquement semblable à celle du témoin, cependant au-delà des 50 mM, cette variation devient significative avec une valeur de 0.26 pour le traitement à 100 mM, puis nous enregistrons une légère augmentation du rapport pour atteindre 0.31 et 0.29 pour les traitements à 200 et 300 mM.



**Figure 03 :** Impact des différentes concentrations de sel sur l'hydratation des parties aériennes et racinaire de plants d'*Acacia albida* (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%).

### 3.5. Effet de la salinité sur la teneur en pigments chlorophylliens

Les résultats de la variation des teneurs en chlorophylle a et b ainsi que la chlorophylle totale en fonction des doses de sel appliquées sur les plants d'*Acacia albida* sont rapportés dans les figures 05, 06 et 07.

D'après la figure.05, l'évolution de la teneur en chlorophylle « a » en fonction des différents traitements salins est significative et prend la forme d'une courbe en cloche asymétrique. Nous constatons que la teneur en chlorophylle « a » a augmenté à 8.65 µg/ml avec la dose 50 mM contre 6.23 µg/ml pour le témoin. Au-delà de cette dose, cette teneur diminue jusqu'à la moitié pour atteindre 3.49 µg/ml pour le traitement à 300 mM.

Contrairement à ce qui a été observé pour la chlorophylle « a », les différentes doses de sel appliquées aux plantes d'*Acacia albida* n'ont pas affecté significativement les teneurs en chlorophylle « b ». L'analyse de la variance a révélé que tous les traitements donnent des résultats semblables dont la teneur en chlorophylle « b » varie entre 3.1 et 3.5 µg/ml pour l'ensemble des traitements (Fig.06).

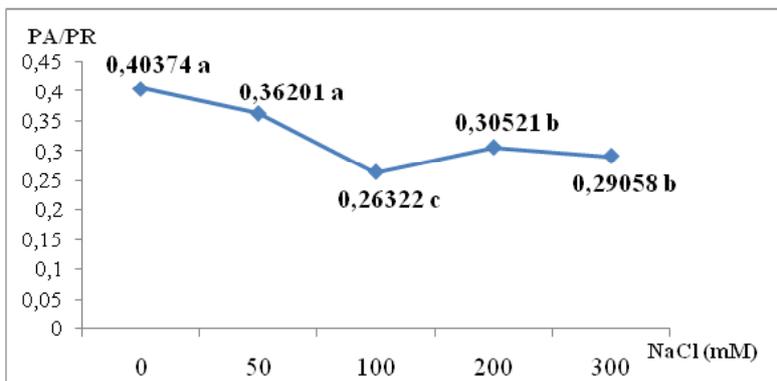
La même tendance est observée pour la chlorophylle totale en comparaison avec la chlorophylle « a », où l'évolution de la teneur en chlorophylle, en fonction des différents traitements de sel, prend l'allure d'une courbe en cloche asymétrique (Fig.07). Nous avons enregistré pour le témoin une teneur égale à 9.7 µg/ml. Sous l'effet d'une dose de 50 mM, la teneur a augmenté pour atteindre 12.2 µg/ml. Au-delà de cette dose, la teneur diminue pour atteindre une valeur de 6.9 µg/ml pour le traitement à 300 mM.

### 3.6. Effet de la salinité sur la teneur en caroténoïdes

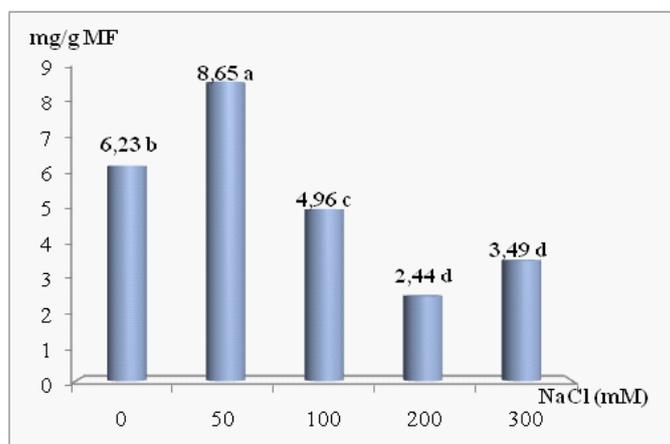
L'examen de la figure.08, nous a permis de constater qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre la teneur en caroténoïdes des plants d'*Acacia albida* et les différentes doses de sel appliquées. L'analyse de la variance a révélé l'existence de différences significatives entre les teneurs en caroténoïdes en faisant ressortir trois groupes de moyennes homogènes. Le premier groupe est formé du témoin avec une teneur de 2.49 µg/ml. Le deuxième groupe est formé des traitements de 50 et 100 mM avec des teneurs de 1.44 et 1.75 µg/ml, respectivement. Enfin le dernier groupe est constitué des traitements de 200 et 300 mM avec des teneurs de 0.93 et 0.56 µg/ml, respectivement.

### 2.7. Effet de la salinité sur la teneur en Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> des parties aérienne et racinaire

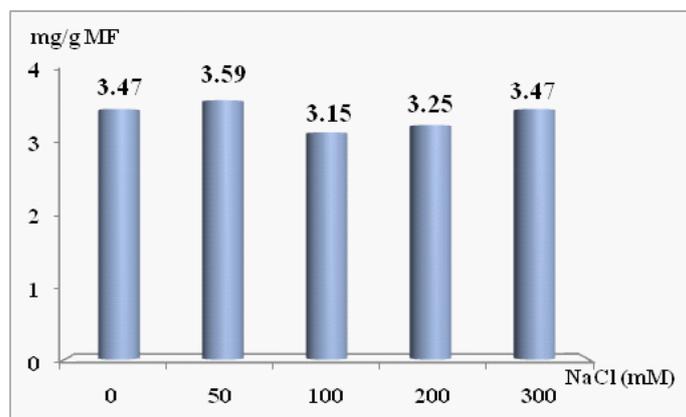
- Sodium. La figure.09 représente l'évolution de la teneur en Na<sup>+</sup> des parties aérienne et racinaire des plants d'*Acacia albida* en fonction des différentes doses de sel. Nous constatons que pour la partie aérienne, la teneur en sodium augmente en fonction de la salinité et cette augmentation devient significative au-delà des 50 mM pour atteindre des valeurs de 5.49 mg/g MS pour le traitement 300 mM. Cette teneur est sept fois plus importante que celle notée pour le témoin. Concernant les parties racinaires, nous constatons la même tendance où l'évolution de la teneur en Na est proportionnelle à celle de la salinité et cette variabilité devient significative au-delà des 50 mM. Cette teneur devient 16 fois plus importante sous un traitement de 300 mM en comparaison avec le témoin.



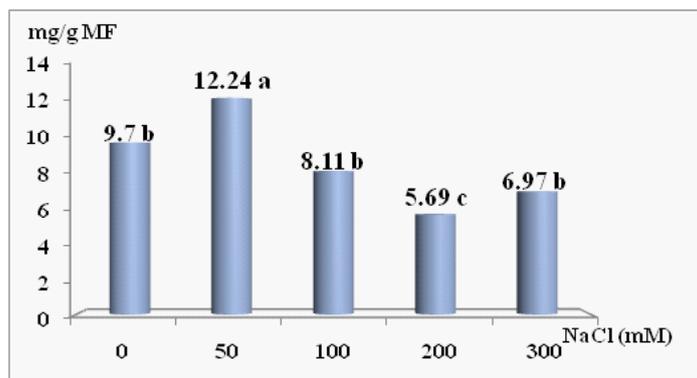
**Figure 04 :** Effet des différentes doses de sel sur le rapport partie aérienne/partie racinaire des plants d'Acacia albida (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



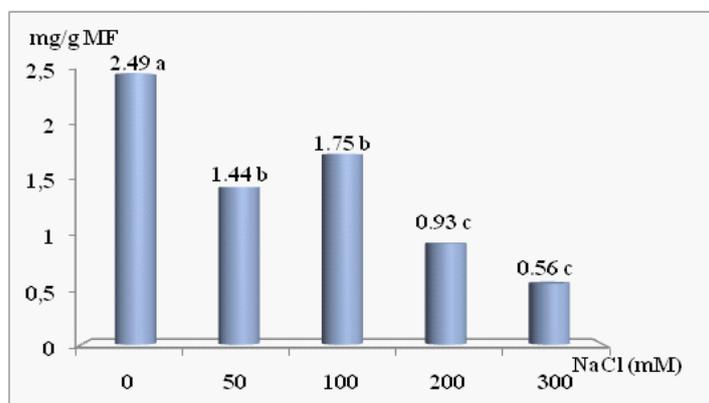
**Figure 05 :** Impact des différentes concentrations de sel sur la teneur en chlorophylle « a » des plants d'Acacia albida (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



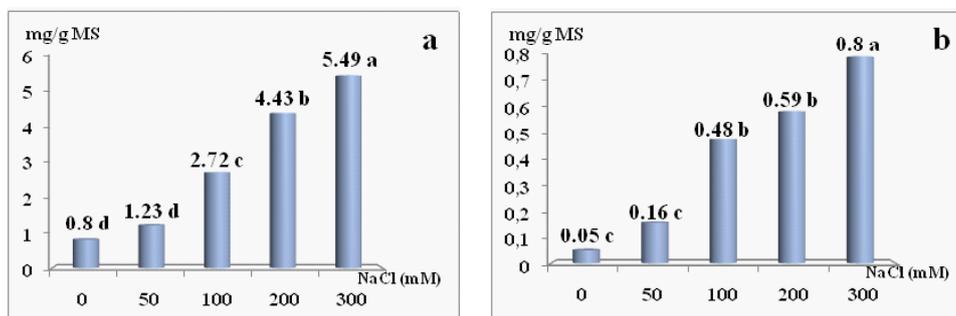
**Figure 06 :** Impact des différentes concentrations de sel sur la teneur en chlorophylle « b » des plants d'Acacia albida.



**Figure 07 :** Impact des différentes concentrations de sel sur la teneur en chlorophylle totale des plants d’Acacia albida (les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



**Figure 08 :** Impact des différentes concentrations de sel sur la teneur en caroténoïdes des plants d’Acacia albida (les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



**Figure 09 :** Variabilité des teneurs en Na (mg/g MS) dans les parties aériennes (a) et racinaires (b) des plants d’Acacia albida en fonction de la salinité (les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).

- Potassium. La figure.10 représente la variabilité des teneurs en K dans les parties aérienne et racinaires des plants d'*Acacia albida* en fonction des différentes doses de sel. Les différentes doses de sel ont un effet significatif sur la teneur en potassium, que ce soit pour les parties aériennes ou les parties racinaires. Selon la figure.10, pour les parties aériennes nous avons enregistré des valeurs allant de 0.55 à 0.85 mg/g MS. L'analyse de la variance a révélé la présence de trois groupes homogènes, le premier est celui du témoin avec une teneur de 0.55 mg/g MS, le deuxième regroupe les traitements à 50 et 100 mM avec une même valeur de 0.75 mg/g MS et enfin le troisième groupe rassemblant les traitements à 200 et 300 mM avec une valeur de 0.85 mg/g MS pour les deux.

Concernant les parties racinaires, nous observons la même tendance qu'avec les parties aériennes où les teneurs en K évoluent proportionnellement avec l'augmentation des concentrations salines. La variabilité est significative pour les traitements à 50 et 100 mM qui enregistrent des valeurs de l'ordre de 0.24 et 0.34 mg/g MS, respectivement. Les traitements 200 et 300 mM enregistrent une teneur identique qui est estimée à 0.55 mg/g MS.

#### 4.DISCUSSION

A travers ce travail nous avons fait ressortir l'impact des différentes doses de sel sur les plants d'*Acacia albida*.

Dans un premier temps, nous avons étudié cet impact sur la croissance en longueur des tiges et des racines avec une évaluation de la teneur en eau et de la biomasse. Dans un deuxième temps, nous avons estimé les teneurs en éléments minéraux (Na et K) et en chlo-

rophyllé (a et b) ainsi que la teneur en caroténoïdes.

Les paramètres de la croissance en longueur, de la teneur en eau et de la biomasse sont affectés négativement par les différentes doses de sel appliquées pour les plants d'*Acacia albida*. D'une manière générale, cette influence sur ces paramètres n'est significative qu'au-delà des traitements à 50 mM. Malgré les fortes concentrations appliquées qui atteignent les 300 mM, les plants d'*Acacia albida* continuent à résister à ces doses élevées de sel.

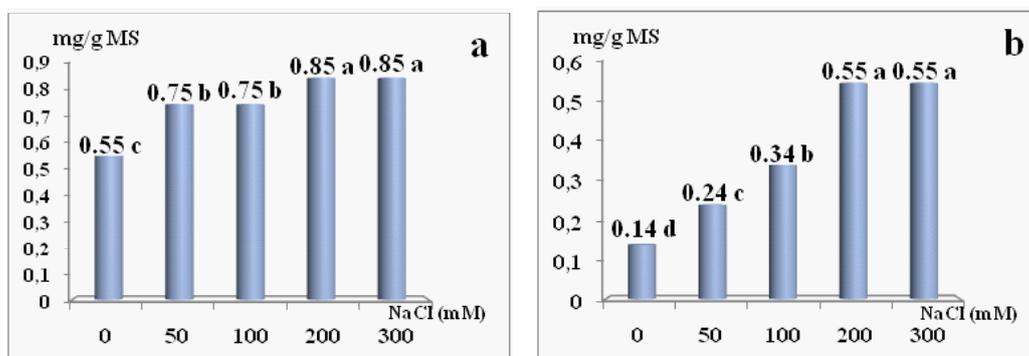
Selon Parida&Das (2005), la production de biomasse est le facteur le plus déterminant de la croissance de la plante. Dans ce sens et pour donner davantage de valeur à nos résultats et évaluer en plus l'impact de la salinité, nous avons déterminé deux facteurs qui sont la croissance moyenne relative (CMR) et l'indice de sensibilité (IS) pour les parties aériennes et racinaires.

La CMR est un paramètre d'analyse qui permet d'étudier l'effet du sel sur la vitesse de croissance des plantes. La figure.11

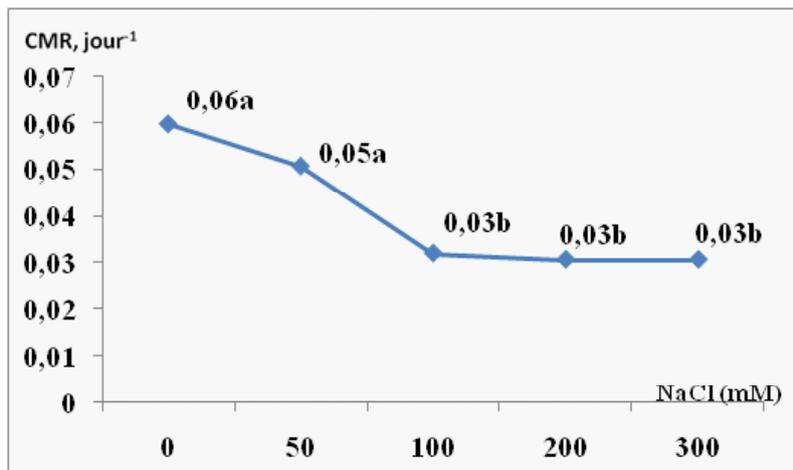
, montre l'évolution de la CMR en fonction des différentes doses de sel appliquées aux plants d'*Acacia albida*.

Nous constatons que l'effet du sel réduit sensiblement ce paramètre et cette réduction devient significative au-delà du traitement à 50 mM. Pour le traitement 100 mM la CMR est de l'ordre de 0.03 jour<sup>-1</sup> soit une réduction de 0.03 jour<sup>-1</sup> par rapport au témoin (0.06 jour<sup>-1</sup>). Au-delà de 100 mM la CMR reste constante.

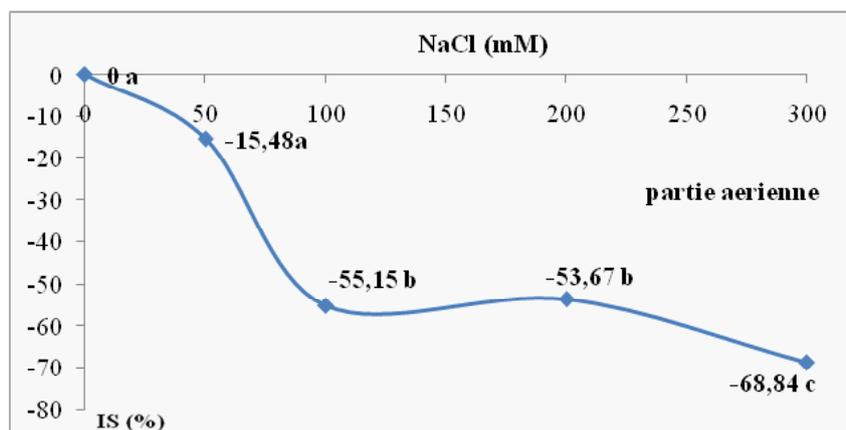
Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Falleh et al. (2012) qui ont travaillé sur l'effet de la salinité sur *Mesembryanthemum edule* et ont trouvé que la croissance moyenne relative diminue en fonction des différentes doses de sel appliquées aux plantes avec



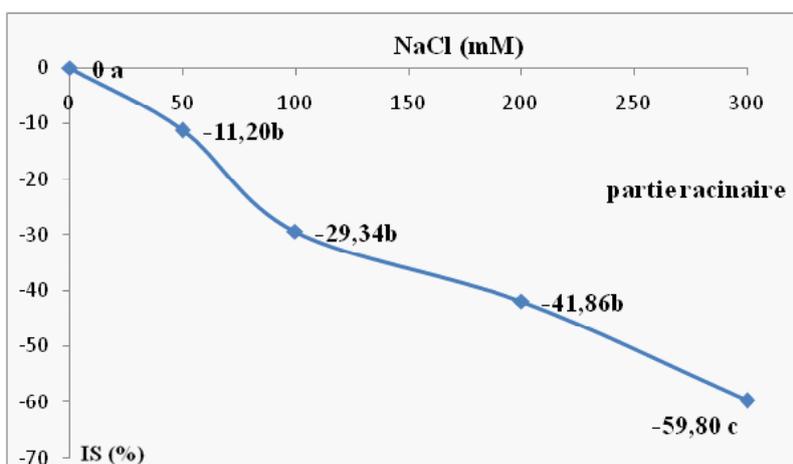
**Figure 10 :** Variabilité des teneurs en K (mg/g MS) dans les parties aériennes (a) et racinaires (b) des plants d'*Acacia albida* en fonction de la salinité. (les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%).



**Figure.11.** Effet des différentes doses de sel sur la croissance moyenne relative (par jour) des plants d’*Acacia albida* (Les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



**Figure .12.** Effet des différentes doses de sel sur l’indice de sensibilité (%) des parties aériennes des plants d’*Acacia albida* (Les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).



**Figure.13.** Effet des différentes doses de sel sur l’indice de sensibilité (%) des parties racinaires des plants d’*Acacia albida* (Les valeurs suivies d’une même lettre ne sont passignificativement différentes au seuil de 5%).

0.10, 0.07 et 0.07 CMR. jours-1 pour des doses de 0, 300 et 600 mM.

De même pour la CMR, l'indice de sensibilité (SI) nous permet d'évaluer l'effet de la salinité sur l'activité de croissance. Cet indice a été déterminé à la base de la matière sèche produite au niveau des parties aériennes et racinaires (Figures. 12 et 13).

La figure.12 montre que les valeurs de ce paramètre sont négatives pour tous les traitements, impliquant une diminution de la croissance des plants traités par comparaison aux plants témoins. Néanmoins, cette sensibilité au sel ne s'exprime d'une manière significative qu'au-delà du traitement à 50 mM de NaCl. En comparaison avec les plants témoins, nous avons enregistré un indice de sensibilité égale à -55.15 % et -68.84 % respectivement pour les traitements à 100 et 300 mM.

De même pour les parties aériennes, l'indice de sensibilité a été déterminé pour les parties racinaires (Figure.13). La même tendance a été observée, où nous avons enregistré une sensibilité de plus en plus importante qui devient significative au-delà du traitement à 50 mM. Pour les traitements à 100 et 300 mM, nous avons noté un indice de sensibilité égal à -29.34 % et -59.80 %, respectivement.

D'après les valeurs de l'indice de sensibilité enregistrées pour les parties aériennes et racinaires, nous constatons que ces dernières sont moins sensibles au sel que les parties aériennes.

Pour l'indice de sensibilité, nos résultats coïncident avec ceux trouvés par Falleh et al. (2012), qui ont estimé dans les parties aériennes de *Mesembryanthemum edule* un IS égal à -59.26 % pour une concentration de 300 mM et un IS de -63.77 % pour une concentration de 600 mM. La même tendance a été enregistrée pour les parties racinaires des plantes de la même espèce avec un IS de -60 % et -67.67 % pour les traitements à 300 et 600 mM, respectivement.

Les variations des paramètres morphologiques et physiologiques (longueur des parties aériennes et racinaires, production de la biomasse, teneurs en eau et en chlorophylle) en fonction de la salinité du milieu sont souvent des indicateurs fiables du degré de sensibilité des plantes. En effet, ces paramètres traduisent les effets cumulatifs de l'endommagement et de l'inhibition des fonctions physiologiques de la plante (Gonzalez-Dugo et al. 2009). Selon Zid & Grignon (1991) la tolérance au sel s'exprime habituellement en termes de croissance, de rendement ou de survie.

L'un des facteurs que nous avons déterminé est la

longueur des parties aériennes et racinaires. Kebebew & Mc Neilly (1995) in Lachaal (1998) utilisent la longueur des racines comme un indicateur fiable de la tolérance au sel.

De même la longueur des parties aériennes peut aussi prédire la tolérance au stress salin (Ashraf et al. 1986 in Lachaal, 1998). La croissance en longueur des parties aériennes diminue en fonction des différentes doses de sel. Des résultats similaires aux nôtres ont été signalés par Falleh et al. (2012), qui ont noté chez *Mesembryanthemum edule*, une longueur des plantes témoins de 26.83 cm qui passe à 15.17 et 11.60 cm sous des concentrations salines de 300 et 600 mM, respectivement. La même tendance est observée pour la longueur des racines et ce résultat est confirmé aussi par les travaux de Doudech et al. (2008), qui ont trouvé que la longueur moyenne des racines de boutures de *Paspalum notatum* passe de 3.31 cm pour le témoin à 2.45 cm sous un traitement de 8 g/l de NaCl.

De même pour la matière sèche et la teneur en eau dans les tissus, leur évolution est inversement proportionnelle à l'augmentation de la salinité. Ces résultats sont confirmés par Koyro (2006) qui a trouvé que la biomasse de *Plantago coronopus* diminue en fonction de la salinité. La même tendance, concernant la matière sèche, a été trouvée sur plusieurs espèces à savoir : *Spartina anglica* (Parrondo et al. 1978) et *Beta vulgaris* ssp. *Maritima* (Niazi, 2007).

Le rapport de biomasse est un critère important pour l'évaluation de l'effet du stress salin sur les végétaux. Ainsi, on peut déterminer quelle est la partie la plus sensible et la partie la plus résistante à ce stress. Dans ce sens, nos résultats ont montré que les parties aériennes sont plus sensibles à la salinité que les parties racines. Ces résultats correspondent avec ceux trouvés par Viégas & Silveira (1999) qui ont signalé chez *Anacardium occidentale* L. cultivé en milieu salin avec 50 et 100 mM de NaCl en solution nutritive pendant 30 jours, une réduction du poids sec des pousses de 23 à 50 %. La réduction du poids sec des racines n'a été observée qu'à des niveaux plus élevés de NaCl en comparaison avec le témoin.

Pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance (Zhu 2002). C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes; la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour com-

battre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles.

La teneur en chlorophylle est le critère le plus utilisé pour quantifier l'état général de la plante, c'est un excellent bio-indicateur de stress (Tripathi & Tripathi, 1999). Nos résultats ont montré que la teneur en chlorophylle diminue sous l'effet des concentrations croissantes de sel, à l'exception de la concentration 50 mM où nous avons observé une légère augmentation par rapport au témoin pour la chlorophylle « a » et totale.

Selon Naumann et al. (2007), la salinité est connue pour inhiber la photosynthèse chez beaucoup d'espèces par suite de fermeture des stomates, en limitant de cette façon la diffusion du CO<sub>2</sub> dans les chloroplastes.

Nos résultats corroborent à ceux obtenus par Koyro (2006) qui a rapporté une diminution de la teneur en chlorophylle chez *Plantago coronopus* sous l'effet du stress salin et a expliqué que cette diminution est due à une réduction du flux d'électrons à travers le photosystème qui mène à diminuer le risque de photo-inhibition. Grattan & Grieve (1994) expliquent aussi que la diminution de la teneur en chlorophylle sous stress salin peut être due au fait que le NaCl a un effet antagoniste sur l'absorption de l'azote qui est une composante essentielle dans la structure de la molécule de chlorophylle.

Nos résultats correspondent parfaitement avec ceux trouvés par Nedjimi (2014) qui a signalé que la diminution de la chlorophylle chez *Atriplex canescens* ne devient significative qu'au-delà des concentrations modérées. Nos résultats, concernant l'augmentation de la teneur en chlorophylle « a » et totale sous le traitement à 50 mM par rapport au témoin, rejoignent ceux trouvés par Dali et al. (1997), qui ont indiqué qu'une salinité modérée augmente la quantité de la chlorophylle « a » et de la chlorophylle totale.

Concernant la teneur en caroténoïdes des plants d'*Acacia albida*, les résultats ont montré que, par comparaison aux plants témoins, les caroténoïdes diminuent significativement dès 50 mM de NaCl. Cette réduction des teneurs est probablement causée par le stress oxydatif généré par la salinité excessive du milieu (Da Costa et al. 2005). En effet, nos résultats correspondent avec ceux enregistrés par Degl'Innocenti et al. (2009) qui ont trouvé la même tendance chez *Hordeum maritimum* où ils ont noté que sous l'effet de différentes concentrations salines, la teneur

en caroténoïdes passe de 0.17 mg/g MF pour le témoin à 0.11 mg/g MF pour un traitement à 50 mM de NaCl.

La teneur en sodium (Na<sup>+</sup>) dans les parties aériennes et racinaires augmente en fonction des différentes doses croissantes de sel, cependant cette accumulation est plus importante dans les parties aériennes que racinaires. Malgré cette forte accumulation en cation, la teneur en eau dans les racines n'a pas été influencée. De même pour les parties aériennes, qui jusqu'à des doses de 100 mM, parviennent à maintenir un niveau d'hydratation comparable à celui des plants témoins.

Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par Belkheiri & Mulas (2013) qui ont enregistré une accumulation croissante en Na<sup>+</sup> en fonction de la salinité dans les parties aériennes et racinaires d'*Atriplex halimus* et *Atriplex nummularia*. La même tendance a été observée chez *Lactuca sativa* (Ouhibi et al. 2014) et *Capsicum annuum* (R'him et al. 2013).

La même tendance est observée pour le potassium (K<sup>+</sup>) où son accumulation est proportionnelle aux différentes doses de sel appliquées aux plants d'*Acacia albida*. La teneur en cet élément est plus importante dans les parties aériennes (0.85 mg/g MS pour le traitement à 300 mM) que celle dans les racines (0.55 mg/g MS pour le traitement à 300 mM). Cependant, en comparant les plus grandes valeurs avec celles des témoins, nous constatons que la salinité stimule l'accumulation du K<sup>+</sup> dans les racines (4 fois) plus que dans les parties aériennes (1.5 fois).

Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Belkheiri & Mulas (2013) qui ont enregistré une accumulation du K<sup>+</sup> chez *Atriplex halimus* sous des doses salines allant jusqu'à 1000 mM et chez *Atriplex nummularia* sous des doses allant jusqu'à 600 mM.

De même, Haouala et al. (2007) ont noté une augmentation dans la teneur en K<sup>+</sup> pour le chiendent et le ray-grass sous l'effet de la salinité. Chez le chiendent la teneur foliaire en K<sup>+</sup> pour le témoin était de 0.41 méq.g-1MS, celle des racines était de 0.33 méq.g-1MS. En présence de NaCl, les teneurs en ce cation augmentent dans les feuilles et les racines pour atteindre respectivement 0.58 et 0.54 méq.g-1MS. De même chez le ray-grass, la salinité fait augmenter ces teneurs dans les feuilles et les racines qui passent respectivement de 0.10 et 0.35 méq.g-1MS pour le témoin à 0.17 et 0.44 méq.g-1MS sous un traitement salin.

Selon Grattan et Grieve (1999), la salinité peut affecter le niveau d'absorption du potassium en fonction de l'espèce et du seuil de salinité. En effet, le  $\text{Na}^+$  peut avoir un effet toxique direct quand il interfère comme cofacteur avec les différentes réactions et fonctions du  $\text{K}^+$ . L'efficacité d'absorption et d'utilisation du  $\text{K}^+$ , qui agit comme osmoticum, est donc capitale dans l'adaptation au stress salin. Hamrouni et al. (2011) ont rapporté que les géotypes de piment tolérants au sel accumulent moins de  $\text{Na}^+$  dans les feuilles que les géotypes sensibles. Ces études indiquent que les géotypes ayant la capacité d'exclure  $\text{Na}^+$  sont généralement plus tolérants à la salinité.

Dans un milieu salé, les quantités des ions  $\text{Na}^+$  dépassent largement celles de  $\text{K}^+$ . Vu le rôle important du potassium dans la croissance et le développement des plantes, ces dernières doivent maintenir une sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ . L'étude du rapport  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  permet de comparer l'aptitude des plantes à maintenir une absorption sélective de  $\text{K}^+$  aux dépens de  $\text{Na}^+$ . Cette sélectivité a été estimée en comparant les rapports  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ , calculés dans les parties aériennes et racinaires et représentés respectivement dans les figures 14 et 15.

Chez les végétaux, le maintien d'une bonne sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  dans les tissus peut être considéré comme un critère de tolérance à la salinité (Parida & Das, 2005). D'ailleurs, un rapport élevé de  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  dans le cytosol est essentiel pour les fonctions cellulaires normales des plantes. Dans notre expérimentation, bien que la teneur en  $\text{K}^+$  augmente en fonction de la salinité croissante, le rapport  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  diminue. Cela signifie que l'accumulation du  $\text{Na}^+$  et plus importante que l'accumulation du  $\text{K}^+$  dans les parties aériennes et racinaires et le rapport  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  indique qu'il n'existe pas de sélectivité en faveur du  $\text{K}^+$  au dépens du  $\text{Na}^+$ . Nos résultats correspondent à ceux obtenus par Belkheiri & Mulas (2013); Degl'Innocenti (2009); R'him et al. (2013); qui ont tous noté une diminution du rapport de sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  en fonction de la salinité croissante. Selon Belkheiri & Mulas (2013) les deux éléments  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$  sont en continuelle compétition dans les conditions salines, cependant le  $\text{Na}^+$  peut, à un certain degré, remplacer le  $\text{K}^+$  surtout dans sa fonction autant qu'osmoticum dans la vacuole.

Flowers et al. (1986) ont aussi indiqué que chez certaines plantes, le  $\text{Na}^+$  peut jouer un rôle dans l'ajustement osmotique à la place du  $\text{K}^+$  pour leur permettre de continuer à s'accroître. L'ampleur à laquelle le  $\text{Na}^+$  peut remplacer le  $\text{K}^+$  varie en fonction de l'espèce, de la variété, et même de l'âge des feuilles

d'une même plante, tout en notant que les plus jeunes feuilles comptent plus sur  $\text{K}^+$  que les feuilles âgées. La diminution du rapport de sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  peut être expliqué aussi par le fait qu'en présence des concentrations élevées de  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}^+$  déplace  $\text{Ca}^{2+}$  du plasmalemma des cellules racinaires, ce qui entraîne l'augmentation de la perméabilité de la membrane et provoque un efflux du  $\text{K}^+$  et une altération du rapport de sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  (Cramer et al. 1985).

## 5. CONCLUSION

A travers ce travail nous avons étudié l'impact du stress salin sur la réponse morphologique, physiologique et biochimique des plants d'*Acacia albida*. Les résultats du rapport partie aérienne/partie racinaire ainsi que l'indice de sensibilité ont montré que l'influence négative de la salinité est plus marquée sur la croissance des parties aériennes que racinaires. Cependant, les plants parviennent à se développer sous des doses de  $\text{NaCl}$  allant jusqu'à 300 mM. La déshydratation des tissus n'a commencé à être significative qu'au-delà d'une concentration de 100 mM. La salinité modérée qui ne dépasse pas les 50 mM peut stimuler l'accumulation de la chlorophylle. Il est aussi à noter que les doses croissantes de  $\text{NaCl}$  font augmenter l'accumulation du  $\text{Na}^+$  plus que le  $\text{K}^+$  ce qui a conduit à une diminution du rapport de sélectivité  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ .

## Références bibliographiques

- Abdel Latef AA (2010)** Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. *Cereal Res. Comm* 38: 43-55.
- Arnon DI (1949)** Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol* 24: 1-1.
- Belkheiri O, Mulas M (2013)** The effects of salt stress on growth, water relation and ion accumulation in two halophyte *Atriplex* species. *Environmental and Experimentation Botany* 86: 17-28.
- Benmahioul B, Daguin F, Kaid-Harche M (2009)** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (*Pistacia vera* L.). *Comptes Rendus Biologies* 332 (8) : 752-758.
- Cornillon P, Palloix A (1997)** Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of Pepper cultivars. *J. Plant. Nutr* 20: 1085-1094.
- Cramer GR, Lauchli A, Polito VS (1985)** Displacement of  $\text{Ca}^{2+}$  by  $\text{Na}^+$  from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress. *Plant Physiol*

79: 207-211.

**Da Costa KA, Gaffney CE, Fischer LM, Zeisel SH (2005)** Choline deficiency in mice and humans is associated with increased plasma homocysteine concentration after a methionine load. *Am J Clin Nutr* 81 : 440-444.

**Dali N, Ben Ghanem H, Mougou A, Ben Taeib T (1997)** Effet d'un stress salin sur la répartition entre amidon et sucres solubles dans les feuilles de deux lignées de tomate. *Revue de l'INAT, Journal des Sciences Agronomiques* 12 (1) : 131- 147.

**Degl'Innocenti E, Hafsi C, Guidi L, Navari-Izzo F (2009)** The effect of salinity on photosynthetic activity in potassium-deficient barley species. *Journal of Plant Physiology* 166 (18) : 1968-1981.

**Doudech N, Mhamdi M, Bettaieb T, Denden M (2008)** Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon: *Paspalum notatum* Flügge. *Tropicultura* 26(3) : 182-185.

**Falleh H, Jalleli I, Ksouri R, Boulaaba M, Guyot S, Magné C, & Abdelly C (2012)** Effect of salt treatment on phenolic compounds and antioxidant activity of two *Mesembryanthemum edule* provenances. *Plant Physiology and Biochemistry* 52 : 1-8.

**Flowers TJ, Yeo AR (1986)** Ion relations of plants under drought and salinity. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 75-91.

**Ghassemi F, Jakeman AJ, Nix HA (1995)** Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Wallingford, Oxon, UK.

**Gonzalez-Dugo V, Durand JL, Gastal F (2009)** Water deficit and nitrogen nutrition of crops. A review. *Agron.Sustain.Dev* 30 : 529-544.

**Grattan SR, Grieve CM (1999)** Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Sci. Hortic* 78 : 127-157.

**Grattan SR, Grieve CM (1994)** Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 203-226.

**Haouala F, Ferjani H, Ben El Hadj S (2007)** Effet de la salinité sur la répartition des cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$ ) et du chlore ( $\text{Cl}^-$ ) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Bio-technol. Agron. Soc. Environ* 11(3) : 235-244.

**Hamrouni L, Hanana M, Abdelly C, Ghorbel A**

**(2011)** Exclusion du chlorure et inclusion du sodium : deux mécanismes concomitants de tolérance à la salinité chez la vigne sauvage *vitisvinifera* subsp. *sylvestris* (var. 'sejnène') *Bio-technol. Agron. Soc. Environ* 15 (3): 387-400.

**Koyro HW (2006)** Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* (L.). *Environmental and Experimental Botany* 56 (2) : 136-146.

**Lachaal M (1998)** Variabilité de la réponse à la salinité chez la lentille, et variation en fonction du stade de développement. Thèse de doctorat. Université de Tunis II. Faculté des sciences de Tunis.

**Lichtenthaler HK (1987)** Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol* 148: 350-382.

**Mermoud A (2006)** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.

**Munns R, Tester M (2008)** Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol* 59 : 651-681.

**Munns R, Schatman DP, Condon AG (1995)** The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol* 22: 561-569.

**Munns R, Termaat A (1986)** Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol* 13:143-160.

**Nedjimi B (2014)** Effects of salinity on growth, membrane permeability and root hydraulic conductivity in three saltbush species. *Biochemical Systematics and Ecology* 52 : 4-13.

**Niazi BH (2007)** The response of fodder beet to salinity. Introduction of a non-conventional fodder crop to salt affected fields in Pakistan. PhD Thesis ISBN 978-969-409-188-4.

**Ouhibi C, Attia H, Rebah F, Msilini N, Chebbi M, Aarouf J, Urban L, Lachaal M (2014)** Salt stress mitigation by seed priming with UV-C in lettuce plants: Growth, antioxidant activity and phenolic compounds. *Plant Physiology and Biochemistry* 83 : 126-133.

**Parida AK, Das AB (2005)** Salt tolerance and salinity effects on plants: A. *Rev. Ecotoxicol. environ. Saf* 60: 324-349.

**Parrondo RT, Gosselink JG, Hopkinson CS (1978)** Effects of salinity and drainage on the growth of three salt marsh grasses. *Botanical Gazette* 139: 102-107.

R'him T, Tlili I, Hnan I, Ilahy R, Benali A, Jebari H (2013) Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de piment. *Journal of Applied Biosciences* 66: 5060-5069.

**Rhodes J, Laveday J (1990)** Salinity in irrigated agriculture riverside. USDA: 1089-1141.

**Shannon MC, Grieve CM (1999)** Tolerance of vegetable crops to salinity. *Sci. Hort* 78 : 5-38.

**Sheng M, Tang M, Chan H, Yang B, Zhang F, Huang Y (2008)** Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. *Mycorrhiza* 18 : 287-296.

**Tripathi AK, Tripathi S (1999)** Change in some physiological and biochemical characters in *Albizia-lebbek* as bioindicateurs of heavy metal toxicity .*J. Environ.Biol* 20(2) :93-98.

**Viégas RA, Silveira JA (1999)** Ammonia assimilation and prolin accumulation in young cashew plant during longterm escposure to nall-salinity. *Revista-brasileira de fisiologia vegetal* 11 (3) : 153-159.

**Villa-Castorena M, Ulery AL, Catalan-Valencia EA, Remmenga MD (2003)** Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of Chile pepper plants. *Soil.Sci. Soc. Am. J* 67 : 1781-1789.

**Wang WX, Vinocur B, Shoseyov O, Altman A (2001)** Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: physiological and molecular considerations. *Acta Hort* 560: 285-292.

**Zhu JK (2002)** Salt and drought stress signal transduction in plants. *Ann. Rev. Plant Biol* 53 : 247-273.

**Zid E, Grignon C(1991)** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides, AUPELF-UREF. Jon LibbeyEurotext, Paris, 91-108.

## RESEARCH PAPER

# Les maladies à transmission hydrique en Algérie

## *Waterborne diseases in Algeria*

W. Kherifi, F. Bekiri

Division Eau, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA),  
Biskra, Algérie.

Received 9 October 2016; Revised 14 December 2016; Accepted 18 December 2016

### Résumé

Chaque année des milliers de personnes dans le monde perdent leur vie à cause des maladies liées à l'eau. Selon le rapport de l'organisation mondiale de la santé pas moins de deux millions de morts et les enfants en constituent le grand nombre. L'Algérie traverse depuis quelques années une phase de transition épidémiologique marquée par la persistance des maladies transmissibles hydriques caractéristiques des pays en développement et dues à la mauvaise qualité des eaux liée à la pollution anthropique ou naturelle. La situation épidémiologique de la fièvre typhoïde et la dysenterie s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années, ainsi les taux d'incidence de l'hépatite virale «A» et les toxi-infections alimentaires sont stables et peu importantes depuis une décennie. La vigilance doit être maintenue d'autant plus que nous affrontons une menace de variabilité climatique sur la qualité des eaux, qui aura malheureusement une incidence sur l'état sanitaire de millions de personnes.

**Mots-clés:** la pollution anthropique, maladies transmissibles hydriques, épidémiologique, variabilité climatique.

### Abstract

*Every year thousands of people around the world lose their lives because of water-related diseases. According to the report of the World Health Organization no less than two million deaths and children are the largest number. Algeria has for some years gone through an epidemiological transition phase marked by the persistence of waterborne communicable diseases characteristic of developing countries and due to the poor quality of water linked to anthropogenic or natural pollution. The epidemiological situation of typhoid fever and dysentery has improved markedly in recent years, so the incidence rates of viral hepatitis «A» and food-borne illness have been stable and insignificant for a decade. Vigilance must be maintained especially as we face a threat of climatic variability on water quality, which will unfortunately have an impact on the health status of millions of people.*

**Keywords:** *Anthropic pollution, Communicable diseases hydrous, Epidemiologic, Climatic variability.*

### Corresponding author

Kherifi wahida  
E-mail: wahidakherifi@yahoo.fr

## I. Introduction

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou induite, la première cause de maladies et de mortalité au monde (Revue de presse thématique n° 27. 2003). L'inégalité dans la répartition des ressources en eau de part le monde (AESN. 2010) et l'inéluctable raréfaction dans les régions déjà marquées par le déficit hydrique à cause du climat et /ou des mauvaises pratiques mettent en difficulté le processus d'accès à l'eau des populations notamment dans les pays en développement. En effet, cette situation est d'avantage aggravée par les pollutions diverses et variées émanant des activités agricoles, industrielles ou tout simplement domestiques. L'eau contaminée par des excréments humains ou animaux sont à l'origine des maladies dites maladies fécales, qui sont provoquées par des virus et des bactéries. (Aubry, 2012 ; Monjou, 1997). En conséquence, dans ces pays 80% des maladies sont dues à l'eau, notamment en Afrique ou une personne sur deux souffre d'une maladie hydrique (Revue de presse thématique n° 27. 2003).

Selon le rapport de l'organisation mondiale de la santé (OMS) pas moins de deux millions de morts et les enfants en constituent le grand nombre (OMS. 2007) sont dues à des maladies hydriques. En Algérie malgré les progrès accomplis dans ce domaine, certaines maladies à transmission hydrique persistent (F.typhoïde, dysenterie, HVA....) (Laid .2010) ce qui a motivé en partie ce travail où l'objectif principal de cette étude est de caractériser la situation épidémiologique de ces maladies qui s'est nettement augmentée au cours de ces dernières années.

## II. Matériel et Méthodes

### II.1. Matériel

#### Milieu et site d'étude

L'Algérie est située au Nord-ouest de l'Afrique en bordure de la Méditerranée). Elle s'étend sur plus de 2.4 millions de km<sup>2</sup> on y distingue 3 grandes régions géographiques :

- La zone littorale adossée à l'atlas Tellien qui recèle le potentiel floristique avec 4 million Hectare ( $T \pm 18^\circ$  ; Précipitation  $\pm 1000$  mm) (ONM) (Fig.01).
- La région des haut plateaux est parcourue steppe qui constitue une zone tampon entre le nord du pays à climat tempérée ( $T \pm 17^\circ$  ; Précipitation  $\pm 300$  mm) qui vient entre l'atlas Tellien et atlas saharienne et le subaride voire hyper aride, sauf en cas de pluie et crue exceptionnelle ( $T \pm 30^\circ$  ; Précipitation  $< 40$  mm) (ONM).
- Les grands espaces sahariens ( $\pm 2$  Million m<sup>2</sup>), ordonnés par différents écosystèmes (Oasis, Parcours saharien, zone humide, dunaire ...).

A ces 3 étages bioclimatiques sont enregistrées des températures qui s'échelonnent en moyenne entre 15°C-30°C pour la zone Nord et entre 17°C- 40°C pour la zone saharienne(ONM).

Les eaux superficielles constituent l'essentiel de la ressource hydrique pour l'approvisionnement en eau au Nord de l'Algérie avec une capacité de 12,5 mil-

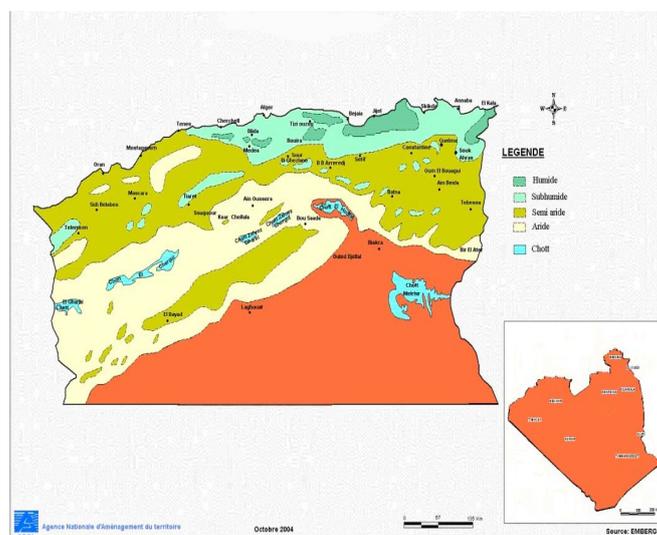


Figure 01. Carte bioclimatique de l'Algérie (source : ANAT.2004)

liards de m<sup>3</sup>/an (Mozas & Ghosn 2013). La ressource hydrique reste exclusivement pluviale marquée par l'irrégularité interannuelle et par conséquent par le déficit hydrique. En fin en régions saharienne la ressource est quasi exclusivement souterraine, provenant d'aquifères difficilement rechargeable voir non renouvelable (Complexe terminal, Continental Intercalaire). (Bouchahm nora 2011) Ces ressources en eau sont évaluées en l'Algérie à plus de 5,5 milliards de m<sup>3</sup> /an. (Mozas & Ghosn .2013). Pour palier au déficit hydrique, l'Algérie a recouru aux eaux non conventionnelles notamment les eaux de mer après dessalement particulièrement dans le Nord-ouest touchée par le manque hydrique avec une capacité totale de production de 2,1 Million m<sup>3</sup>/jour (Mozas & Ghosn. 2013). On œuvre aussi de plus en plus pour l'utilisation des eaux épurées pour certains usages.

## II.2. Méthode

Dans cette étude nous nous sommes intéressés aux taux d'incidence des principales maladies à transmission hydrique qui existe en Algérie (la fièvre typhoïde, la dysenterie, l'hépatite virale de type « A » et les toxi-infections alimentaires collectives) sur une période de 16 ans (2000- 2015) (Tab.01). Nous avons aussi étudié la répartition des MTH en Algérie et déterminer la corrélation de ces maladies avec les deux paramètres climatiques (Température et pluviosité):

## III. Résultats et interprétation

### III.1. Les maladies à transmission hydrique en Algérie

Depuis une décennie, la fièvre typhoïde, la dysenterie, l'hépatite virale de type « A » et les toxi-infections alimentaires collectives représentent les principales maladies à transmission hydrique qui existent en Algérie.

Les figures 02, 03 et 04 montrent une diminution notable de ce type de maladies (MTH) depuis une décennie. En effet, en 2000 le taux de MTH est de 33%. et en 2015 est de 25,1%. Ce groupe de maladie est dominé par les toxi-infections alimentaires collectives qui représentent (TIAC) 79,5% de l'ensemble des cas, suivi de l'hépatite virale« A » (HVA) (17,2%), la dysenterie (2,0%) et enfin la fièvre typhoïde 1,2%.

#### III.1.1. Evolution annuel des maladies à transmission hydrique en Algérie

La situation épidémiologique de la fièvre typhoïde (Fig.05) s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années. On relève un infléchissement à partir de 2002 avec une baisse plus marquée en 2010 (inférieure à 1 cas pour 100.000 habitants).

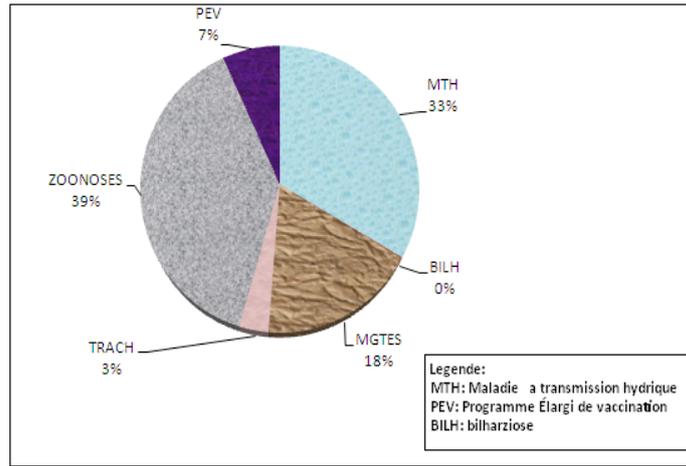
On observe la même tendance pour les dysenteries (Fig.06), et on passe de 9 cas /100000 habitant en 2000 à 1 cas/100000 en 2015.

Par ailleurs la figure (07) montre que le taux d'incidence de l'hépatite virale «A» est stable pendant cette période (2000, 2011) .toutefois en note une augmentation de 4 cas pour 100.000 hab en 2000 à 5 cas pour 100.000 habitant en 2010 après un infléchissement à 2 ou 3 cas pour 100.000 entre de ces périodes.

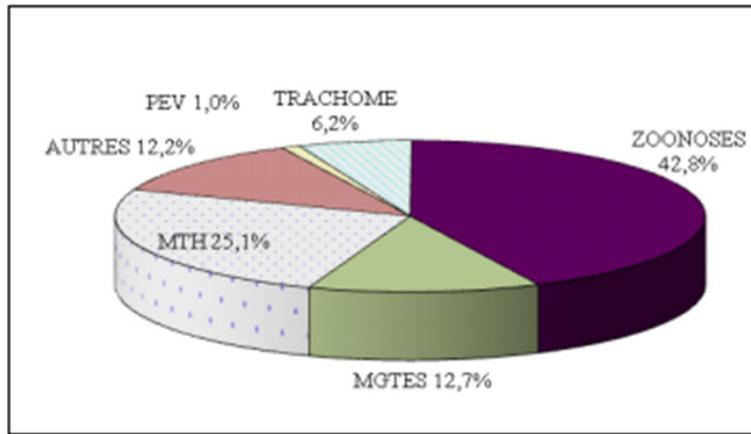
La figure 08 révèle une légère augmentation du taux d'incidence des toxi-infections alimentaires collectives qui est passé de 12,80 pour 100.000 habitants en 2000 à 15 cas pour 100.000 habitants en 2015 avec des excès comme c'est le cas de la wilaya de Chlef où il y a 148 cas d'intoxication alimentaire collective durant l'année 2007 dans différentes communes (Chenaoui.2008).

**Tableau 01.** Présentation des différentes maladies à transmission hydrique et les séries d'observation des deux paramètres climatiques (Précipitation et température) en Algérie

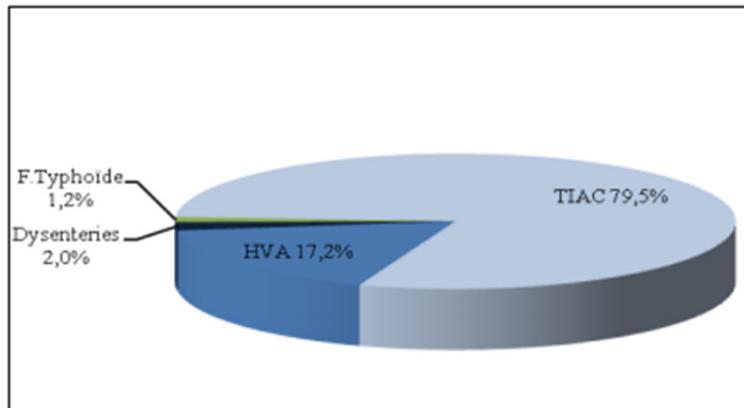
Origine des maladies	Les différents maladies	Série d'observation (MTH, Précipitation, Température)
Maladies d'origine bactérienne	- Le choléra (vibrio cholerae) ;	2000-2015
	- Les fièvres typhoïdes ;	2000-2015
Maladies d'origine virale	- Les hépatites A (virus de l'hépatite A) ;	2000-2015
Maladies d'origine alimentaire	Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)	2000-2015



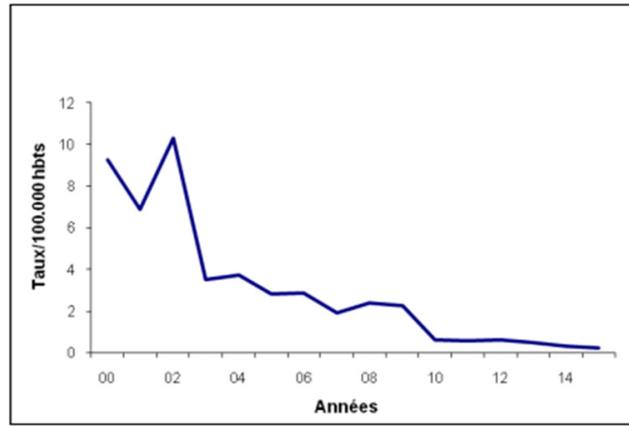
**Figure 02.** Répartition des déclarations par groupe de maladie en Algérie –Année 2000 (Source INSP.2000)



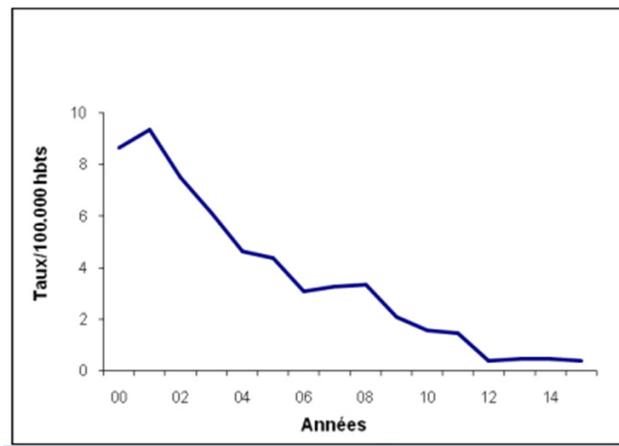
**Figure 03.** Répartition des déclarations par groupes de maladie en Algérie –Année 2015 (Source INSP.2015)



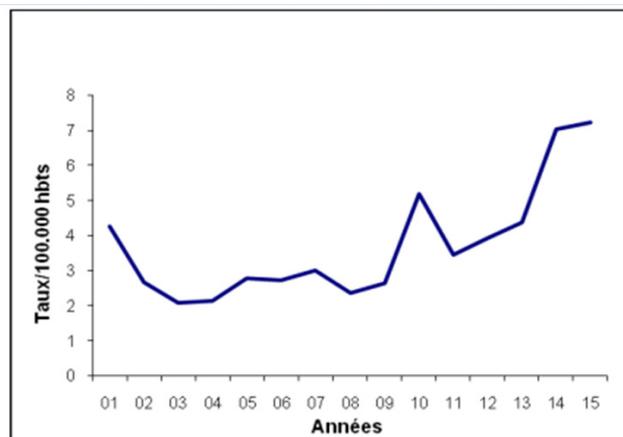
**Figure 04.** Répartition des maladies à transmission hydrique année 2015 en Algérie (Source INSP.2015)



**Figure 05.** Evolution de l'incidence annuelle de la fièvre typhoïde en Algérie (2000-2015) (Source INSP.2015)



**Figure 06.** Evolution de l'incidence annuelle des dysenteries en Algérie (2000-2015) (Source INSP.2015)



**Figure 07.** Evolution de l'incidence annuelle de l'hépatite virale « A » en Algérie (2000-2015) (Source INSP.2015)

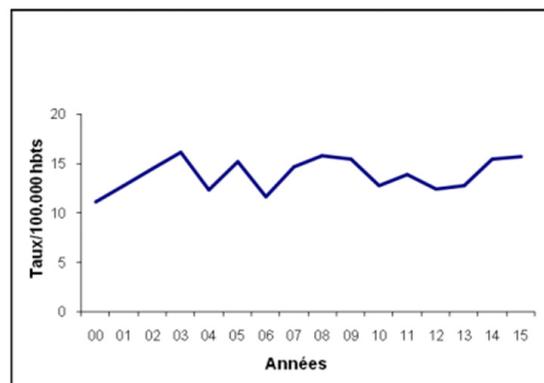


Figure 08. Evolution de l'incidence annuelle des TIAC en Algérie (2000-2015) (Source INSP.2015)

### III.1.2. Evolution mensuelle des MTH en Algérie:

Les figures (09, 10, 11,12) montrent l'évolution mensuelle des maladies à transmission hydrique et leur accroissement en fin de saison estivale avec une augmentation plus étalée dans le temps pour les toxi-infections alimentaires (TIAC).

### III.2. Répartition des MTH liée à des facteurs climatiques en Algérie

Dans cette étude 4 wilayas de différentes régions en Algérie ont été considérées pour évaluer la répartition des MTH et déterminer la corrélation de ces maladies avec les deux paramètres climatique (Température et pluviométrie):

- La wilaya d'El Tarf représente le Nord-Est Algérien.
- La wilaya d'Alger représente le Nord- Centre Algérien.
- La wilaya de Mostaghanem représente le Nord- - Ouest Algérien.
- La wilaya d'Ouargla représente le Sud Algérien.

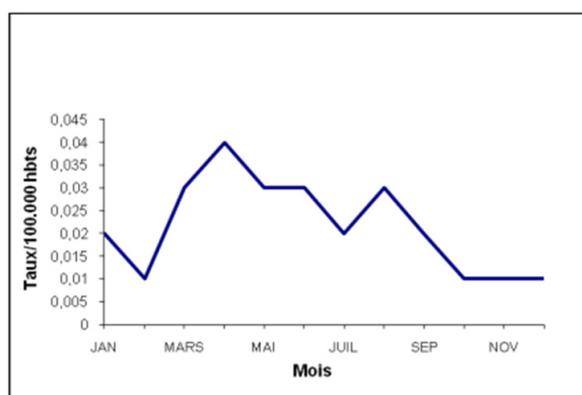


Figure 09. Incidence mensuelle de la fièvre typhoïde –Année 2015(Source INSP.2015)

#### » Effet du facteur température:

L'analyse de l'évolution des MTH en fonction de la température (Figures 13, 14 et 15) indiquent les taux les plus élevés des MTH pour la wilaya d'Ouargla caractérisés par la température moyenne annuelle qui dépasse les 25°C a qui confirme que la température affecte les processus biologiques et l'activité des microorganismes (Makoutode et al, 1999).

#### » Effet du facteur pluviométrie:

A l'allure de ces graphes (Figures 16, 17 et18), l'analyse des données montre que le nombre des cas qui sont infecté par la fièvre typhoïde, la dysenterie et l'hépatite « A » présente une corrélation négative avec la précipitation. De cela on peut dire que la pluie et le ruissèlement jouent un rôle de dégradant de la pollution des eaux par le fait de la dilution.

D'après les figures on remarque aussi malgré la présence de précipitation il y a toujours un nombre faible des cas infectés par ces maladies.

On peut donc dire que les changements climatiques caractérisés par une augmentation de la température auront des impacts négatifs en matière de maladies à transmission hydrique. Il est donc , recommandé que les efforts soient consentis en matière d'assainissement, de contrôle, de surveillance et de sensibilité afin de lutter contre ces maladies .En Algérie, en effet, les résultats dans ce domaine restent encore insuffisants (Benayada, 2011).

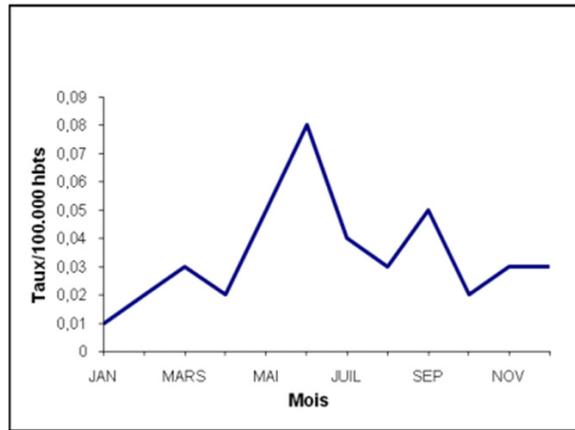


Figure 10. Incidence mensuelle des dysenteries –Année 2015 (Source INSP.2015)

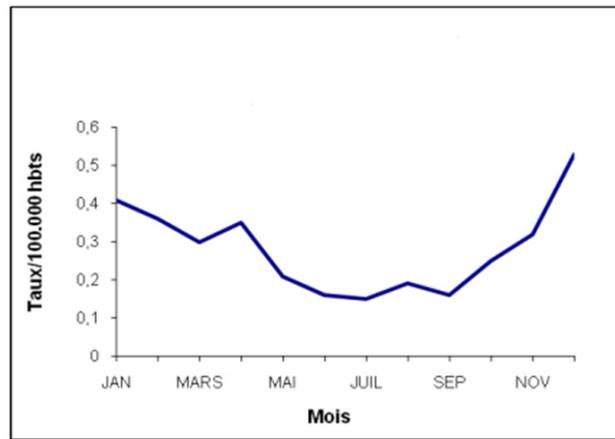


Figure 11. Incidence mensuelle de l’hypatite virale A –Année 2015 (Source INSP.2015)

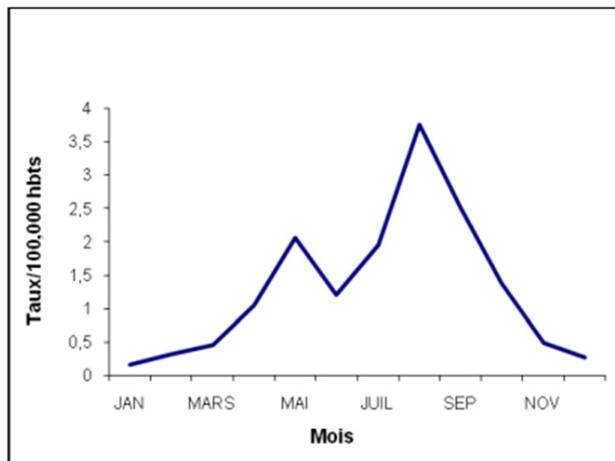


Figure 12. Incidence mensuelle des TIAC –Année 2015 (Source INSP.2015)

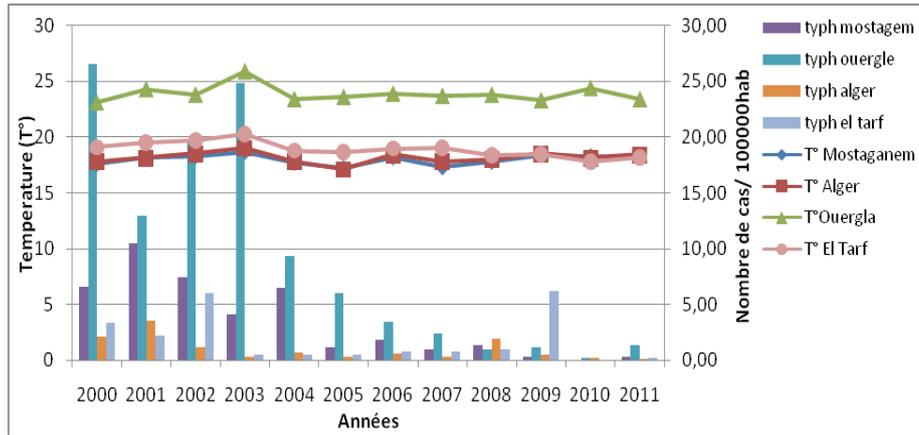


Figure 13. Relation entre la fièvre typhoïde et la température moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

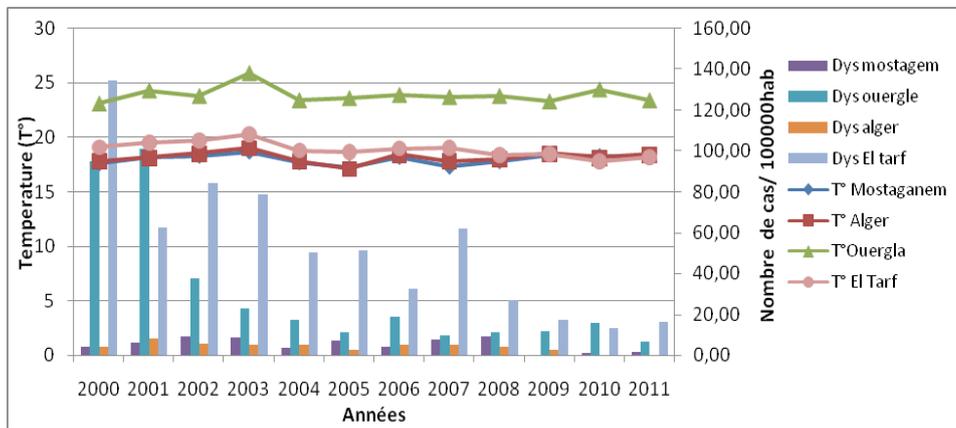


Figure 14. Relation entre la dysenterie et la température moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

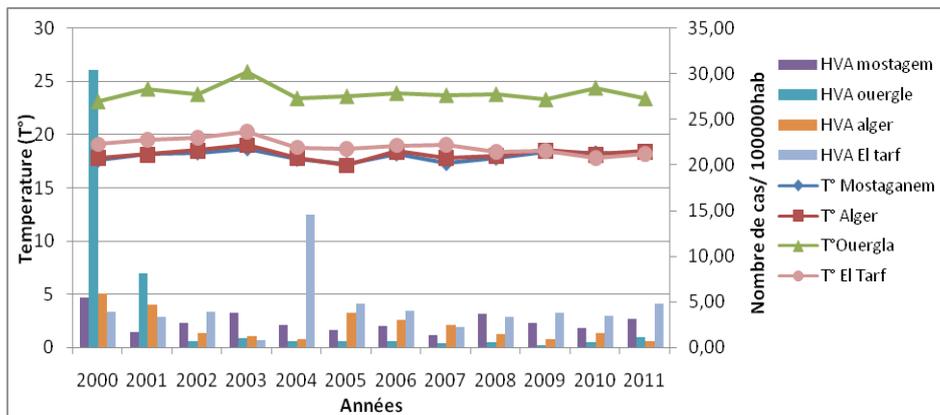


Figure 15. Relation entre l’hypatite virale « A » et la température moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

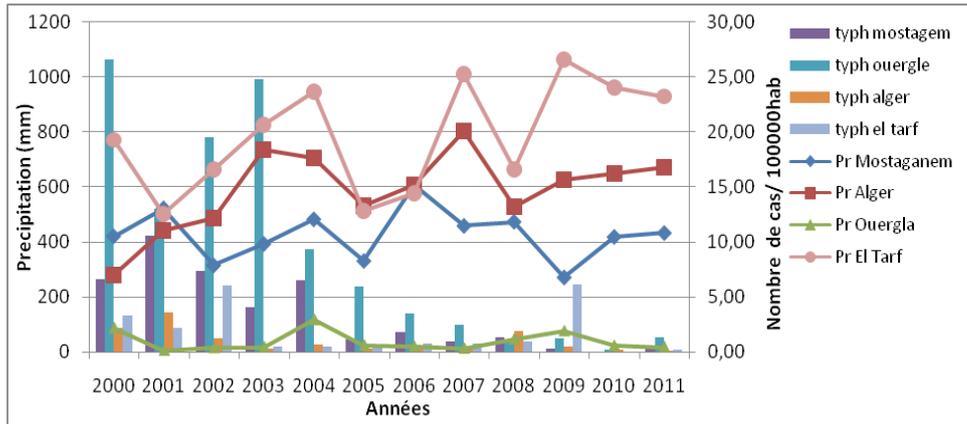


Figure 16. Rrelation entre la fièvre typhoïde et la pluviométrie moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

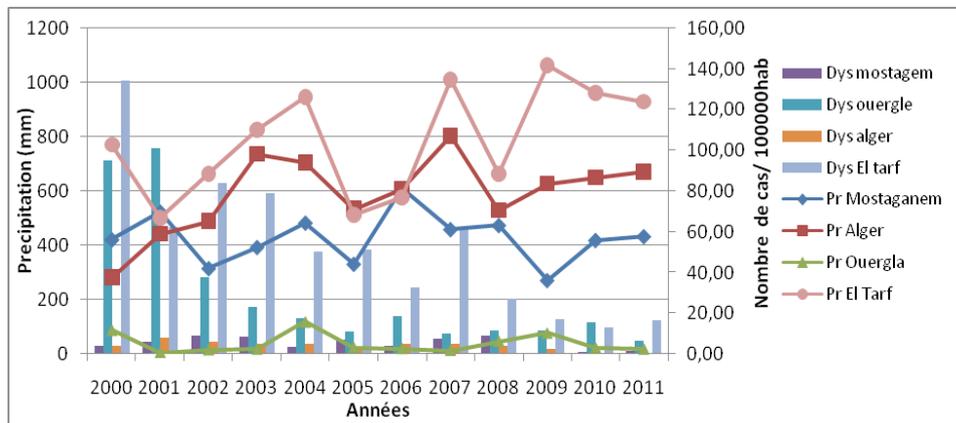


Figure 17. Relation entre la dysenterie et la pluviométrie moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

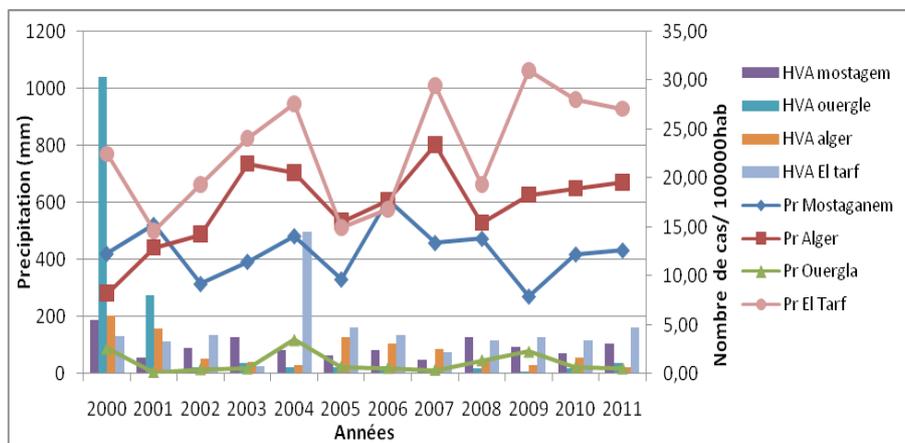


Figure 18. Relation entre l’hypatite virale « A » et la pluviométrie moyenne annuelle dans différentes régions d’Algérie

#### IV. Conclusion

Il ressort de ce travail basé l'interprétation de données d'enquêtes que l'Algérie malgré une amélioration du cadre de vie et d'hygiène de la population et les efforts des services de la santé publique reste confrontée aux maladies à transmission hydrique dont les principales sont : La fièvre typhoïde, la dysenterie et l'hypatite virale « A ».

Les causes de cette situation sont à la fois naturelles et socio-économiques ainsi que des facteurs naturels, l'étude révèle que la température constitue un paramètre prépondérant, alors que la pluviométrie montre un effet négatif avec ces maladies. Ce qui signifie un accroissement de l'incidence de ces maladies avec le réchauffement climatique. Les moyens de lutte contre ces maladies relèvent essentiellement des collectivités locales et portent sur l'assainissement, l'adduction d'eau, l'hygiène, le contrôle, la sensibilisation et la surveillance.

#### Références Bibliographiques

**AESN (2010).** Outils Pédagogiques .mediatheque. Enseignant.chap\_19.pdf

**ANAT(2004).** Agence national d'aménagement du territoire (Algérie).Octobre 2004.

**Aubry (2012).** Les maladies liées à l'eau Actualités, Docteur Bernard-Alex Gaüzère , Médecine Tropicale 7P.

**Banque mondiale (1988).** Democratic and Popular Republic of Algeria: Irrigation engineering project. Washington DC.

**Benayada (2011).** Maladies à transmission hydrique : problématique et mode de gestion, Université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.

**Bouchahm nora (2011).** Hydrogéochimie du Fluor dans les Eaux Souterraines Algériennes du Sahara Septentrional Oriental. Cas des Nappes du Complexe Terminal. These de Doctorat en sciences en Hydraulique. Université Mohamed Khider – Biskra-

**Chenaoui (2008).** Régression Des Maladies À Transmission Hydrique , Journal quotidienne de la liberté 26/05/2008.

**INSP.** Situation épidémiologique sur la base des cas déclarés à L'INSP. Problématique du secteur de l'eau et impacts liés au climat en Algérie. 07 Mars 2009.

**Laid (2010).** Dialogue National Interministériel sur le Changement Climatique, Secteur clé: Santé (Adaptation) Alger, Algérie.

**Mahi Tabet (2008).** Impacts du changement climatique sur l es agricultures et les ressources hydriques au Maghreb. Les notes d'alerte du CIHEAM N ° 48 – 4 juin 2008.

**Makoutode M., Assani A.K., Ouendo E.M., Agueh V.D., Diallo P. (1999).** Qualité et mode de Gestion de l'eau de puits en milieu rural au Benin: cas de la sous-préfecture de Grand-Popo. Médecine d'Afrique Noire, 46(11). 528-534.

**Monjou R (1997).** Les pathologies d'origine hydrique et la potabilité de l'eau, Faculté de Médecine Pitie-Salpétrière – Paris.

**Mozas & Ghosn (2013).** IPEMED, État des lieux du secteur de l'eau en Algérie, Études et analyses Octobre 2013.

**Nassopoulos (2013).** Les impacts du changement climatique sur les ressources en eaux en Méditerranée. These de doctorat de l'Université Paris-Est Champs disciplinaire : Sciences économiques.174p.

**ONM ;** Office national de la météorologie. Alger.

**Organisation mondiale de la Sante (OMS) (2007);** combattre les maladies véhiculées par l'eau a la maison ; Le réseau international pour le traitement et la bonne conservation de l'eau à domicile.36p.

**Revue de presse thématique n° 27 (2003);** Les maladies hydriques, Recherche et Gestion des savoirs RGS/AGC/SS Mars 2003.

**Salem et Jeannée Emile (1989).** Urbanisation Et Santé Dans Le Tiers Monde. Transition épidémiologique changement social et soins de santé primaires. Editions de l'ORSTOM-Paris .515p.

## RESEARCH PAPER

# Caractérisation biologique et écologique d'un poisson d'eau douce (Genre *Pseudophoxinus*) dans l'Est Algérien

## *Biological and ecological characterization of a freshwater fish (Gender *Pseudophoxinus*) in eastern Algeria*

Mehdi Marfoua, Ismail Souffi, Rachid Chaibi & Abdelkrim Sibachir

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Amar Telidji, Laghouat, Algérie

Received 19 November 2016; Revised 04 January 2017; Accepted 04 January 2017

### Résumé

Le présent travail s'intéresse à la biologie et à l'écologie d'une espèce de poisson dans un plan d'eau douce du genre *Pseudophoxinus* dans l'Est de l'Algérie (Oued MELLAH – M'sila). Les caractères métriques estimés chez les mâles et les femelles du genre *Pseudophoxinus*, tels que le nombre de rayons de la nageoire dorsale, anale et pectorale sont identiques à ceux décrits par LeBerre (1989), avec respectivement (D 10 ; A 11 et P14). En outre, les caractères métriques sont aussi identiques chez les deux sexes. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type isométrique avec 75 % des cas de régressions chez les mâles et 37,5% chez les femelles. Par ailleurs, la taille maximale enregistrée dans cette étude (7,2 cm chez les mâles et 7,4 cm chez les femelles) est de loin inférieure à celle notée au Nord de l'Algérie où l'on signale 10,7 cm (Lévêque et al, 1984 ; LeBerre, 1989). L'étude de la structure démographique du genre *Pseudophoxinus* nous a permis de ressortir 7 générations pour les femelles et 4 générations pour les mâles, ce qui explique la bonne longévité des femelles par rapport aux mâles. La période de reproduction pour ce genre est située entre les mois de Février et le mois de Mars. Une fécondité importante est remarquée chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued El Mellah (3800 œufs chez une femelle de 7,1 cm), ce qui constitue un élément positif qui peut garantir la préservation et la pérennité de cette ressource halieutique, si des mesures d'aménagement efficaces sont entreprises.

**Mots-clés:** Algérie ; Oued Mellah ; *Pseudophoxinus* ; croissance, reproduction, structure démographique.

### Abstract

*This work is a contribution to the knowledge of the biology and ecology of a species of fish fauna in freshwater framework in Eastern Algeria. Wadi Mellah (M'sila) is a freshwater which shelters the genus *Pseudophoxinus* sp (cyprinid). The morphometric study allowed us to record a maximum size of 7.4 cm in females of the genus *Pseudophoxinus* sp, The results of the demographic structure show that there is a good longevity of females compared to males. For both sexes, weight increases at the same speed with the total length. The breeding season for this genus lies between the months of February and March. High fecundity is noticed (3800 eggs in a female of 7.1 cm), which is a positive element that can guarantee the preservation and sustainability of this fishery resource if effective management measures are undertaken. *Pseudophoxinus* allowed us to reveal 7 generations for the females and 4 generations for the males, which explains the good longevity of the females in relation to the males. The breeding period for this genus is located between the months of February and the month of March. A significant fertility is noticed in the *Pseudophoxinus* kind of Oued El Mellah (3800 eggs in a female 7.1 cm), which is a positive element that can guarantee the preservation and sustainability of this fishery resource if action Efficient management are undertaken.*

**Keywords:** Algeria, wadi Mellah; *Pseudophoxinus*; growth and reproduction.

### Corresponding author

Marfoua Mehdi

E-mail: marfouamehdi@gmail.com

## Introduction

Le genre *Pseudophoxinus* (Bleeker, 1860) appartient à la famille des « cyprinidés » et représente le deuxième genre de poissons endémiques avec le genre *Barbus* dans les eaux douces Algérienne. Il se trouve dans un large éventail d'habitats et souvent co-distribué avec le genre *Barbus*. Selon Perea et al (2010), il ya 14 clades distincts dans la région méditerranéenne, dont 9 étant représentés en Anatolie. En Afrique du nord, trois espèces ont été signalées par les auteurs ; *P. punicus*, *P. callensis* et *P. chaignoni*. Certains auteurs comme (Vaillant, 1904 ; Boulenger, 1911 ; Pellegrin, 1920 ; Dieuzeide et Champagne, 1950; Colliers - Pereira, 1983) se sont appuyés sur les caractères morphométriques, y compris la couleur du corps, les nageoires et la forme des écailles. Selon certains auteurs comme ( Bertin et Esteve, 1948 ; Almaça, 1979; Kraiem, 1983; Boumaiza et Quignard, 1996) ont découvert que les paramètres méristiques montrent de larges chevauchements, et les caractères morphométriques sont trop insuffisantes pour distinguer les espèces différentes. Les études menées sur l'ichtyofaune des eaux intérieures de l'Algérie sont rares et fragmentaires. Il s'agit souvent des études anciennes telles que celle effectuée par Guichenot (1850) et Valenciennes (1858), celles de Cuvier et Valenciennes (1842), de Playfair et Letourneux (1871), de Boulenger (1911), de Cauvet (1913 et 1915). La compréhension scientifique actuelle de la vie des communautés des poissons d'eau douce dans l'Est de l'Algérie est significativement très pauvre. Ainsi, nos connaissances sur l'introduction des poissons non-indigènes dans cette région restent très mal connues notamment leurs relations avec les facteurs environnementaux qui peuvent influencer la distribution des espèces. La présente étude qui touche plusieurs aspects de la reproduction et de la croissance pour l'une des cyprinidés les plus rares en Algérie qui est le genre *Pseudophoxinus* d'oued MELLAH (M'sila).

## Matériel et Méthodes

### Site d'étude

La présente étude a été menée dans un milieu naturel (Oued permanent) situé à 100 km du chef-lieu de la wilaya de M'sila et de 14 km au Nord de la commune de Ben-Srouf. Oued Mellah appartient à l'étage bioclimatique aride. Sa profondeur va de quelques centimètres jusqu'à de 2 m. Les eaux d'Oued Mellah abritent deux espèces autochtones de la famille des cyprinidés : le genre *Pseudophoxinus* et le genre *Barbus*.

## Échantillonnage et collecte des données

Les captures des poissons sont effectuées entre novembre 2011 à mai 2012, à l'aide d'un filet verveux ayant un maillage de 10 mm. Ce filet est facile à utiliser dans les plans d'eau et les ruisseaux peu profonds.

## Relevés biométriques

Les caractères méristiques et morphométriques examinés ont été choisis en se basant sur des travaux similaires antérieurs portant sur les mensurations standards des poissons. Sur un total de 71 individus pêchés, treize caractères morphométriques sont mesurés : **Lt.** : longueur totale, **Ls.** : longueur standard, **Lcép.** : longueur céphalique, **Lpd.** : longueur pré-dorsale, **Lpa.** : longueur pré-anale, **Lpo.** : longueur pré-orbitaire, **Lpo.** : longueur poste orbitaire, **Lpp.** : longueur pré-pectorale, **Lpp.** : longueur poste pectorale, **Hc.** : hauteur du corps, **Hpc.** : hauteur pré-caudale, **Do.** : diamètre orbitaire, **Eio.** : espace inter-orbitaire. Les relevés sont effectués sur le poisson allongé sur le flanc droit. Pour les longueurs Les mensurations sont prises au centimètre. Le poids a été obtenu à l'aide d'une balance de précision (0,1 g). Les sexes ont été identifiés par l'observation macroscopique des gonades après dissection. Celles-ci ont été prélevées et pesées (0,01 g).

En outre, cinq caractères numériques sont pris en considération : le nombre des rayons de la nageoire dorsale (**NRD.**), anale (**NRA.**), pectorale (**NRP.**), caudale (**NRC.**), le nombre d'écailles sur la ligne latérale (**ELL.**). Nous avons estimé l'âge par scalimétrie (Lea, 1910), sur des écailles prises à partir du flanc gauche du corps, entre l'extrémité de la nageoire pectorale et le début de la dorsale. La lecture de l'âge a été faite par observation sous microscope optique (Grossissement 4×).

## Analyses biométriques et statistiques

Pour caractériser au mieux le changement éventuel de la morphologie au cours de la croissance du poisson, les différentes parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (**LT.**) ou de la longueur céphalique (**LC.**), ensuite les droites de régression suivies du test t sont établies.

L'allométrie désigne la croissance différentielle d'organes observée sur des longueurs et des poids mesurés sur des individus d'une population. Pour représenter les relations d'allométrie relatives aux longueurs, nous avons utilisé une équation de régression puissance en adoptant la méthode de l'axe majeur réduit,

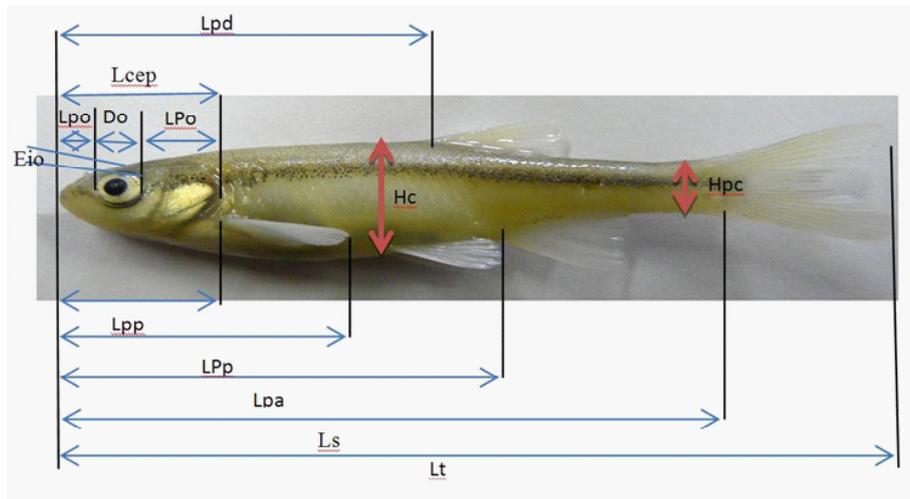


Fig. 1 - Différents paramètres morphologiques mesurés chez le genre *Pseudophoxinus*.

préconisée par :  $Y = a.Lb$  linéarisée sous la forme :

$$\text{Log}(y) = \text{log}(a) + b.\text{log}(L)$$

Les trois paramètres ( $L_\infty$ ,  $k$ ,  $t_0$ ) de l'équation de Von Bertalanffy ont été estimés en ajustant les données de longueur et d'âge observés.  $W = a.LTb$  linéarisée sous la forme :

$$\text{Log}(W) = \text{log}(a) + b.\text{log}(LT)$$

Où :  $W$ : poids corporel en g,  $LT$  : longueur de référence en mm,  $a$  : constante,  $b$  : coefficient d'allométrie.

La constante  $a$ , ou coefficient de condition, peut varier en fonction des conditions écologiques et physiologiques. Le terme  $b$  désigne le coefficient d'allométrie (coefficient de croissance) traduisant la croissance différentielle d'un caractère donné par rapport au caractère de référence. Pour une relation taille-taille,  $b$  est théoriquement égal à 1 ; pour une relation taille-poids,  $b$  est théoriquement égal à 3. Trois cas peuvent se présenter : Si  $b = b_{\text{théorique}}$ , il y a isométrie entre les deux caractères, si  $b < b_{\text{théorique}}$ , il s'agit alors d'une allométrie minorante et si  $b > b_{\text{théorique}}$ , l'allométrie est majorante .

Pour tester le type d'allométries relatives à la croissance linéaire ou pondérale, le test statistique de Student a été appliqué avec la formule suivante :

$$t_{obs} = |b^2 - b_0^2| \frac{\sqrt{n-2}}{2b_0 b \sqrt{1-r^2}}$$

Avec :  $t$  : Degré de liberté ;  $b_0$  : coefficient d'allométrie théorique égal à 1 ou à 3 ;  $b$  : coefficient d'allométrie ;  $r$  : coefficient de corrélation, la valeur recherchée par

la loi de Student ( $t$  observé). La valeur de  $t$  est comparée à celle de  $t$  théorique ( $t_{\alpha}$ ) (donnée par la Table  $t$  de Student), où  $\alpha$  représente le seuil de confiance avec un risque d'erreur de 5%. On accepte l'hypothèse lorsque :  $t \leq t_{\alpha}$ , donc la différence n'est pas significative et ( $b = 1$  ou  $b = 3$ ) et dans ce cas la croissance est de type isométrique entre les deux paramètres étudiés. On rejette l'hypothèse lorsque :  $t > t_{\alpha}$ , la différence est alors significative entre la pente et la valeur théorique, il y a donc une allométrie négative (minorante ; si  $b < 1$  pour le cas de la croissance linéaire et  $b < 3$  pour la relation taille-poids), ou positive (majorante ; si  $b > 1$  ou 3).

Une régression linéaire a été adoptée afin de mettre en évidence les éventuelles corrélations existantes entre l'âge d'une part, et les paramètres métriques, le poids corporel et sept variables méristiques, d'autre part. Les différences des moyennes des paramètres métriques entre les deux sexes ont été testées avec des analyses de la variance à un seul facteur (One-way ANOVA).

Tous les calculs des analyses univariées (moyenne, mode, valeurs minimale et maximale) et bivariées (régression linéaire, corrélation) ont été exécutées avec le logiciel MINITAB version 13.13 d'analyses et de traitements statistiques.

### Reproduction

Sex-ratio : C'est un indice qui indique la proportion des individus de chaque sexe d'une espèce donnée. Indique le pourcentage moyen de femelles ou des mâles dans un stock reproducteur. Le sex-ratio est donné par la relation appliquée par (Kara, 1997) =  $(Nf / Nm) \times 100$  où ( $Nf$ ): nombre de femelles, ( $Nm$ ): nombre de mâles.

La taille de maturité sexuelle correspond à la taille à laquelle 50 % des femelles sont mûres (L50).

L'évolution de la fécondité absolue est déterminée en fonction de la longueur totale.

La fécondité relative (Fr): Indique le nombre d'ovocytes mûrs chez une femelle par rapport au poids total de cette femelle.

Fr = nombre d'œufs dans l'ovaire / poids total de la femelle

$$Fa = \frac{\sum(\text{oeufs parovaire})}{(\text{nombre dovaire})}$$

## Résultats & discussion

### 1. Caractères méristiques

Les données acquises sur l'analyse de la formule numérique chez les deux sexes montrent que le genre *Pseudophoxinus* d'Oued Mellah est caractérisé par (tab.01) :

Pour les deux sexes, la nageoire dorsale munie de 7 à 9 rayons avec un mode 9, la nageoire caudale possède entre 22 à 26 rayons où la valeur modale est égale à 26. Néanmoins la nageoire pectorale chez les mâles est munie 10 à 14 et de 10 à 13 pour les femelles, les valeurs modales sont respectivement 10 et 12. Ce qui concerne la nageoire anale ; les deux sexes présentent des valeurs extrême entre 7 et 11 et un mode de 9. Le nombre d'écailles disposées sur la ligne latérale varie entre 32 et 45 écailles avec un mode 42 chez les mâles et un mode égal à 45 chez les femelles. La formule méristique et comme suivant :

**D7-9, A7-11, C22-26, P10-14, LL32-45**

### 2. Dimorphisme sexuel et croissance linéaire relative

Sur les 16 paramètres morphométriques mesurés, 7 paramètres révèlent un dimorphisme sexuel évident. Ce dernier est surtout exprimé par une longueur totale plus élevée chez les femelles (maximum de 7,4 cm et moyenne de  $6,46 \pm 0,94$  cm) que chez les mâles (maximum de 7,2 cm et moyenne de  $6,12 \pm 1,08$  cm). Les plus petites tailles enregistrées chez les mâles et chez les femelles sont respectivement de 4,5cm et de 4,6cm. Les régressions établies pour les différents paramètres mesurés en relation avec la longueur totale et/ou la longueur céphalique sont représentées principalement par une croissance de type isométrique avec 75 % des régressions chez les mâles et 37,5% chez les femelles. Toutes les allométries majorantes sont détectées chez les femelles par rapport à la longueur céphalique, avec la longueur pré-orbitale (P-O) (tobs = 0,247), et avec l'espace inter-orbitale (Eio) (tobs = 2,363). Toutes les allométries minorantes (tobs = 2,376) sont enregistrées par rapport à la longueur totale, avec LT, LPP, Lpp, Lpa, Hpc, P-O et DO (Tableau 2).

### Relation taille poids

Les expressions mathématiques de la relation taille-poids calculés pour le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en cm. Les coefficients de corrélation pour les mâles et les femelles sont respectivement de 0,927 et 0,937, ce qui signifie une forte corrélation. Les mâles et les femelles ont des valeurs respectives de tobs égales à 0,782 et 0,692 et qui sont inférieures aux valeurs théoriques respectives à la table « t » de STUDENT avec «  $t_{1-\alpha/2} = 2,101$  et «  $t_{1-\alpha/2} = 2,047$ . Dans ce cas, on accepte l'hypothèse nulle au niveau d'un seuil de

**Tableau 1** : Formules numériques des différents aspects morphologiques chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah (Min : minimale ; Max : maximale ; Moy : moyenne ; N : effectif)

Caractères morphométriques	Mâles (N = 20)			Femelles (N = 24)		
	Min	Max	Moy ± SD	Min	Max	Moy ± SD
Nombre de rayons de la nageoire caudale	22	26	24 ± 2	22	26	24 ± 2
Nombre de rayons de la nageoire anale	7	11	9 ± 2	7	11	9 ± 2
Nombre de rayons de la nageoire dorsale	7	9	8 ± 1	7	9	8 ± 1
Nombre de rayons de la nageoire pectorale	10	14	12 ± 2	10	13	11,5 ± 1,5
Écailles disposées sur la ligne latérale	33	45	39 ± 6	32	45	38,5 ± 6,5

**Tableau 2:** Coefficient d'allométrie et équations de régression des différents caractères métriques mesurés en fonction de la longueur totale ou de la longueur céphalique chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah

Fonction	sexe	Equation d'allométrie	r <sup>2</sup>	tobs	Signification
LS = f (Lt)	F	LS = - 0,0815 + 0,980 LogLt	0,924	0,351	Isométrie
	M	LS = - 0,136 + 1,05 LogLt	0,974	0,906	Isométrie
Lpd = f (Lt)	F	Lpd = - 0,260 + 0,910LogLt	0,788	0,964	Isométrie
	M	Lpd = - 0,229 + 0,884LogLt	0,556	0,786	Isométrie
Hpc=f(Lt)	F	Hpc = - 0,869 + 0,728LogLt	0,23	1,719	Isométrie
	M	Hpc = - 1,30 + 1,28LogLt	0,35	1,315	Isométrie
Eio = f (Lt)	F	LogEio = - 0,966 + 0,811 LogLt	0,164	1,080	Isométrie
	M	LogEio = -0,922 + 0,700 LogLt	0,158	1,69	Isométrie
DO=f (LC)	F	DO = - 0,589 + 0,796LogLcep	0,379	1,254	Isométrie
	M	DO = - 0,591 + 1,21LogLcep	0,719	1,538	Isométrie
P-O=f(LC)	F	LogLPo = - 0,313 + 0,787 LogLcep	0,619	1,845	Isométrie
	M	LogLPo = - 0,339 + 0,871LogLcep	0,792	1,024	Isométrie
LC = f (Lt)	F	LogLC = - 0,217 + 0,385 LogLt	0,262	6,045	Minorante
	M	LogLC = - 0,520 + 0,761 LogLt	0,438	1,566	Isométrie
LPp=f (Lt)	F	LogLPp = 0,0424 + 0,382LogLt	0,337	6,451	Minorante
	M	LogLPp = - 0,219 + 0,698 LogLt	0,627	2,56	Minorante
Lpp= f (Lt)	F	LogLpp = - 0,195 + 0,415 LogLt	0,347	5,791	Minorante
	M	LogLpp = - 0,422 + 0,688 LogLt	0,492	2,28	Minorante
LPa= f (Lt)	F	LogLpa = - 0,0978 + 0,787LogLt	0,74	2,237	Minorante
	M	LogLpa = -0,262 + 1,01 LogLt	0,53	0,062	Isométrie
HC = f (Lt)	F	HC = - 0,457 + 0,722LogLt	0,558	2,344	Minorante
	M	HC = - 0,621 + 0,904LogLt	0,479	0,592	Isométrie
P-O= f (Lt)	F	P-O = - 0,617 + 0,468 LogLt	0,387	5,014	Minorante
	M	P-O = -0,641 + 0,470 LogLt	0,174	3,889	Minorante
PO = f (Lt)	F	LogLpo = - 0,784 + 0,410 LogLt	0,081	4,937	Minorante
	M	LogLpo = -1,31 + 1,06 LogLt	0,437	0,441	Isométrie
DO = f (Lt)	F	LogDo = - 0,667 + 0,189 LogLt	0,038	12,216	Minorante
	M	LogDo = -1,29 + 1,01 LogLt	0,378	0,054	Isométrie
PO =f (LC)	F	LogLpo = - 0,600 + 1,57 LogLC	0,669	0,247	Majorante
	M	LogLpo = - 0,558 + 1,04LogLC	0,548	1,025	Isométrie
Eio=f (LC)	F	LogEio = - 0,451 + 1,50 LogLC	0,318	2,363	Majorante
	M	logEio = - 0,430 + 0,745 log LC	0,236	1,452	Isométrie

signification  $\alpha=0,05$  ce qui rend cette relation qui relie le poids à la taille, de type isométrique c'est-à-dire le poids évolue à la même vitesse que la longueur totale du corps (Fig.2)

#### 4. Age et croissance

L'estimation de cette relation âge-croissance par la méthode scalimétrique a permis de définir quatre groupes d'âge dans la population totale. La croissance linéaire relative est très rapide durant la première année chez les deux sexes. Le taux annuel de la croissance diminue ensuite progressivement, surtout à partir de la troisième année. Une très forte corré-

lation est également notée entre l'âge et le poids chez les mâles (Fig. 3).

Le test ANOVA de la variation des différents caractères métriques en fonction de l'âge, montre qu'au niveau d'un seuil de signification ( $p < 0,05$ ). Dans 76,93% des cas, la croissance est étroitement liée avec l'âge chez les deux sexes. En revanche, dans le cas des caractères méristiques, le test a montré que tous ces caractères ne sont pas corrélés avec l'âge ; c'est-à-dire que leurs valeurs restent fixes dès la formation de l'organe (Tableau.3). Néanmoins, nous notons une corrélation positive entre le nombre d'œufs estimé dans l'ovaire et l'âge ; c'est-à-dire que le

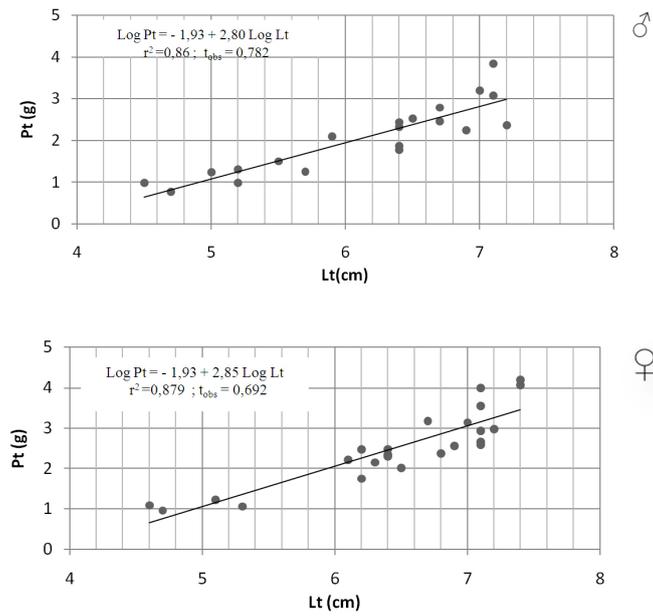


Figure 2: Relation taille-poids chez le genre Pseudophoxinus de l’Oued Mellah

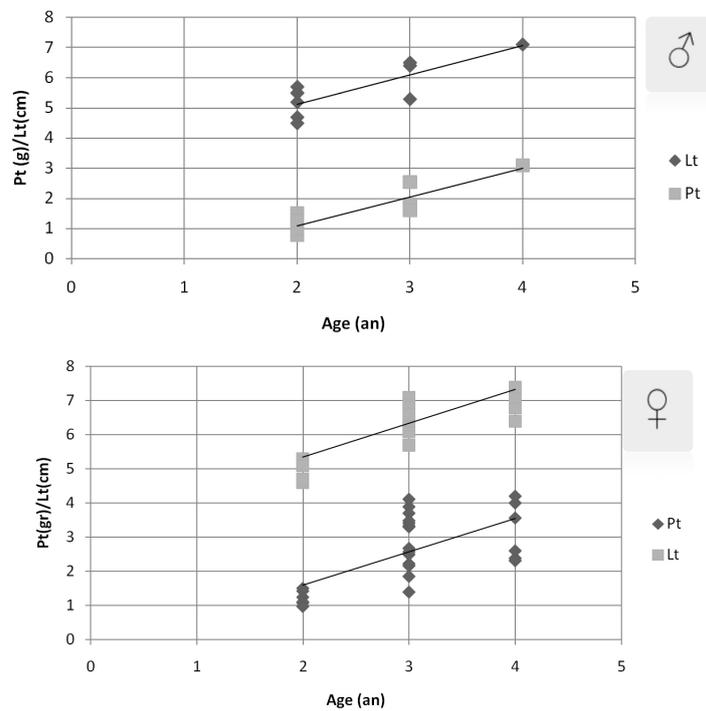
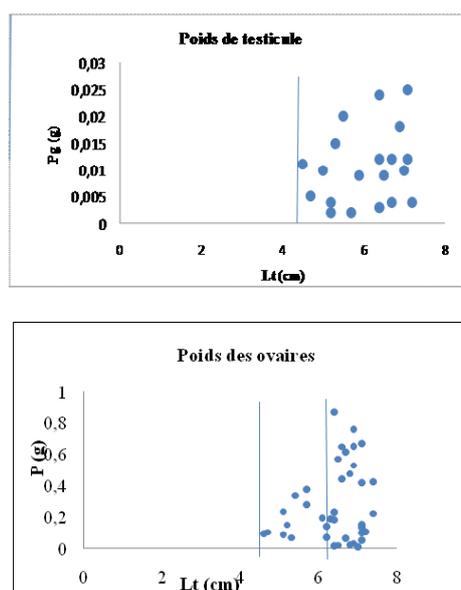


Figure 3 : Courbe théorique de la croissance linéaire et pondérale du genre Pseudophoxinus de l’Oued Mellah

**Tableau 3.** Résultats de la corrélation de Pearson (r) et l'analyse de variance (ANOVA : F et P values) appliqués aux variations des paramètres biométriques mesurés chez les mâles et les femelles de *Pseudophoxinus* de l'Oued Mellah

Variables	Mâles			Femelles		
	r	F	p	r	F	p
W	0,799	15,24	< 0,0001	0,806	19,71	< 0,0001
LT	0,839	20,65	< 0,0001	0,901	50,00	< 0,0001
LS	0,859	24,26	< 0,0001	0,879	37,30	< 0,0001
LC	0,516	3,80	0,043	0,515	4,16	0,030
LPp	0,724	9,51	0,002	0,487	5,42	0,013
Lpp	0,648	9,41	0,002	0,526	4,04	0,033
DO	0,431	2,66	0,099	0,353	2,28	0,127
PO	0,656	6,46	0,008	0,220	0,78	0,469
P-O	0,201	0,91	0,422	0,575	5,22	0,014
Lpa	0,631	6,39	0,009	0,626	7,05	0,005
Lpd	0,590	5,05	0,019	0,761	14,62	< 0,0001
HC	0,702	8,67	0,003	0,580	5,38	0,013
HPc	0,345	1,19	0,328	0,422	2,32	0,123
ELL	0,082	0,16	0,852	0,202	2,65	0,094
NRD	-0,037	0,28	0,757	0,443	2,62	0,096
NRC	-0,211	3,19	0,067	0,058	0,15	0,861
NRP	0,334	1,13	0,348	-0,169	0,35	0,709
NRA	-0,095	0,08	0,923	0,193	0,41	0,666
EIO	0,354	1,5	0,251	0,435	2,45	0,111
N.Ouefs				0,483	3,82	0,038



**Figure 4:** Fréquences des individus matures en fonction de la longueur totale chez les mâles et les femelles et du genre *Pseudophoxinus* d'Oued Mellah

I : Juvéniles, II : Phase intermédiaire, III : Adultes

nombre d'œufs élaborés par une femelle âgée de (n années) est remarquable par rapport à celui perdu par une autre âgée de (n-1 année).

## 5. Reproduction

### 5.1. Taille à la première maturité sexuelle

La population de l'Oued Mellah est caractérisée par des mâles qui atteignent leur première taille de maturité sexuelle à une longueur plus précoce que les femelles ; les tailles sont respectivement de 4,5 cm et de 4,6 cm. Cette relation est marquée par trois événements (Fig.4) :

1. L'absence de la phase juvénile chez les deux sexes.
2. 2ème phase qui regroupe les individus qui ont un intervalle des tailles de 4,5 cm à 5,4 cm chez les mâles et 4,6 cm à 6,2 cm chez les femelles. Cet intervalle de taille regroupe des espèces qui se reproduisent pour la première fois.
3. Une phase située au-delà de 5,9 cm de la longueur totale chez les mâles et 6,2 cm chez les femelles, comprenant tous les individus adultes et murs.

### 5.3. Fécondité

Les valeurs de la fécondité absolue et celle de la fécondité relative varient d'une femelle à une autre. D'une valeur d'environ 320 œufs chez une femelle de 6,4 cm de longueur et 2,35 g du poids corporelle, la fécondité absolue passe à presque 3800 œufs chez une femelle de 7,1 cm de longueur et 3,35g du poids total. L'analyse de la corrélation montre que la longueur totale et le poids total n'ont aucuns effets sur le nombre d'œufs, ceci est révélé par le test de la corrélation qui indique l'absence de toute forme de corrélation entre les valeurs de la fécondité absolue et les valeurs de la fécondité relative.

**Tableau 05** : relation entre le nombre des œufs des femelles de *Pseudophoxinus* avec le poids et la taille totale

Corrélation	r	p	Signification
Nbr d'œuf = f(Lt)	0.081	0.62	N.S
Nbr d'œuf = f(Pt)	0.114	0.48	

Krupp et Schneider (1989), ont montrés que la période de reproduction chez le genre *Pseudophoxinus* entre les mois de février et mai. Néanmoins la reproduction elle est un peu précoce et entre Janvier et Mars chez *Pseudophoxinus kervillei* (Kottelat et Freyof, 2007).

L'augmentation du poids des ovaires pendant toute la période d'étude coïncide avec la stabilité du poids de foie (bien qu'elle soit très faible par rapport à celle du RGS).

Bougi (1952), indique que chez Téléostéens la reproduction constitue le facteur essentiel agissant sur les variations pondérables du foie et par la suite conditionne le RGS

### 4.2.3. Conclusion :

L'étude de la structure démographique du genre *Pseudophoxinus* nous a permis de ressortir 7 générations pour les femelles et 4 générations pour les males, ce qui explique la bonne longévité des femelles par rapport aux mâles. Concernant l'aspect morphologique est basée sur 4 caractères numériques et 9 paramètres métriques montre que chez les deux sexes le nombre de rayon de différentes nageoires considérées (dorsales, caudales) ainsi que le nombre des écailles disposées sur la ligne latérale et le nombre de branchiospines est relativement stable. Donc on ne peut pas parler d'un dimorphisme sexuel chez ce genre. Il faut dire aussi que chez les deux sexes, la majorité des organes évoluent en même rythme avec la longueur totale ou la longueur céphalique qui suit une croissance isométrique. Dans la relation entre la longueur totale et le poids total, chez les deux sexes, le poids augmente moins vite que la longueur totale. La période de reproduction pour ce genre est située entre les mois de février et de mai. Une fécondité importante est remarquée chez le genre *Pseudophoxinus* de l'Oued el Mellah, ce qui constitue un élément positif qui peut garantir la préservation et la pérennité de cette ressource halieutique, si des mesures d'aménagement efficaces sont entreprises.

## Références bibliographiques

- Bacha M.R Amara. 2007.** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. Cybium, 31: 351–358.
- Bent J. Muus., Preben Dahstrom.2003.** Guide des poissons d'eau douce et de pêche. 2ème éd. Paris, 2003. 224 p. ISBN : 2-603-01289-4
- Bougis P. 1952.** Recherches biométriques sur les rougets (*MullusBarbatus L.* et *Mullus surmuletus L.*). Arch. Zool. Exp. Gen. 89. 59-174p.
- Boulenger GA .1911.** Catalogue of the fresh water fishes of Africa in the British Museum London. 2:529 p .

**Bruslé J., Quignard J.P. 2004.** Biologie des poissons d'eau douce européens. Ed. TEC & DEC, Paris. 625p. canadien pour l'évaluation des stocks.

**Cauvet G. (1913)** - Les poisons du Sahara algérien. Bull Soc Géogr. Alger 4

Cuvier G, Valenciennes. 1842. Histoire naturelle des poissons. P. Bertrand Paris 16:1828–1850

**Guichenot. 1850.** Exploration Scientifique de l'Algérie: Pendant les Années 1840, 1841, 1842. Sciences Physiques. Histoire Naturelle des Reptiles et des Poissons

**Kara H.M. 2011.** Freshwater fish diversity in Algeria with emphasis on alien species. Eur J Wildl Res. DOI:10.1007/s10344-011-0570-6.

**Kara M.H. 1997.** Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrarchus labrax* (poisson Moronidé) du Golfe d'Annaba. Cah. Biol. Mar. 38: 161-168p.

**Krupp F. and W. Schneider 1989.** The fishes of the Jordan River drainage basin and Azraq Oasis. p. 347-416. In Fauna of Saudi Arabia. vol. 10.

**Kottelat, M. and J. Freyhof, 2007.** Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin. 646 pp.

**Le Berre M. (eds). 1989.** Faune du Sahara – I : Poissons, Amphibiens, Reptiles. Ed. Lechevalier-Chabaud, Paris, 332 p.

**Leveque C. & Daget J., (1984)** - Cyprinidae. p.217 – 342. In J.-P. Go: D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds) Check-list of the freshwater fishes Tervuren. Vol. 1.

**Pellegrin J. 1921.** Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord française. Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara. Mém. Soc. Sci. nat. Maroc, 1, 2: 1–216.

**Valenciennes A. 1858.** Note sur quelques poissons d'Algérie, *Glyphisodon zillii* Val. Et *Telliaapoda*. Comptes Rendus Académie de Sciences, 46: 711–715

## RESEARCH PAPER

# Réponse nutritionnelle de trois variétés d'orge à la qualité de l'eau d'irrigation et à la fertilisation azotée

## *Nutritional response of three barley varieties to the quality of irrigation water and nitrogen fertilization*

Y. Abdelhafid, MZ. Rechachi, T. Otmane, H. Rouahna et A. Halitim

Division ressources en sols, Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les régions Arides, CRSTRA, Biskra

Received 7 November 2016; Revised 27 December 2016; Accepted 28 December 2016

### Résumé

Cette expérimentation traite de l'effet de la qualité de l'eau d'irrigation et la fertilisation azotée sur la solution du sol et leurs conséquences sur la production et la composition minérale de la biomasse aérienne chez trois variétés d'orge (Baldia, Saida, Tichedrett). Les résultats obtenus ont montré que l'eau de forage (plus salée CE=4.7mS/cm) augmente la concentration ionique dans la solution du sol surtout pour le Sodium et le Chlore comparativement à celle du barrage (CE=2.2 mS/cm). La production de la matière sèche et la consommation en eau sont élevées en présence de l'eau de barrage chez la variété Baldia ensuite Tichedrett et Saida. En revanche elles sont réduites chez la variété Baldia avec l'eau de forage par rapport à celle de Barrage où elles sont respectivement de 12.5% et de 39%. Cet effet de stress salin est observé pour les trois variétés d'orge testées. Alors qu'en présence de l'eau de forage c'est la variété Saida qui est la plus performante suivie par Baldia et Tichedrett. La variété Saida est la plus tolérante, car elle a la plus faible teneur en Na<sup>+</sup> avec l'eau de forage, ce qui indique qu'elle est de type « excluders ». La variété Baldia présente les caractéristiques ionique des plantes « includes », elle a la teneur la plus élevée en Na<sup>+</sup> dans sa partie aérienne. La variété Tichedrett tient une place intermédiaire entre Baldia et Saida, ceci indique que cette variété a une certaine tolérance au sodium mais pas aussi importante que Baldia. Les données font ressortir que la fertilisation azotée sous forme aminée (Urée 46%), et dans les conditions de l'essai ne montrent aucune influence significative sur les paramètres mesurés (MS, Ca, Mg, Na, K et P) entre les deux eaux d'irrigation utilisées. Cette constatation pourrait s'expliquer par une faible différence de salinité entre ces dernières.

**Mots-clés:** Qualité d'eau, Orge, Salinité, Azote, Réponse.

### Abstract

*This experiment deals with the effect of water quality irrigation and nitrogen fertilization on the soil solution and their consequences on the production and mineral composition of aerial biomass in three varieties of barley (Baldia, Saida, Tichedrett). The results obtained showed that the drilling water (more saline CE = 4.7mS / cm) increases the ionic concentration in the soil solution, especially for Sodium and Chlorine compared to that of the dam (EC = 2.2 mS / cm). The production of the dry matter and the water consumption are high in the presence of the dam water in the variety Baldia then Tichedrett and Saida. On the other hand, they are reduced in the Baldia variety with drilling water compared to that of Dam, where they are respectively 12.5% and 39%. This effect of salt stress is observed for the three varieties of barley tested. While in the presence of drilling water it is the Saida variety that is the most effective followed by Baldia and Tichedrett. The Saida variety is the most tolerant because it has the lowest Na + content with the drilling water, indicating that it is of the «excluders» type. The Baldia variety has the ionic characteristics of the plants «comprers», it has the highest Na + content in its aerial part. The variety Tichedrett holds an intermediate place between Baldia and Saida, this indicates that this variety has a certain tolerance to sodium but not as important as Baldia.*

*The data show that nitrogen fertilization in amine form (Urea 46%) and under the test conditions showed no significant influence on the measured parameters (MS, Ca, Mg, Na, K and P) between the two used irrigation water. This results could be explained by a small difference in salinity between the water.*

**Keywords:** Water quality, Barley, Salinity, Nitrogen, Response.

### Corresponding author

Youcef Abdelhafid

E-mail: abdelhafidyoucef@yahoo.fr

## 1. INTRODUCTION

En Algérie, l'orge est classée la deuxième céréale après le blé dur (Tellah, 2005). C'est une espèce réputée pour sa tolérance à la salinité et pour sa large adaptation aux environnements de culture difficiles tels que les régions arides. En effet, dans ces dernières l'eau d'irrigation, à cause de sa forte concentration en sels, a un impact négatif sur le développement et la productivité des cultures, mais diffère selon plusieurs paramètres (caractéristiques des sols, types de sels, nature des plantes et stade physiologique (Daoud et Halitim, 1994). Parmi les voies et les moyens permettant de lutter contre la salinité des eaux et des sols il est fait souvent appel à la sélection des espèces et variétés adaptées à ces conditions (Bennaceur et al, 2001) d'une part et à la maîtrise du couple irrigation drainage et à l'amélioration du potentiel nutritif du sol et notamment azoté d'autre part.

Dans cette perspective, nous avons étudié la réponse de trois variétés d'orge aux effets liés à la qualité de l'eau d'irrigation et à la fertilisation azotée. Pour cela, deux sources d'eau ont été utilisées pour l'irrigation, une d'origine superficielle peu salée (barrage de Fontaine des Gazelles- Wilaya de Biskra), la seconde d'origine souterraine, salée (forage de la nappe Mio-Pliocène de la station expérimentale de l'ITDAS (El Outaya). La fertilisation azotée a consisté en des apports d'engrais azoté aminé sous forme d'urée 46%. Cette expérience a été effectuée au niveau de la station du CRSTRA située dans la Plaine d'El Outaya (Wilaya de Biskra) durant l'année 2011 (janvier-juin 2011).

L'objectif de ce travail est de chercher parmi les trois variétés qui sont cultivées dans la région celle qui présente une meilleure adaptation aux conditions locales liées principalement à la qualité de l'eau d'irrigation.

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Matériels végétal

L'essai a porté sur trois variétés d'orge dont deux sont homologuées, Saida183 et Tichedrett et une variété locale Baldia.

### 2.2. Conditions de culture

L'essai a été mené durant l'année 2011-2012 sous des conditions semi contrôlées. Le semis a été réalisé

dans des pots en plastique de 5 litres de capacité et pourvus d'un orifice à la base, pour évacuer l'excès d'eau de drainage. Le sol utilisé est celui d'une parcelle de la station expérimentale du CRSTRA située à El-Outaya (Tableau 1). Les échantillons du sol sont prélevés sur une profondeur de 30cm.

La culture d'orge a été conduite sous arrosage optimal. Les traitements azotés sont appliqués au stade semis par ajout de l'Urée 46%. Il s'agit des doses T1=1, correspond à un apport pour un rendement de 30 qx/ha, T2=1.5 pour un rendement de 45 qx/ha et T0 sans apport. Les eaux utilisées pour l'irrigation sont celle du barrage de Fontaine des Gazelles qui est destinée à l'irrigation du périmètre irrigué d'El-Outaya et celle de forage de la station expérimentale de l'ITDAS (Tableau 2).

### 2.3. Dispositif expérimental

Il s'agit d'un essai factoriel combinant les trois variétés d'orge aux deux sources d'eau et trois doses d'engrais. Le dispositif expérimental adopté est aléatoire à deux blocs avec répétitions. Les variétés sont irriguées avec l'eau de barrage dans le premier bloc et celle de forage dans le deuxième.

**Tableau 1:** Quelques paramètres physiques et chimiques du sol (0 à 30cm).

Paramètres	Résultats
H% (pF 2.5)	36.9
H% (pF 4.2)	15.9
Granulométrie (%)	
Argile	33
Limon	58.5
Sable	8.5
CaCO3Total (%)	45.8
Gypse(%)	traces
Solution du sol	
pH (1/2.5)	7.4
CE (1/5) (dS/m)	1.7
Cations (még/l)	
Na+	10.4
K+	0.1
Ca++	16.63
Mg++	18.83
Anions (még/l)	
Cl-	18
SO4--	17.41
HCO3-	5.2

## 2.4. Paramètres mesurés

### 2.4.1. La solution du sol

Une analyse du bilan ionique de la solution du sol est effectuée après la récolte. Il s'agit des ions de sodium ( $\text{Na}^+$ ) et potassium ( $\text{K}^+$ ) déterminées au moyen d'un photomètre à flamme et calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) déterminés par complexométrie. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) sont dosés par titration.

### 2.4.2. La biomasse végétative aérienne

Cet essai a pour but de mettre en évidence le comportement de la biomasse du système aérien des différentes variétés d'orge avec les différents traitements.

**Tableau 2 :** Analyse chimique des eaux utilisées pour l'irrigation.

Paramètres	Barrage	Forage
CE (dS/m)	2.2	4.7
pH	7.3	7.8
Cations (méq/l)		
Na <sup>+</sup>	9.85	29.15
K <sup>+</sup>	0.37	0.36
Ca <sup>++</sup>	10.2	11.6
Mg <sup>++</sup>	7.1	15.7
Anions (méq/l)		
Cl <sup>-</sup>	9	29
SO <sub>4</sub> <sup>—</sup>	15.45	24
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.42	2.3
SAR	3.3	7.9

**Tableau 3:** Volumes d'eau (en l) consommés par les trois variétés d'orge.

Eaux	Baldia	Tichedrett	Saida
Barrage	20.2	19.2	19.5
Forage	17.7	17.8	17.5

**Tableau 4 :** Résultats de l'analyse de la variance de l'effet des trois facteurs (variété d'orge, qualité d'eau et traitement azoté) sur la solution du sol.

Facteurs	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Cl <sup>-</sup>
Variété (V)	0.322	0.024*	0.055	0.498	0.170
Eau (C)	0.043*	0.273	0.367	0.265	0.134
Azote (T)	0.405	0.022*	0.581	0.556	0.641
V.C	0.806	0.016*	0.042*	0.859	0.355
V.T	0.570	0.132	0.123	0.842	0.581
C.T	0.476	0.312	0.279	0.284	0.288
V.C.T	0.145	0.164	0.243	0.274	0.424

\*\* : Effet significatif au seuil de 1% ; \*\*\* : effet significatif au seuil de 0.1% ; \* effet significatif au seuil de 5% ; Les chiffres correspondent aux valeurs du P. V.C : variété.eau, V.T : variété. azote C.T : eau. azote V.C.T : variété.eau .azote

On détermine la masse végétative aérienne par la quantification de la matière sèche par peser du poids qui est déterminée après séchage à l'étuve, broyage et enfin leur mise en analyse.

La composition chimique de la matière sèche de la plante a porté uniquement sur la partie aérienne à l'arrêt de la culture. Les parties aériennes sont préalablement desséchées pendant 48 heures à 80 ° C et mis dans des piluliers contenant 25 ml d'acide nitrique (0.1 N) (Cottenie et al, 1982). Les différents dosages ont été effectués sur le filtrat de l'extraction acide à froid. Les cations  $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$  sont déterminés par photomètre à flamme et  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  par complexométrie. La détermination du phosphore est faite par colorimétrie.

## 2.5. Analyse statistique

Les données ont été soumises à une analyse de la variance selon la procédure ANOVA afin de déterminer l'effet des facteurs retenus sur la solution du sol, la production de la biomasse aérienne (MSA) et sa variabilité minérale. Il est procédé à des analyses de la variance et à la comparaison des moyennes à l'aide du test de Fisher à  $\alpha = 5\%$  à l'aide du logiciel Statistica version 8.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Qualité des eaux d'irrigation

Les résultats d'analyse des eaux utilisées pour l'irrigation (Tableau 2), montrent que celles-ci sont très fortement salées (Daoud et Halitim, 1994) avec un risque de sodicité faible pour l'eau de barrage et moyen pour celle de forage USSL (1954). Ces eaux présentent donc, une qualité moyenne à médiocre et à utiliser avec précaution dans les sols lourds, nécessitant un drainage avec des doses de lessivage.

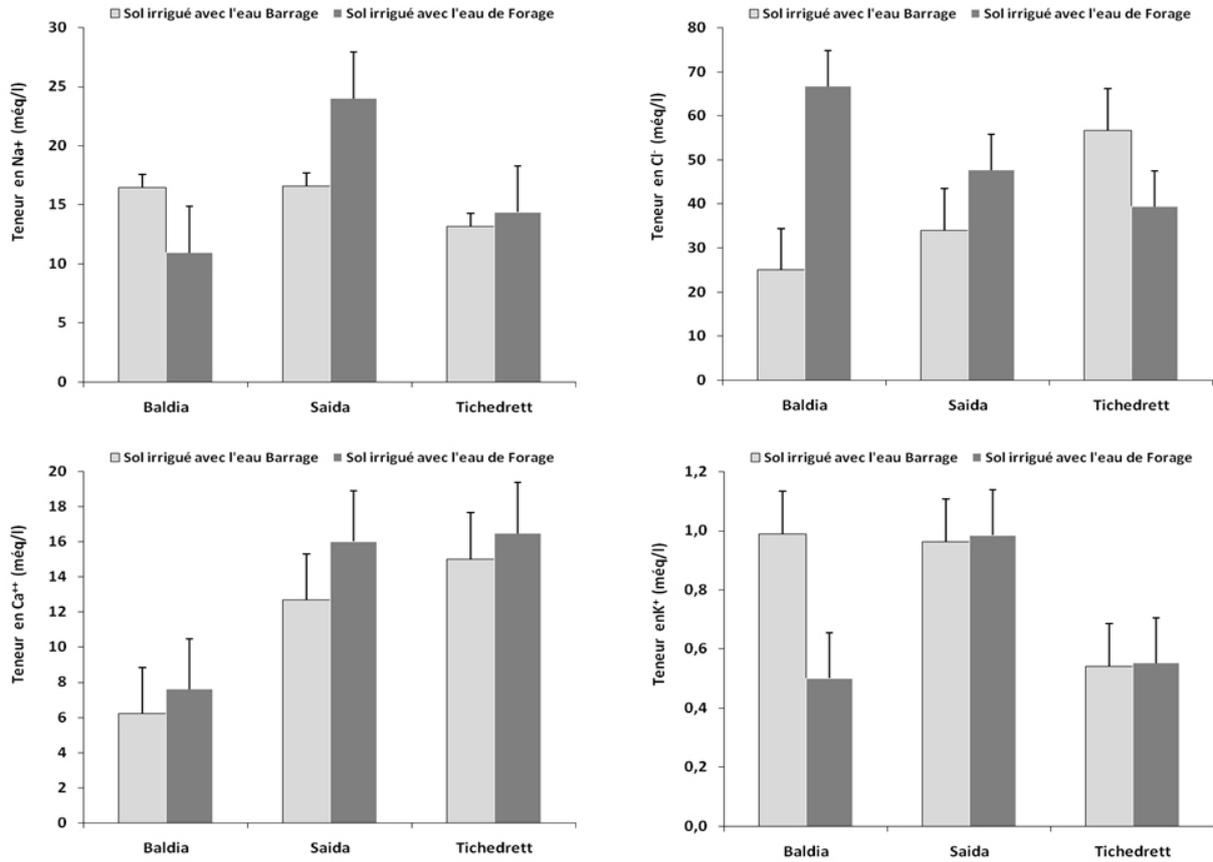


Figure 1: Effet de l'eau d'irrigation sur les teneurs en (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>,Ca<sup>++</sup>et Cl<sup>-</sup>) dans la solution du sol sans traitement azoté (T0).

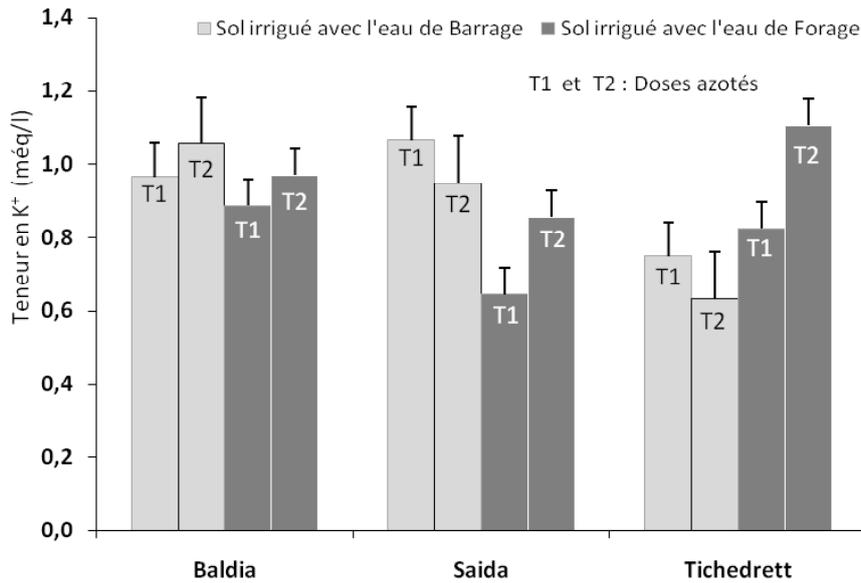


Figure 2: Effet du traitement azoté sur la teneur en K<sup>+</sup> dans la solution du sol.

### 3.2. Caractérisation du sol avant irrigation

Les résultats d'analyse du sol (Tableau 1) montrent que celui-ci présente une texture limono-argileuse, une forte salinité ( $CE\ 1/5 > 5.2\ dS/m$ ) avec une faible sodicité ( $ESP < 15\%$ ). La teneur en calcaire total est élevée, alors que le gypse est presque absent. Le pH est neutre à basique avec un faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésique.

### 3.3. La consommation en eau chez les variétés d'orge

Au terme du cycle végétatif, la consommation en eau des trois variétés d'orge (Tableau 3) est nettement plus élevée en présence de l'eau du barrage (19.6 L en moyenne) que celle de forage (17.7 L en moyenne). Sachant que la quantité d'eau consommée est mesurée après la détermination de la capacité de rétention CR du sol, l'humidité du sol est toujours maintenue au 2/3 de celle-ci en procédant à des vérifications par pesées périodiques afin d'échapper du stress hydrique en éliminant le drainage.

### 3.4. la solution du sol

L'examen de l'analyse de la variance (Tableau 4) révèle la présence d'un effet significatif de l'eau d'irrigation sur la teneur en sodium et des effets variétal et azoté sur la teneur en potassium dans la solution du sol. On observe aussi l'effet conjugué de l'eau et de la variété sur la teneur en  $Ca^{++}$  et  $K^+$ .

L'examen de la figure 1 montre la dominance des ions de  $Na^+$  et  $Cl^-$  dans la solution du sol après l'irrigation. Ces ions sont généralement plus concentrés dans le sol avec l'eau de forage que celle de barrage

**Tableau 5 :** Analyse de variance de l'effet de facteurs de variation sur la production de la matière sèche aérienne MSA chez les variétés d'orge

Facteurs de variation	MSA
Variété (V)	0.218
Eau (C)	0.0001***
Azote (T)	0.635
V.C	0.115
V.T	0.174
C.T	0.397
V.T.C	0.032*

\*\*\* : Effet significatif au seuil de 0.1%. \*\* : effet significatif au seuil de 1% ;

\* : effet significatif au seuil de 5%. Les chiffres correspondent aux valeurs du P,

dans presque tous les pots. La forte concentration en  $Na^+$  est enregistrée au niveau des traitements avec la variété Saida et celle des chlorures au niveau de ceux de la variété Baldia.

L'examen de la figure 2 montre que l'apport azoté a pu augmenter les teneurs en  $K^+$  dans la solution du sol chez les variétés Baldia et Tichedrett en présence de l'eau de forage.

### 3.5. Effets sur la production de la biomasse aérienne

L'analyse de la variance relative à la production de matière sèche aérienne (MSA) (Tableau 5) révèle, pour l'effet salin, une différence hautement significative de la production de matière sèche chez les trois variétés d'orge.

Avec l'eau de barrage, la production de la MSA chez la variété Baldia est la plus élevée (21g/pot) par rapport aux variétés Tichedrett (8.6g/pot) et Saida (5.6g/pot) (Figure 3a). Pour l'eau de forage, il y a une nette réduction de la production de la MSA chez les trois variétés d'orge. La variété Baldia est la plus touchée par le sel, dont la production de la matière sèche a été réduite à 39%, suivie par la variété Tichedrett à 74%. La variété Saida, montre une augmentation de 30% de MSA.

La production de la MSA est proportionnelle aux doses d'azote en présence de l'eau de barrage pour les variétés Saida et Tichedrett et en présence de l'eau de forage pour la variété Baldia (Figure 3.b).

### 3.6. Effets sur la composition minérale de la biomasse aérienne

Les teneurs en éléments minéraux de la biomasse aérienne ont eu un comportement différent chez les variétés d'orge (Tableau 6). L'analyse de la variance a révélé que les teneurs en  $Na^+$  et  $K^+$  dans la partie aérienne sont respectivement significative et très significative selon les variétés d'orge. Il est constaté aussi un effet hautement significatif de l'eau d'irrigation sur la teneur en  $K^+$ . En revanche l'examen de l'analyse statistique révèle l'absence d'effet variétal, salin et azoté sur les teneurs  $Ca^{++}$  et en  $Mg^{++}$  de la biomasse aérienne chez les variétés d'orge (Tableau 6).

En absence de traitement azoté, la teneur en  $Na^+$  est plus élevée chez la variété Saida (1.27%), que Tichedrett (0.81%) et Baldia (0.28%) avec l'eau de barrage, (Figure 4.a). Alors qu'avec l'eau de forage, on

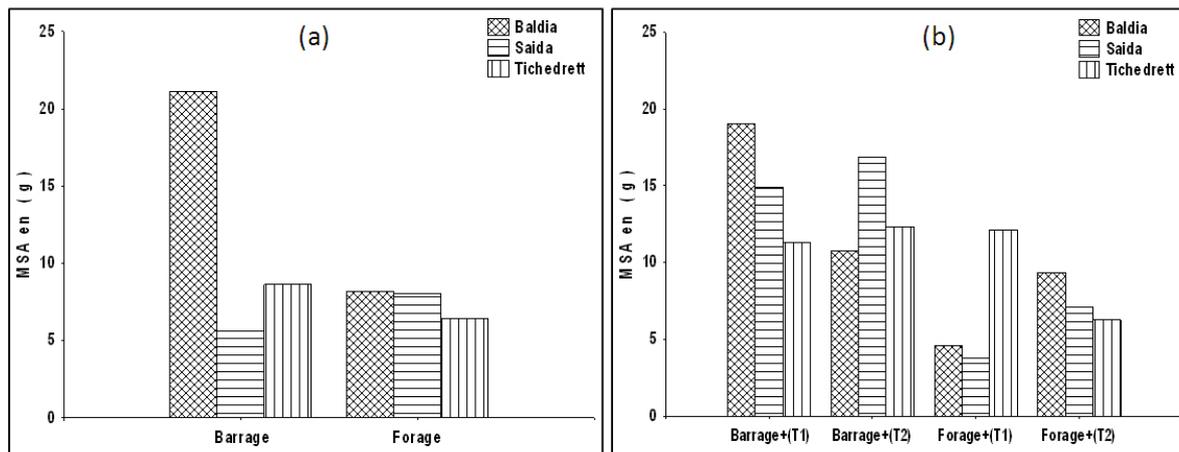


Figure 3 : Effet de l'eau d'irrigation sur la production de la partie aérienne des variétés d'orge (a) : sans traitement azoté, (b) : avec traitement azoté.

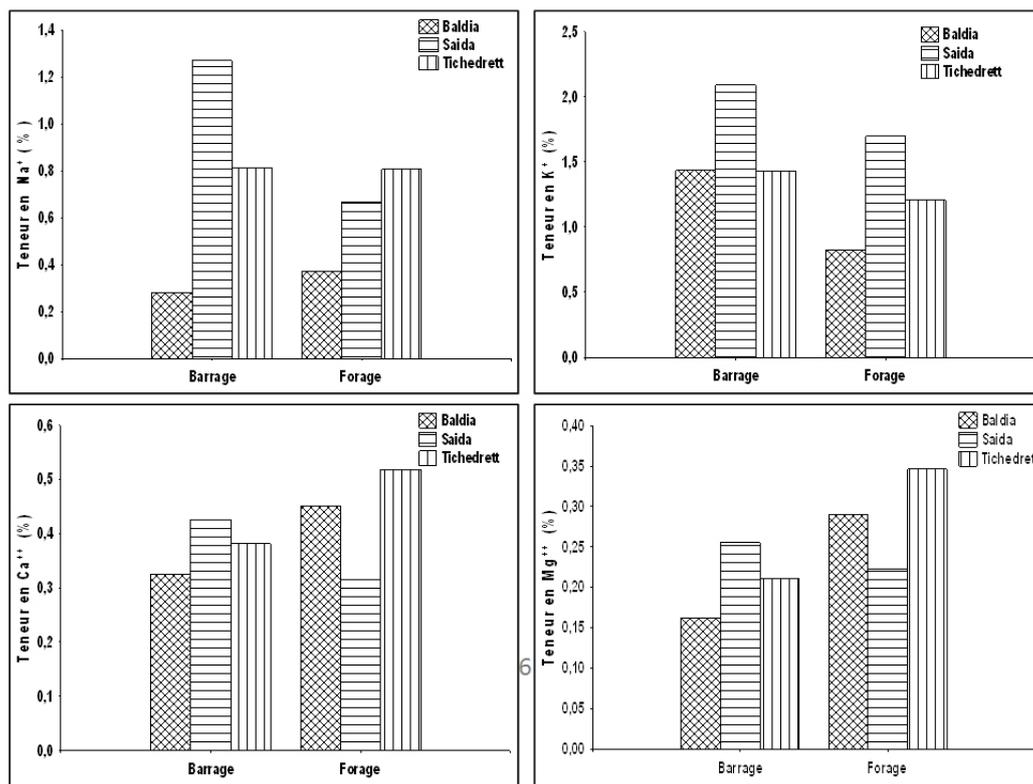


Figure 4: Effet de l'eau d'irrigation sur la teneur en (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) dans la partie aérienne des variétés d'orge sans traitement azoté.

note une réduction de la teneur en  $\text{Na}^+$  chez la variété Saida avec une augmentation chez la variété Baldia et une certaine stabilité chez la variété Tichedrett.

Sans apport azoté et en présence de l'eau de barrage, la teneur en potassium de la biomasse aérienne est la plus élevée chez la variété Saida (2.01%) alors qu'elle est identique chez Baldia et Tichedrett (1.43%) (figure 5b). En présence de l'eau du forage, on note une réduction de la teneur en  $\text{K}^+$  chez les variétés d'orge, mais reste la plus élevée (1.7%), chez la variété Saida.

En absence d'un apport azoté, la teneur en calcium de la partie aérienne est la plus élevée chez la variété Saida (0.42%) en présence de l'eau de barrage. Alors qu'avec l'eau de forage, on note une augmentation progressive de la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  chez les variétés Baldia et Tichedrett et une réduction chez Saida (Figure 4).

La teneur en  $\text{Mg}^{++}$  de la partie aérienne varie peu chez les variétés d'orge (figure 4). Dans le cas où l'irrigation se fait avec l'eau de barrage, la teneur en  $\text{Mg}^{++}$  varie entre 0.16% chez Baldia et 0.26% chez Saida. Lorsque l'irrigation se fait avec l'eau de forage, la teneur en  $\text{Mg}^{++}$  diminue chez la variété Saida et augmente chez les autres variétés.

L'apport de l'urée n'a pas eu un effet significatif sur les teneurs en sodium, que se soit avec de l'eau de barrage ou de forage (figure 5). Néanmoins, l'apport d'une dose azotée (T1) en présence de l'eau de forage a donné une teneur élevée en Na chez la variété Tichedrett (0.96%). L'apport de l'urée n'a pas eu un effet significatif sur la teneur en  $\text{K}^+$  chez les variétés d'orge (figure 5). Néanmoins, l'accumulation en  $\text{K}^+$  est proportionnelle aux doses d'azote appliqués chez la variété Tichedrett en présence de l'eau de barrage et chez les variétés Baldia et Tichedrett en présence

de l'eau de forage.

L'apport azoté sous forme d'urée n'a pas eu un effet sur la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  (Figure 5). Cependant, l'augmentation de la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  chez les variétés Baldia et Saida est proportionnelle aux doses d'azote en présence de l'eau de barrage. De même pour la variété Saida mais avec celle de forage. En présence de l'eau de barrage, la teneur en  $\text{Mg}^{++}$  de la biomasse aérienne est proportionnelle aux doses d'azote chez les variétés d'orge (figure 5). Par contre avec l'eau de forage, on note une légère diminution de la teneur en  $\text{Mg}^{++}$  chez Tichedrett et une certaine stabilité chez les variétés Saida et Baldia.

#### 4. Discussion

##### Effet sur la concentration ionique de la solution du sol

L'irrigation avec l'eau de forage a engendré une augmentation de la pression osmotique dans le sol, due essentiellement à l'augmentation de la concentration de certains ions ( $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ ). Ceci a provoqué un déséquilibre hydrique et/ou ionique chez les variétés d'orge ce qui explique la réduction de leur consommation en eau. Cet état montre que lorsque la concentration saline de l'eau augmente cela limite l'absorption de l'eau ce qui ressemble à un état de stress hydrique. Selon Song et al (2005), plus la solution du sol est chargée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol. D'après Mengel et Kirkby (1982 ; cité par Snoussi et Halitim, 1998), l'entrée de l'eau dans le cortex racinaire est d'autant plus difficile que la solution du sol est à une pression osmotique plus forte. Par exemple chez la variété Baldia il est constaté un bon développement de la chevelure raci-

**Tableau 6 :** Analyse de variance relative des facteurs de variation sur la composition minérale chez les variétés d'orge.

Facteurs de variation	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Mg}^{++}$	$\text{Ca}^{++}$	P
Variété (V)	0.030*	0.005**	0.690	0.503	0.543
Eau (C)	0.252	0.0003***	0.577	0.080	0.436
Azote (T)	0.115	0.114	0.244	0.808	0.077
V.C	0.341	0.273	0.368	0.056	0.915
V.T	0.626	0.133	0.972	0.079	0.440
C.T	0.124	0.395	0.130	0.490	0.469
V.C.T	0.760	0.850	0.564	0.886	0.143

\*\*\* : effet significatif au seuil de 0.1% ; \*\* : Effet significatif au seuil de 1% ; \* effet significatif au seuil de 5%.

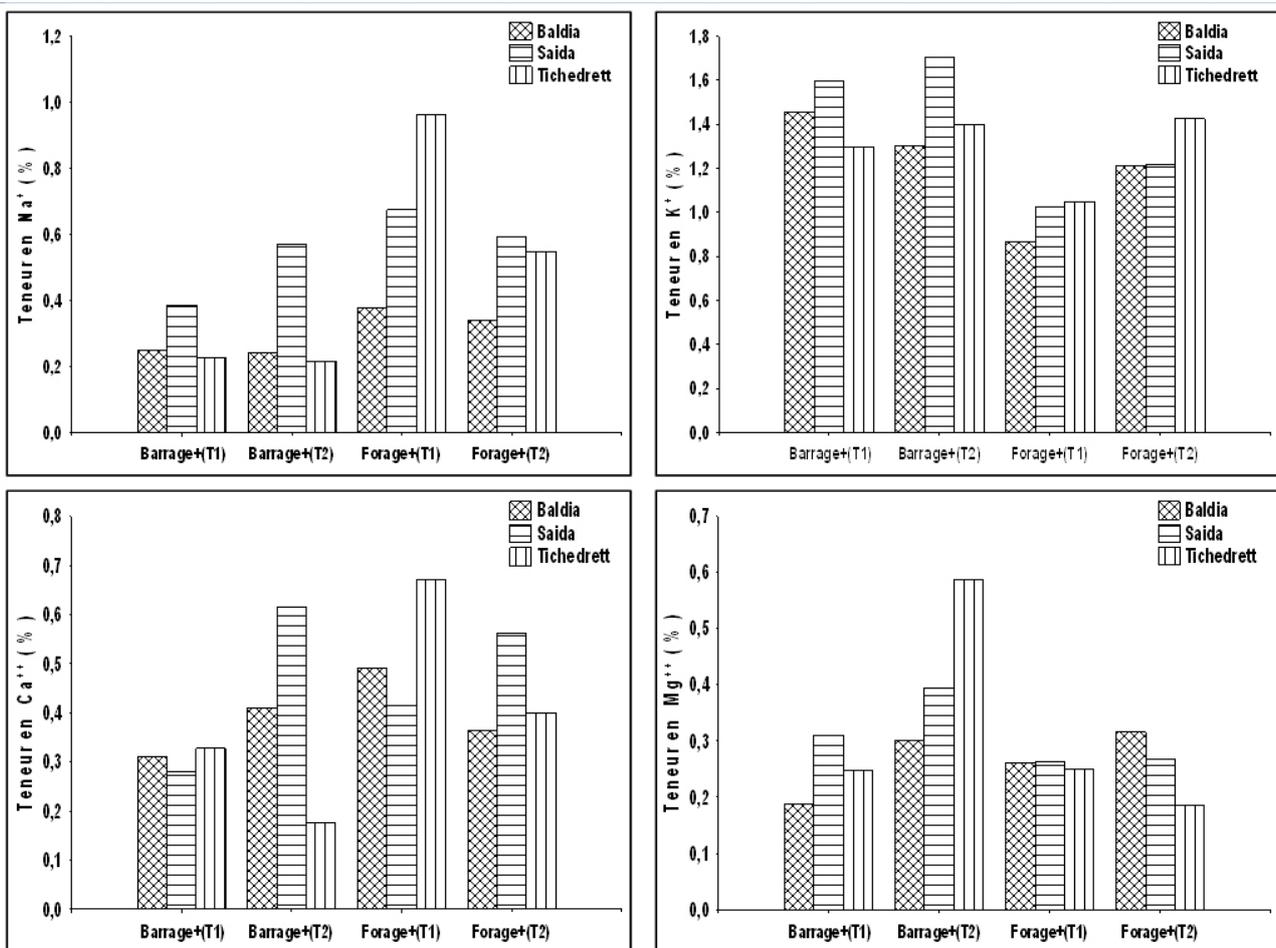
Les chiffres correspondent aux valeurs du F calculé.

naire en présence de l'eau de barrage contrairement à celle de forage (photo 1) ; cela indique que les effets osmotiques du stress salin peuvent également réduire la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption de l'eau et des éléments nutritifs du sol (Tester et Davenport (2003).

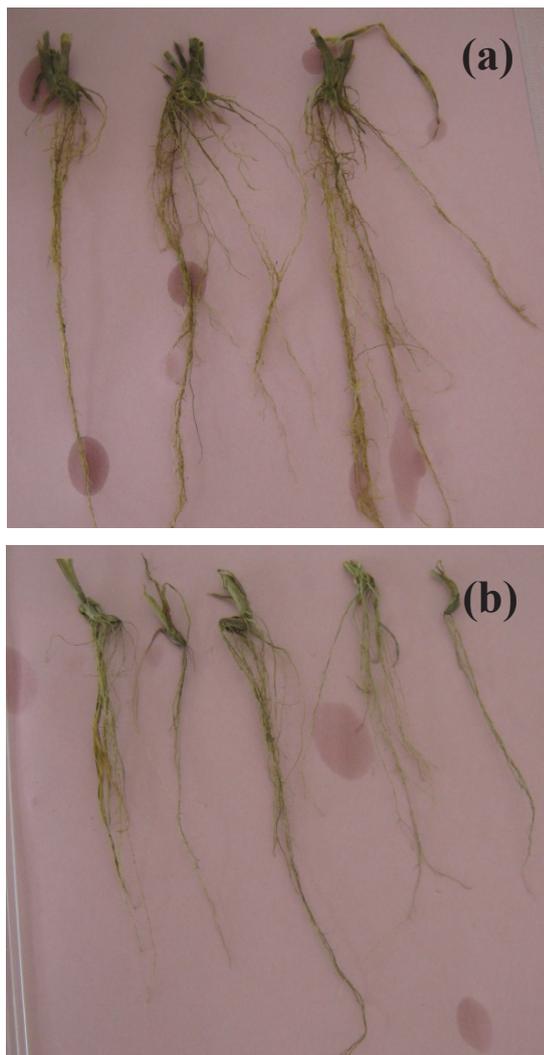
### Effets sur la production de matière sèche/salinité/variété

En absence d'apport azoté, la production de la MSA chez les variétés d'orge diffère selon l'eau d'irrigation. La variété Baldia est plus performante par rapport à Tichedrett et Saida en présence de l'eau de barrage. Lorsque l'irrigation se fait avec l'eau de forage, il y a une réduction de la production de matière sèche des trois variétés. Ceci est liée non seulement à des perturbations de concentration des régulateurs de croissance (acide abscissique et cytokinines comme décrit par Termaat et al.1985 et Kuiper et al.1990, mais aussi à une réduction de la capacité photosynthétique

suite à une diminution de la conductance stomatique du CO<sub>2</sub> induite par la contrainte saline (Walker et al.1981; Santiago et al. 2000, cité par Belfakih et al, 2013). Ce résultat concorde avec ceux trouvés sur une variété d'orge (Munns et Rawson, 1999) et (Hu et al, 2005). D'après Bennaceur et al (2001), la réduction de croissance chez les céréales serait principalement due à une perturbation de l'alimentation en eau sous l'effet inhibiteur de NaCl. La variété Saida, malgré son faible rendement en matière sèche par rapport à la variété Baldia, elle n'a pas connue une chute de rendement sous l'effet salin. L'addition d'azote sous forme d'urée (46%) a eu un effet variable chez les variétés d'orge. Il semble qu'un apport supplémentaire en azote chez les variétés Baldia et Saida provoque une amélioration nette de la biomasse aérienne, ce qui suggère que l'apport d'azote diminue l'effet dépressif du sel et bien entendu améliore la production de matière sèche. Ce résultat concorde avec ceux de Alami (1994, cité par Ibriz et al, 2004) chez Medi-



**Figure 5:** Effet combiné de l'eau d'irrigation avec traitement azoté sur la teneur en (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>) dans la partie aérienne des trois variétés d'orge.



**Figure 6 :** Effet de l'eau d'irrigation sur le développement racinaire chez la variété Baldia (a : Eau de barrage b : Eau de forage)

cago sp et El Gabaly (1970 ; cité par Slama, 2004) chez le maïs.

### Effets sur la composition minérale de la matière sèche

L'accumulation des éléments minéraux dans la partie aérienne chez les variétés d'orge est différente selon l'eau d'irrigation. Avec l'eau de barrage (eau moins chargée que celle de forage), les variétés d'orge accumulent plus de  $K^+$  que  $Na^+$  dans leurs tissus aériens. Des travaux ont montré que chez l'orge  $K^+$  est très abondant par rapport aux cations bivalents,  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  (Coic et al, 1962 ; Greenway 1962, 1963 et 1965, cité par Soltani et al, 1990), probablement à cause de la faible capacité d'échange cationique racinaire de cette plante (Drake et al, 1951, cité par Soltani et al, 1990). En plus de son rôle important

dans la photosynthèse, le potassium est l'un des ions minéraux intervenant dans l'ajustement osmotique (Jensen, 1990). Toute modification dans le statut de ce cation est susceptible d'affecter la croissance par limitation de l'expansion cellulaire et/ou par inhibition du processus photosynthétique (Ball et al. 1987). Avec l'eau de forage, La réduction de la biomasse aérienne chez les variétés est accompagnée d'une diminution de la teneur en  $K^+$  dans les tissus aériens. Chez la variété Baldia, la diminution de la teneur en  $K^+$  va de pair avec l'augmentation de la teneur en  $Na^+$ , mais sa concentration en  $Ca^{++}$  n'a pas été affectée. Ceci indique la sensibilité élevée de cette variété qui ne tolère pas une accumulation élevée de  $Na^+$  dans ses tissus modèle « include ». En effet c'est la variété la plus affectée par le sel. La variété la plus tolérante est Saida, elle a la plus faible teneur en  $Na^+$  avec l'eau de forage, ce qui indique qu'elle est de type « exclude ». Elle développe des mécanismes pour limiter l'accumulation de  $Na^+$  dans ses tissus (Maeshner, 1995, cité par R'him et al, 2013). La variété Tichedrett tient une place intermédiaire entre Baldia et Saida, ceci indique que cette variété a une certaine tolérance au sodium mais pas aussi importante que Saida. L'effet inhibiteur du sel sur l'absorption de  $K^+$  chez l'orge a été également rapporté par plusieurs auteurs (Munns et al, 1982 ; Soltani et al, 1990, Zeng et al, 2013). Il est montré que, l'efficacité de l'échange Na-K est à la base des différences constatées dans la tolérance à NaCl de certains variétés d'orge (Jones et al., 1978). Également, les variétés tolérantes arrivent à maintenir une concentration cytosolique de  $Na^+$  dix fois plus faible que celle chez les variétés sensibles à la salinité (Carden et al, 2003). Le rapport de sélectivité  $K^+/Na^+$  a diminué dans les tissus aériens chez les variétés Baldia et Tichedrett suite à l'irrigation avec l'eau de forage. Cramer et al (1987) ont démontré qu'en présence de concentration élevées de NaCl,  $Na^+$  déplace  $Ca^{++}$  du plasmalemme des cellules racinaires, ce qui entraîne l'augmentation de la perméabilité de la membrane et provoque un efflux du  $K^+$  et une altération du rapport de sélectivité  $K^+/Na^+$ . Le caractère  $K^+/Na^+$  a été plus discriminant entre les variétés. Notons que, même avec la diminution de la teneur en  $K^+$ , la variété Saida a présenté le rapport de sélectivité le plus élevé par rapport à la variété Baldia suivi de Tichedrett.

### CONCLUSION

L'eau de forage est plus chargée par rapport à celle de barrage. Ceci a engendré une augmentation de la concentration des ions de sodium, calcium, chlore dans la solution du sol. Cela s'est répercuté directe-

ment sur la consommation en eau, la production de la matière sèche et l'alimentation minérale chez les variétés d'orge. Les deux premiers paramètres sont élevées en présence de l'eau de barrage chez la variété *Baldia* ensuite Tichedrett et Saida. En revanche, en présence de l'eau de forage c'est la variété Saida qui est la plus performante suivie de *Baldia* et Tichedrett. L'accumulation de  $K^+$  dans la partie aérienne est plus élevée par rapport au  $Na^+$ . Ceci montre une sélectivité très importante vis-à-vis de potassium chez les variétés d'orge. La tolérance observée chez les variétés pourrait être liée à une bonne sélectivité vis-à-vis du potassium. La variété *Baldia* présente les caractéristiques ioniques des plantes « includers » qui sont capables d'absorber, d'exporter et d'accumuler  $Na^+$  dans sa partie aérienne. Ces manifestations sont révélatrices d'une sensibilité particulière de cette variété à la salinisation sur le plan ionique. La variété Saida est la plus tolérante, elle a la plus faible teneur en  $Na^+$  avec l'eau de forage, ce qui indique qu'elle est de type « excluser ».

En ce qui concerne l'effet azoté sous forme Urée 46%, il a été relevé l'absence d'un effet significatif sur la production de la MSA et sur l'accumulation des éléments minéraux dans la partie aérienne des trois variétés d'orge. Ceci pourrait dû à l'apport de l'urée qui a été effectué uniquement au semis. En revanche, il a été constaté une proportionnalité entre les doses d'azote et la production de la MSA en présence de l'eau de barrage chez les variétés Saida et Tichedrett et chez la variété *Baldia* en présence de l'eau de forage.

En définitive et en dépit de la faible différence de salinité entre les deux eaux testées, il ressort de ce travail que la qualité de ces dernières a une nette influence sur la composition de la solution du sol, la production de la matière sèche et la composition de la plante. Cette influence est très différente selon les variétés d'orge expérimentées.

Il s'avère que l'amélioration de la productivité de l'orge en conditions salines et arides, peut être réalisée en intégrant deux aspects essentiels : d'une part, la recherche de variétés tolérantes à la salinité et précoces pour échapper au stress hydrique qui accentue l'effet salin et d'autre part dans le cadre du continuum sol-plantes-climat et pilotage du couple irrigation-drainage pour maîtriser le profil salin.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Ball M.C., Chow W.S., Anderson J.M., 1987** - Salinity induced potassium deficiency causes loss of

functional photosystem II in leaves of the grey mangrove, *Avicennia marina*, through depletion of atropine-binding polypeptide. *Aust. J. Plant Physiol.*, 14, 351-361.

**Belfakih M., Ibriz M., Zouahri A et Hilali S., 2013**- Effet de la salinité sur la croissance des deux variétés de bananier « grande naine » et « petite naine » et leur nutrition minérale au Maroc. *Journal of Applied Biosciences* 63 : 4689-4702

**Bennaceur M., Rahmoune C., Sdiri H., Meddhi M.L., Selmi M., 2001** - Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production engrains de quelques variétés maghrébines de blé. *Sécheresse* 12, 3, 167 -174.

**Callot G., Chamayou H., Martens C., Salsac L., 1982** - Mieux comprendre Les interactions sol-racine incidence sur la nutrition minérale. Ed INRA, Paris, 325 p.

**Carden D.E., Walker D.J., Flowers T.J., Miller A.J., 2003** - Single-cell measurements of the contributions of cytosolic  $Na^+$  and  $K^+$  to salt tolerance. *Plant Physiol.*, 131, 676 - 683.

**Cottenie A., Verloo M., Kiekens L., Velghe G., Camerlynck R., 1982** - Chemical analysis of plants and soils. Ed laboratory of Analytical and Agrochemistry State University Ghent, Belgium. p 63.

**Cramer G.R., Lynch J., Läuchli A., Epstein E., 1987** - Influx of  $Na^+$ ,  $K^+$  and  $Ca^{2+}$  in roots of salt stressed cotton seedlings. *Plant Physiol.*, 83, 510 -516.

**Daoud Y. et Halitim A., 1994** - Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Sécheresse* n°3, vol. 5, 151 -160.

**Hu Y., Fromm J., Schmidhalter U., 2005** - Effect of salinity on tissue architecture in expanding heat leaves. *Planta*, 220 (6), 838 – 48.

**Ibriz M., Thami Alami I., Zenasni L., Alfaiz C., Benbella M., 2004** - Production des luzernes des régions pré-sahariennes du Maroc en conditions salines. *Fourrages* 180, 527-540.

**Jensen G.R., 1990** - The effect of potassium application on leaf water relations characteristics of field growth barley (*Hordeum distichum*) plants. First Congress of the European Society of agronomy, 5-7 December. Paris.

**Kuiper D., Shuit J., Kuiper P.J.C., 1990** - Actual cytokinin concentrations in plant tissue as indicator for salt resistance in cereals, In: Genetic Aspects of

Plant Mineral Nutrition. N. El Bassam et al. (eds.), 307-314.

**Munns R. et Rawson H.M., 1999** - Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.*, 459-464.

**R'him T, Tlili I., Hnan I., Ilhy R., Benali A et Jebari H, 2013** - Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annum* L). *Journal of Applied Biosciences* 66:5060 – 5069.

**Slama F., 2004** - La salinité et la production végétale. Centre de publication universitaire, Tunisie, 163p.

**Snoussi S.A. et Halitim A., 1998** - Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. *Étude et Gestion des sols*, 4, 5, pp 289-298.

**Soltani A., Hajji M., Grignon C., 1990** - Recherche de facteurs limitant la nutrition minérale de l'orge en milieu salé. *Agronomie* 10, 857-866.

**Song J., Feng G., Tian C. & Zhang F. 2005.** - Strategies for Adaptation of *Suaeda physophora*, *Aloxylo-nammmodendron* and *Haloxylon persicum* to a Saline Environment during Seed-Germination Stage. *Annals of Botany*, pp 399-405.

**Tellah S., 2005** - Etude du comportement de 19 génotypes d'orges (*Hordeum vulgare* L) dans les conditions de la Mitidja. *Rev. Céréaliculture* N°45, p12.

**Termaat A., Passora J.B., Munns R., 1985** - Shoot turgor does not limit shoot growth of NaCl affected wheat and barley. *Plant Physiol.*, 77, 869-872.

**Tester M. et Davenport R.J., 2003** - Na<sup>+</sup> transport and Na<sup>+</sup> tolerance in higher plants. *Ann Bot (Lond)*, 91:503-527.

**USSL-1954** - U.S. Dept. of Agric. –Agric. Handbook n° 60: saline and alkali Soils.

**Zeng F., Shabala L., Zhou M., Zhang G., Shabala S., 2013** - Barley responses to combined water logging and salinity stress: separating effects of oxygen deprivation and elemental toxicity. *Frontiers in Plant Science, Plant Physiology*, Volume 4, Article 313, 13p.

## SHORT COMMUNICATION

# Caractérisation des eaux usées des rejets domestiques de la ville de Touggourt (Algérie)

## *Characterization of domestic wastewater from the city of Touggourt (Algeria)*

**K Amiri, N Bekkari, A Débbakh, A Benmalek, N Bouchahm**

Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA), Algérie

Received 15 November 2016; Revised 20 December 2016; Accepted 22 December 2016

### Résumé

L'objectif de cette étude consiste à évaluer le degré de pollution des eaux de rejets urbains de la région de Touggourt (Touggourt, Tebesbest, Nezla et Zaouia el Abidia) par l'analyse de différents paramètres physicochimiques de caractérisation d'une eau usée. Les mesures ont été effectuées sur quatre types d'effluents des eaux usées parmi les neuf rejets existants, symbolisé par P2, P3, P7 et P8 selon leurs localisations le long du canal dans le quel se déversent ces eaux. Les échantillons ont été prélevés dans la période hivernale de l'année 2016 au niveau de chaque point de rejet des eaux usées. En outre, les résultats d'analyses trouvés sont comparés aux critères et normes de déversements pour en déduire enfin les procédés de traitement adaptés pour cette zone. Les analyses physico-chimiques des eaux usées brutes ont révélé que ces rejets liquide sont chargé en matière organique notamment dans le point P2 qui est beaucoup plus chargé que les autres rejets avec DCO (Moy = 369 mg/L), DBO<sub>5</sub> (Moy = 135 mg/L), MES (Moy = 391mg/L) dont le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> peut atteindre la valeur de 2,73.

Toutes ces caractéristiques montrent que les effluents de quatre points analysés doivent subir un traitement spécifique afin de réduire considérablement la charge organique avant d'être rejetés dans le milieu récepteur. Cependant pour les trois rejets d'eau usée (P3, P7 et P8) le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est inférieur à 2 ce qui les rend facilement biodégradables et peuvent être traités par un système biologique tel que le lagunage naturel.

**Mots-clés:** Eaux usées, analyses physicochimiques, biodégradabilité, région de Touggourt.

### Abstract

*The objective of this study is to assess the degree of pollution of urban wastewater in the Touggourt region (Touggourt, Tebesbest, Nezla and Zaouia el Abidia) by analyzing different physicochemical parameters for the characterization of wastewater. Measurements were carried out on four types of wastewater effluents among the nine existing discharges, symbolized by P2, P3, P7 and P8 according to their locations along the channel into which these waters discharge. Samples were taken in the winter of 2016 at each wastewater discharge point. Furthermore, the results of analyzes found are compared with the criteria and standards of spills to finally deduce the treatment processes adapted for this zone.*

*Physico-chemical analyzes of raw sewage have revealed that these liquid discharges are high in organic matter, particularly in point P2, which is much higher than other discharges with COD (Avg = 369 mg/L), BOD<sub>5</sub> (Avg = 135 mg/L), MES (Avg = 391mg/L) with a COD / BOD<sub>5</sub> ratio of 2.73.*

*All these characteristics show that the effluents from four points analyzed must undergo a specific treatment in order to reduce considerably the organic load before being discharged into the receiving environment. However, for the three wastewater discharges (P3, P7 and P8) the COD / BOD<sub>5</sub> ratio is less than 2 which makes them easily biodegradable and can be treated by a biological system such as natural lagoon.*

**Keywords:** Wastewater, physicochemical analysis, biodegradability, Touggourt region.

### Corresponding author

Khaled Amiri

E-mail: ked\_am83@hotmail.fr

## 1. INTRODUCTION

Les eaux usées domestiques rejetées après consommation contiennent des polluants, notamment organiques. Elles doivent donc être collectées et traitées avant d'être rejetées dans la nature (Kendouci et al, 2013), car si elles étaient rejetées dans le milieu sans traitement, pollueraient gravement l'environnement et la ressource en eau (Adjahouinou et al, 2014). En effet, certaines eaux usées contiennent une charge polluante importante (Allagua et al, 2014). C'est pourquoi la réglementation impose des normes de rejet, dans les eaux superficielles comme dans le sol et le sous-sol suivant différents types de dispositifs d'épuration et de rejets.

Afin d'apprécier l'influence des rejets d'eaux usées domestiques sur le milieu récepteur, il paraît nécessaire de déterminer les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes des communes urbaines (Abouelouafa et al, 2002), l'analyse de ces paramètres de caractérisation constitue un bon moyen pour l'évaluation et l'estimation de la qualité de rejets urbains et de leur impact sur le milieu récepteur (Boutayeb et al, 2012).

La présente étude consiste à caractériser les rejets urbains de la région de Touggourt englobant ses quatre communes (Touggourt, Tebesbest, Nezla et Zaouia el Abidia) à travers une analyse physico-chimique de certains paramètres majeurs et globaux indicateurs de l'état de pollution par les eaux usées afin d'apprécier les risques de leur rejet sans traitement dans l'environnement. En outre, les résultats d'analyses sont comparés aux critères et normes de

déversements pour en déduire enfin les procédés de traitement adaptés pour cette zone (Hazourli et al 2007, Belghyti et al 2009).

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1. Milieu d'étude

La ville de Touggourt est une Daïra de la wilaya d'Ouargla, située à 160 km au nord-est d'Ouargla, à 225 km au sud de Biskra et à 600 km environ au sud-est d'Alger. La ville de Touggourt est une oasis du nord du Sahara algérien, et elle est la plus grande ville de la région d'Oued Righ, son territoire s'étend sur les consistances territoriales suivantes : Tebesbest, Nezla, Zaouia Al Abidia et Touggourt qui compte 164 032 habitants à la fin de l'année 2013 pour une surface occupée de 404 km<sup>2</sup>.

### 2.2. Situation de l'assainissement et des rejets des eaux usées dans la ville de Touggourt

La ville de Touggourt est constituée de 4 communes dotées d'un réseau d'assainissement qui représente un linéaire d'environ 328,98 km à la fin de l'année 2013, avec un taux de raccordement élevé dépasse 98% dans toutes les communes où les eaux usées produites se déversent dans le canal de Oued Righ à travers 9 points de rejets (Figure 01 et Tableau 01). Dans cette région, Il existe une seule station d'épuration située à la commune de Tebesbest dont sa capacité est de 62 500 équivalent/habitant, ce qui correspond à presque 38% de la population pour les quatre communes du Grand-Touggourt (164 032 hab).

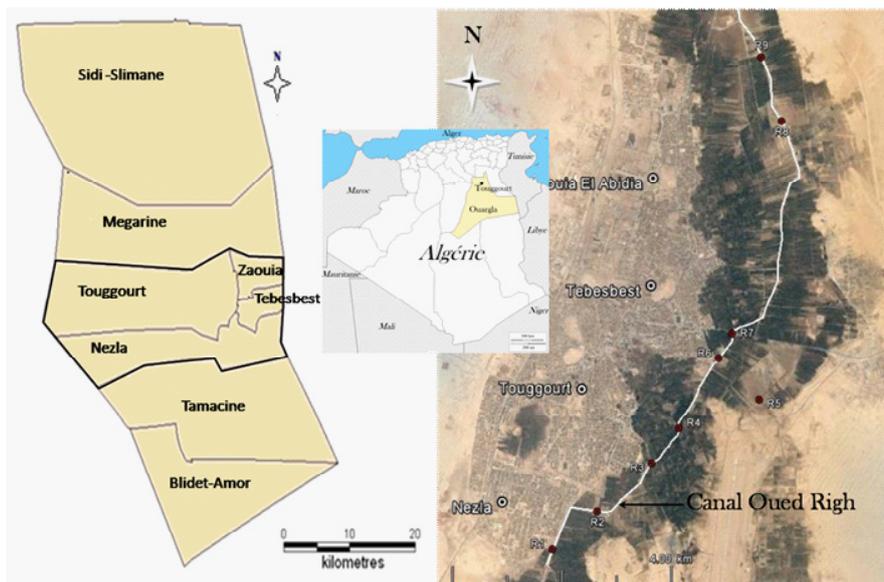


Figure 01: Localisation de points des rejets de la Daïra de Touggourt

**Tableau 01 :** Situation de l'assainissement et des rejets des eaux usées dans la ville de Touggourt

Commune	Population (hab)	Longueur du réseau (Km)	Nombre de points de rejet	Rejet	Taux de raccordement en %	Débit (l/s)	lieux de rejet	Coordonnées géographiques	
								Latitude (X)	Longitude (Y)
Nezla	58464	93,86	5	P1	98%	41,8	Ain Sahara	33°04'26.32"	06°03'20.57"
				P2			Assou	33°04'47.00"	06°03'52.78"
				P3			Zioua	33°05'13.26"	06°04'32.12"
				P4			Nezla	33°06'08.43"	06°05'17.56"
				P5			Sidi Mahdi	33°06'33.27"	06°05'53.57"
Tebesbest	37926	63,31	2	P6	99%	86,66	STEP	33°06'10.73"	06°05'20.61"
				P7			Collecteur principale	33°06'25.14"	06°05'31.30"
Touggourt	44800	104,29	0	/	98%	/	/	/	/
Zaouiet Sidi Labeled	22842	67,52	2	P8	98%	14,33	Zaouia	33°08'23.31"	06°06'10.65"
				P9			05-juil	33°09'01.36"	06°05'57.84"

**Tableau 02:** Paramètres de qualité et leurs méthodes de mesure

Paramètres	Unité	Appareil de mesure
Température	C°	Multiparamètre 350 i WTW
pH	/	Multiparamètre 350 i WTW
Conductivité électrique	μS/cm	Multiparamètre 350 i WTW
Salinité	g/l	Multiparamètre 350 i WTW
DCO	mg O <sub>2</sub> /l	AQUA Lytic Al 200, AL 120
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	Oxitop Box WTW
MES	mg/l	Centrifugeuse ROTOFIX 32 A. Hettich
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	Spectrophotomètre UV Visible, JENWAY 6310
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	Spectrophotomètre UV Visible, JENWAY 6310
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	mg/l	Spectrophotomètre UV Visible, JENWAY 6310

pH: Potentiel hydrogène, T° : Température, CE : Conductivité électrique, MES : Matière en suspension, DBO<sub>5</sub> : Demande biologique en oxygène pendant cinq jours, DCO : Demande chimique en oxygène, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrite, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium, PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> : Orthophosphates.

### 2.3. Echantillonnage et méthode d'analyse

La reconnaissance du réseau de déversement des eaux usées dans le canal a permis de déterminer quatre points de prélèvements importants de rejets domestiques de la ville de Touggourt parmi les 9 points de rejet existants symbolisés par P2, P3, P7 et P8 selon leurs localisations le long du canal comme la figure 01 les indique, car les autres points de rejet (P1, P4, P5, P6 et P9) dans lesquels le débit était quasiment nul.

Toutes les analyses et les mesures nécessaires pour quantifier les polluants organiques sont normalisées suivant les normes Algériennes selon les techniques

préconisées par Rodier (Rodier et al, 2009). Les paramètres mesurés in-situ sont le pH, la température, salinité et la conductivité électrique des eaux ; les paramètres analysés au laboratoire du CRSTRA de Touggourt sont la DBO<sub>5</sub>, DCO, MES, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, et PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>.

Etant donnée la charge organique des eaux de rejet et leur biodégradation assez rapide, tous les paramètres susceptibles d'être altérés ont été analysés sur site; tandis que les autres ont été effectués au laboratoire en ayant pris soin de respecter auparavant toutes les règles de conservation des échantillons pendant leur

**Tableau 03:** Evolution moyenne des paramètres physicochimiques des eaux brutes de la ville de Touggourt

Paramètres	P2	P3	P7	P8
pH	7,38	7,02	7,38	7,24
T (C°)	27,35	33,75	28,6	29,1
CE (ms/cm)	11,825	3,535	5,535	5,79
Salinité (g/l)	6,8	1,85	2,7	2,9
MES (mg/l)	391	156	232	307
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	135	155	110	85
DCO (mg/l)	369	298,5	210,5	162,5
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,08	0,11	0,14	0,13
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	15,4	16,1	14	7
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,39	0,44	0,54	0,70
DCO/ DBO <sub>5</sub>	2,73	1,93	1,91	1,91

transport. Les paramètres de qualité de l'eau, leurs unités et méthodes d'analyse utilisées sont résumés dans le tableau 02.

### 3. Résultats et discussion

Pour notre étude, quatre points de prélèvement des échantillons d'eau usée ont été effectués au niveau des rejets de la ville de Touggourt où les résultats des analyses effectuées pour l'ensemble des paramètres physico-chimiques sont récapitulés dans le tableau 03.

Les valeurs du pH et la température des rejets dans le milieu récepteur sont généralement acceptables selon les normes JORA.

Les valeurs de la conductivité électrique (CE) obtenues mettent en évidence la minéralisation très importante des eaux usées, avec la valeur la plus élevée de 11,82 ms/cm pour P2, expliqué par la forte salinité de l'eau de drainage évacuée avec les eaux usées dans le même rejet.

Les valeurs de MES montrent que les eaux usées étudiées sont caractérisées par une forte concentration. Ce résultat est lié souvent à la charge importante en matières organiques et minérales.

Pour le point de prélèvement P2, les résultats d'analyse montrent une forte charge exprimée en DBO<sub>5</sub> et DCO, correspondant à 369 mg/l de matières oxydables. Il est à noter que ces valeurs moyennes sont élevées par rapport aux eaux usées domestiques en Algérie et peuvent être classées comme eaux usées de type urbain fortement polluées.

D'après le coefficient de biodégradabilité des effluents, les eaux usées des rejets sont généralement biodégradables (DCO/DBO<sub>5</sub><3), Ces valeurs montrent l'absence de rejet industriel dans le réseau d'assainissement urbain (Degrémont, 2005; Rodrigues et al, 2008).

### Conclusion

Dans le cadre de l'évaluation du degré de pollution physico-chimique de la ville de Touggourt en utilisant de ces paramètres de caractérisation qui constituent un bon moyen pour donner une image du degré de pollution des effluents brutes et aussi pour optimiser les paramètres physico-chimiques de ces eaux usées afin de proposer un mode de traitement convenable face à la pollution environnementale, et d'après les analyses réalisés on a déduit que l'ensemble des paramètres étudiés et en particulier les paramètres de pollution organique (DBO<sub>5</sub>, DCO et MES) des quatre points de rejet sont caractérisés généralement par des concentrations moyennes, ceci est lié à la faible dilution de la matière organique (soluble ou en suspension) en raison de la consommation plus ou moins limitée d'eau par habitant en comparaison avec les pays développés.

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> permet de déduire si les eaux usées rejetées directement dans le milieu récepteur ont des caractéristiques des eaux usées domestiques (rapport DCO/DBO<sub>5</sub> inférieur à 3), et les résultats de ce rapport constituent une indication de l'importance des matières polluantes peu ou pas biodégradables.

Les eaux usées de quatre point de rejet municipal présentent un ratio DCO/DBO<sub>5</sub> variant de 1,91 à 2,73 (Tableau 3) conforme avec celui des eaux usées urbaines à dominance domestique où le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> mesuré indique que les eaux usées rejetées dans le canal d'oued Righ sont biodégradables et purement d'origine domestique, de ce fait, le procédé par lagunage naturel s'avère aisément être appliqué comme une solution convenable dans cette région.

### Références bibliographiques

- Abouelouafa Mounia, El HALouani Hassan, Kharboua Mohammed, Berrichi Abdelbasset, (2002):** Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées brutes de la ville d'Oujda: canal principal et Oued Bounaïm, Actes Inst.Agro.Vet (Maroc), Vol .22(3) :143-150.
- Adjahouinou Dogbè Clément, Yehouenou Boniface, Liady MouhamadouNourou Dine, Didier Fiogbe Emile, (2014) :** Caractérisation bactériologique des eaux résiduaires brutes de la ville de Cotonou (Bénin), Journal of Applied Biosciences 78:6705 – 6713
- Allalgua A, Ayari Adel, Boutmedjet S, Znati N, Kaouachi Nouha, BOualleg Chahinez, (2014):** Caractérisation physico-chimique et bactériologiques des eaux brutes et potables du Barrage Ain Dalia (Souk- Ahras). 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques, Souk Ahras, Algeria
- Belghyti Driss, El Guamri Youssef, Ztit Ghizlane, Ouahidi Lahcen, Joti Brahim, Harchrass Abdelatif, Amghar Hammou, Bouchouata Ouafae, El Kharrim Khadija, Bounouira Hamid, (2009):** Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en œuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc, Afrique Science 05(2) ,199 - 216
- Boutayeb Mohammed, Bouzidi Abdelhamid, Fekhaoui Mohammed, (2012):** Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouardigha (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2012, n° 34 (2), p. 145-150.
- Degrémont, (2005).** Memento technique de l'eau. Lavoisier ed, isbn: 978-2-7430-0717-1 27430-0717-6.
- Hazourli S, Boudiba L, Ziati M, (2007):** Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-Hadjar, Annaba. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, pp. 45-55
- Kendouci Mohammed Amine, Kharroubi Benali, Maazouzi Abdelhak, Bendida Ali, (2013):** Study of physic-chemical quality of wastewater discharged into the natural environment the case of Bechar River Algeria, Energy Procedia 36, 287 – 292
- Rodier Jean, Legube Bernard, Merlet Nicole, Brunet Régis, (2009).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9eme Édition 1383p.
- Rodrigues A.C, Boroski M, Shimada N.S, Garcia J.C, Nozaki J, Hioka N, (2008).** Treatment of paper pulp and paper mill wastewater by coagulation-flocculation followed by heterogeneous photocatalysis. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 194, 1-10.

## RESEARCH PAPER

# Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun *Culiseta longiareolata*

## *Bioinsecticidal potential of the crude extract of the Saharian plant Artemisia judaica in vector control: case of the common mosquito Culiseta longiareolata*

Fatma Acheuk<sup>1\*</sup>, Khemais Abdellaoui<sup>2</sup>, Wassima Lakhdari<sup>3</sup>, Abderrahmene Dehliz<sup>3</sup>, Malika Ramdani<sup>1</sup>, Fethia Barika<sup>1</sup> et Rabea Allouane<sup>1</sup>

1: Laboratoire de Valorisation et Conservation des Ressources Biologiques, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Boumerdes, 35000, Algérie

2: Département des Sciences Biologiques et de la Protection des Végétaux, Institut Supérieur Agronomique de Chott-Mariem, Université de Sousse, Tunisie

3: Institut National de Recherche Agronomique, Station de Sidi Mehdi, Touggourt, Algérie

Received 22 December 2016; Revised 05 January 2017; Accepted 11 January 2017

### Résumé

Certaines plantes sont connues pour leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires à propriétés insecticides. Ces métabolites pourront être exploités dans le domaine de la lutte contre les insectes ravageurs ou vecteurs d'agents infectieux. La présente étude a pour objectif la mise en évidence des propriétés insecticides d'une plante spontanée collectée du Sahara Algérien (région de Tamanrasset): *Artemisia judaica*. L'extrait éthanolique brut a été préparé par macération. Les bio-essais ont été effectués sur les œufs et les larves du I, II et III stade du moustique commun *Culiseta longiareolata*. Une série de trois doses pour les œufs et 4 doses pour les larves a été testée. Les résultats obtenus montrent qu'à forte dose, l'extrait inhibe complètement l'éclosion des œufs. Sur les larves, l'extrait testé présente une bonne activité insecticide. La dose létale médiane (La DL50) a été atteinte après deux heures du début du traitement, ce qui traduit l'excellent effet insecticide de cet extrait.

Les résultats obtenus sont encourageants et suggèrent la possibilité d'utiliser les métabolites secondaires de *Artemisia judaica* comme bio-insecticide dans le cadre d'une lutte anti-vectorielle.

**Mots-clés:** *Artemisia judaica*, extrait brut, moustique, activité insecticide.

### Abstract

Some plants are known for their ability to synthesize secondary metabolites with insecticidal properties. These metabolites can be used in control of insect pests or vectors of infectious agents. The aim of this study is to explore the insecticidal properties of an Algerian spontaneous plant collected from the Algerian Sahara (Tamanrasset region): *Artemisia judaica*. The crude ethanolic extract was prepared by maceration. The bioassay were carried out on the eggs and the first, second and third instars larvae of common mosquito, *Culiseta longiareolata*, by testing a series of three doses for the eggs and four doses for the larvae. The obtained results showed that the tested extract has an inhibitory effect of embryogenesis for the eggs and a good insecticidal activity on the larvae. The lethal dose 50 (LD50) was reached two hours after treatment for larvae; this finding reflects the excellent insecticidal effect of the test extract.

The obtained results are encouraging and suggest the possibility of using the secondary metabolites of *Artemisia judaica* as bio-insecticide.

**Keywords:** *Artemisia judaica*, crude extract, mosquito, insecticidal activity.

### Corresponding author

Fatma Acheuk

E-mail: fatma.acheuk@yahoo.fr

## Introduction

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de maladies. Les femelles en période de reproduction ont besoin de sang pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain. Parmi les espèces connues dans la transmission des maladies à l'homme, celles appartenant aux genres *Culex*, *Aedes* et *Anopheles* étant les plus citées. Les espèces du genre *Culex* transmettent des maladies parasitaires telles la filariose et la fièvre jaune alors que les espèces du genre *Anopheles* transmettent le paludisme (Alaoui Slimani et al., 1999).

Dans les campagnes de lutte anti-moustique, les matières actives des insecticides utilisés appartiennent aux organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates de synthèse. Ces préparations, bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les moustiques culicidés, présentent plusieurs inconvénients. En effet, en plus de leur coût élevé, elles peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux. Pour Barbouche et al. (2001), l'accumulation significative de matières actives dans les écosystèmes traités, aquatiques et terrestres est un problème de pollution. Par ailleurs, les substances actives des produits utilisés présentent un large spectre d'action et n'épargnent pas les organismes non cibles. A tous ces inconvénients s'ajoute aussi un grand problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (Sinegre et al., 1977). Pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés. Ainsi, pour contribuer à une gestion durable de l'environnement, la mise en place de nouvelles alternatives de contrôle des moustiques est davantage encouragée. Les substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, etc., peuvent aussi être utilisées comme insecticides de remplacement.

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby et al., 1966). D'après Jacobson (1989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées. Récemment, la liitière de l'aulne, plante riche en polyphénols s'est révélée être douée de propriétés toxiques importantes vis-à-vis des larves des moustiques *Culex pipiens* (David et al., 2000).

Dans des travaux plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été démontrées sur les larves d'insectes. Les travaux de Jang et al (2002) sur *A. aegypti* et *C. pipiens* testant l'activité larvicide de certaines légumineuses, et ceux d'Alaoui-Slimani (2002) avec *Mentha pulegium* (Labiée) et de Jang et al. (2002) avec les extraits de plantes médicinales aromatiques ont confirmé l'efficacité insecticide des extraits de ces plantes sur des larves de culicidés.

L'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originale du bassin méditerranéen. Cette flore comporte 3139 espèces, parmi lesquelles 653 sont endémiques (Kazi-Tani et al., 2011). Le Sahara regroupe environ 500 taxons de plantes supérieures (Ozenda, 1983) dont une partie reste de nos jours utilisée par les autochtones comme plantes médicinales (Maire, 1933). L'espèce *Artemisia judaica*, de la famille d'Asteraceae qui a fait l'objet de cette étude, connue sous le nom arabe « Shih » est considérée comme une herbe médicinale (Tackholm, 1974). Les Composés isolés à partir cette espèce ont démontré leur pouvoir anti-paludéen, anti-bactérien et anti-inflammatoire (Saban et al., 2005). L'objectif de cette étude est l'évaluation du pouvoir insecticide de l'extrait brut de la plante *A. judaica* vis-à-vis de l'une des espèces de moustiques communes en Algérie : *Culiseta longiareolata*.

## I. Matériel et méthodes

### I.1. La plante *Artemisia judaica*

La plante testée a été récoltée de la région de Tamanrasset en septembre 2012. La partie aérienne de la plante a été séchée à l'ombre dans un endroit sec et aéré à une température ambiante de 25°C pendant deux semaines. La plante séchée est broyée dans un broyeur électrique type Waring : Commercial-Blender pour réduire la plante en poudre qui été passée par la suite sur un tamis d'une maille de 0,5 mm de diamètre, afin d'obtenir une poudre fine et de granulométrie homogène. La poudre a été conservée dans des flacons en verre hermétiquement fermés à l'abri de la lumière et de l'humidité.

### I.2. Le moustique *Culiseta longiareolata*

Les barquettes de *C. longiareolata* ont été prélevées d'un gîte de ponte au niveau d'un bassin d'eau à la faculté des Sciences de l'Université de Boumerdes. L'incubation des œufs et l'élevage des différents stades larvaires ont été réalisés au niveau du laboratoire à une température de 28-30°C et un éclairage discontinu dans des bacs en plastique. Les larves ont été

alimentées de biscuits et de levure (3/1 : P/P).

### 1.3. Préparation de l'extrait éthanolique brut

Une quantité de 5 g de poudre de la plante a été laissée macérer dans 80 mL d'éthanol pendant 3 jours sous agitation. Après filtration, le résidu a été extrait une deuxième fois avec 40 mL d'éthanol pendant 48h et une troisième macération a été faite avec 20 mL d'éthanol pendant 24h. Les extraits ont été ensuite combinés et filtrés.

L'extrait éthanolique a été soumis à une évaporation sous vide à 40°C. L'extrait brut a été récupéré dans un pilulier en verre puis séché jusqu'à l'évaporation totale de l'éthanol.

### 1.4. Activité insecticide

#### 1.4.1. Activité ovicide

Trois doses de l'extrait brut de *A. judaica* ont été testées sur les œufs du moustique *C. longiareolata*: 5 ; 7,5 et 10 g/L d'eau. 20 mL de chacune des trois solutions sont mises dans des gobelets en plastique. Les barquettes sont ensuite déposées à la surface de ces solutions d'extraits à raison d'une barquette par gobelet. Pour chaque dose, l'incubation se fait à température ambiante. L'éclosion des œufs est surveillée et le nombre de larves mortes juste après émergence est compté toutes les 24h pendant 2 jours. Un essai témoin a été conduit en utilisant une eau sans extrait. L'ensemble des essais a été réalisé en quatre répétitions.

#### 1.4.2. Activité larvicide

À partir des résultats des essais ovicides, une gamme de concentrations variables allant de 0,31 à 5 g/L d'eau a été préparée. Les essais larvicides ont été réalisés sur les trois premiers stades larvaires : L1, L2 et L3. Un nombre de 20 larves d'un même stade et de même âge sont prélevées à l'aide d'une pipette à poire et sont introduites dans un gobelet contenant 20 mL de chacune des solutions insecticides préalablement préparées. Pour le témoin, les larves étaient déposées dans les gobelets contenant uniquement 20 ml d'eau. Les mortalités ont été calculées après un temps d'exposition de 2h, 4h, 24h, et 48h. Quatre répétitions ont été effectuées pour chacune des doses testées.

Le pourcentage de mortalité observé pour chaque répétition chez les larves témoins et traitées a été calculé selon la formule suivante :

$$\text{Taux de mortalité } (\%) = (\text{Nombre de mort} / \text{nombre}$$

$$\text{total d'individu}) \times 100$$

Les mortalités observées ont été corrigées à l'aide de la formule d'Abbott (1925) en tenant compte des mortalités naturelles observées dans les lots témoins.

$$M_c = ((M_2 - M_1) / (1 - M_1))$$

Avec :

$M_1$  : pourcentage de mortalité dans le lot témoin.

$M_2$  : pourcentage de mortalité dans le lot traité.

$M_c$  : pourcentage de mortalité corrigée.

La DL50 est calculée à partir des droites de régression probits =  $f(\log \text{ dose})$ .

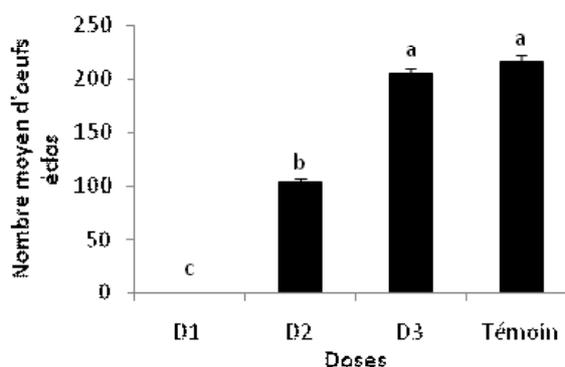
### I.5. Analyse statistique

Les tests de significativité de l'influence des différents traitements ont été réalisés par le biais d'une analyse de variance en utilisant le logiciel XLSTAT 7.5.2. Les comparaisons des moyennes ont été effectuées à un degré de signification de 5 % par le test de Tukey.

## II. Résultats

### II.1. Effet ovicide de l'extrait brut de *A. judaica* sur les œufs de *C. longiareolata*

L'extrait brut de *A. judaica* a été testé sur les œufs de *C. longiareolata* à trois différentes doses : 5 ; 7,5 et 10 g/L. Les résultats obtenus (Fig. 1) montrent que l'extrait de la plante testée présente une bonne activité ovicide. Cette action évolue avec l'augmentation des doses de l'extrait testé : La plus forte dose testée (D3 : 10 g/L) a inhibé complètement l'éclosion, seu-



**Figure 1.** Evolution de la mortalité des larves L1 après éclosion des œufs de *C. longiareolata* en fonction des doses d'extrait éthanolique brut de *A. judaica* testées (D1=5 g/L, D2=7,5 g/L et D3=10 g/L). (moyenne ± écart-type, n=20). a b et c : moyennes significativement différentes (test de Tukey,  $p < 0,05$ ).

les deux larves L1 ont émergées. L'effet inhibiteur est moins accentué pour la dose moyenne 7,5 g/L. Pour la plus faible dose (5 g/L), l'extrait n'a eu aucun effet sur l'embryogenèse et l'éclosion des œufs était totale ; 205 larves L1 ont émergées, puis immédiatement tués par l'extrait.

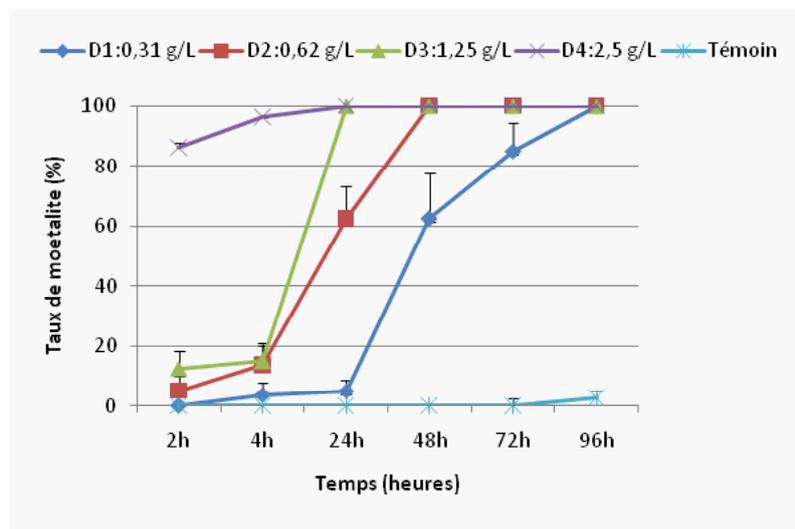
## II.2. Effet larvicide de l'extrait de *A. judaica* à l'égard des larves L1, L2 et L3 de *C. longiareolata*

Les résultats des tests de toxicité de l'extrait brut de *A. judaica* réalisés sur les larves du premier stade de *C. longiareolata* nouvellement émergées (Fig. 2) montrent une relation dose-effet. En effet, la plus

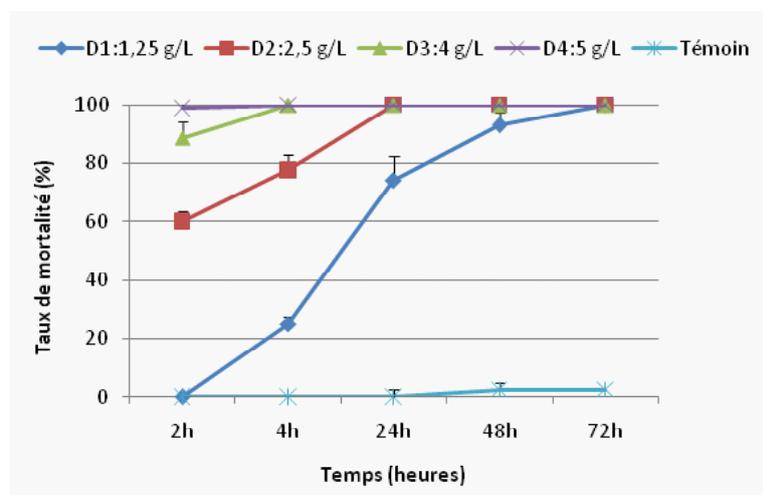
forte dose (D4 : 5 g/L) a entraîné une mortalité de 88,47% après deux heures d'exposition. 100 % de mortalité ont été obtenues après quatre heures d'exposition. La faible dose testée n'a entraîné 100 % de mortalité qu'après 96h.

Tout comme pour les larves L1, une augmentation du pourcentage de mortalité des larves L2 traitées a été notée avec l'augmentation des doses de l'extrait testé. Les 100 % de mortalité sont obtenues après 24 h d'exposition pour les deux fortes doses : D4 et D3 (1,25 et 2,5 g/L).

La figure 4 illustrant l'évolution des pourcentages de mortalité cumulée des larves L3 en fonction du

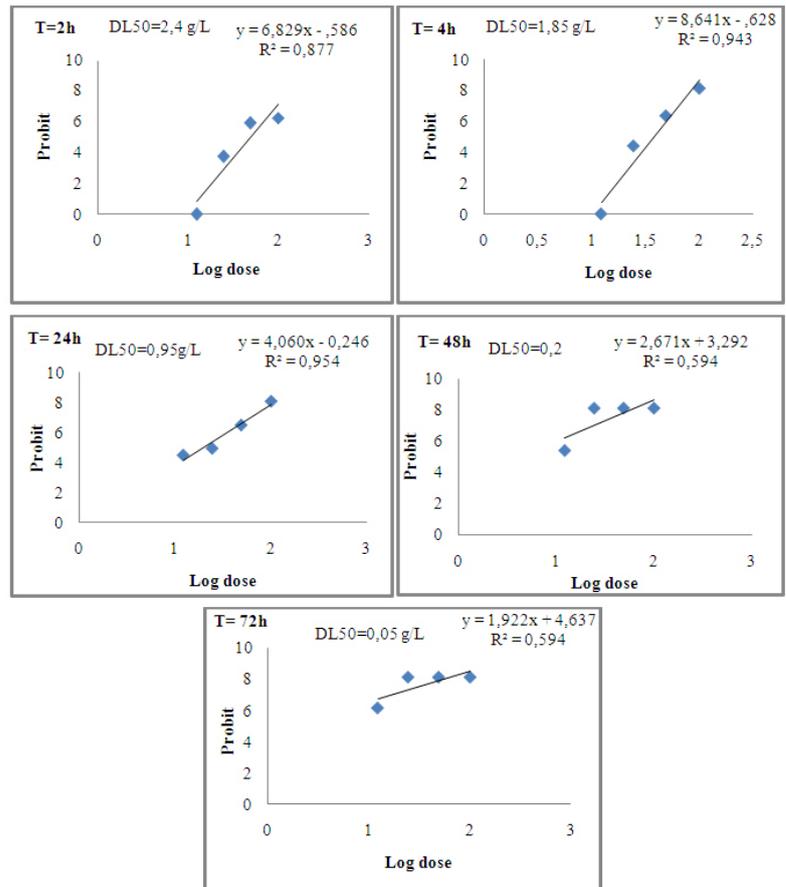


**Figure 3.** Cinétique de mortalité des larves L2 de *C. longiareolata* témoins et traitées à l'extrait éthanolique brut de *A. judaica*. Différence significative  $p < 0,05$  (Anova à 5 %).

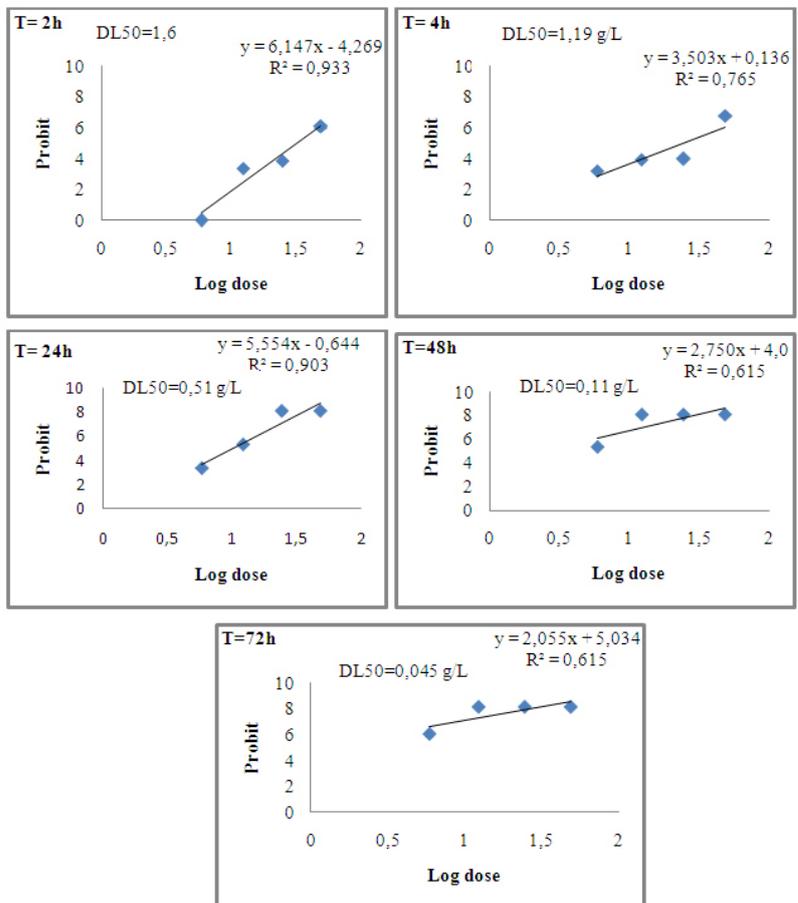


**Figure 4.** Cinétique de mortalité des larves L3 de *C. longiareolata* témoins et traitées à l'extrait éthanolique brut de *A. judaica*. Différence significative  $p < 0,05$  (Anova à 5 %).

**Figure 5.** Droites de régression : Probits en fonction du log doses des larves L1de *C. longiareolata* traitées à l'extrait éthanolique brut de *A. judaica*.



**Figure 6.** Droites de régression : Probits en fonction du log doses des larves L2 de *C. longiareolata* traitées à l'extrait éthanolique brut de *A. judaica*



temps, montre que les larves de *C. longiareolata* sont sensibles à l'extrait testé. Les 100 % de mortalité sont observés 2 heures après traitement avec la dose D3 : 4 g/L.

### II.3. Evaluation de la DL50

Le traçage des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses à différents temps d'observation, a permis de calculer les DL50 pour les différents stades larvaires L1, L2 et L3 et qui sont représentées par les figures 6,7 et 8.

Ces figures montrent que l'effet toxique de l'extrait analysé est clairement apparent à travers les valeurs de la DL50 trouvées. Ces valeurs diminuent dans le temps, ce qui traduit la bonne efficacité des extraits testés.

Pour les larves L1, la DL50 la plus élevée a été obtenue après 2h d'exposition et elle est de 2,4 g/L. La faible valeur de DL50 était de 1,54 g/L, elle a été obtenue après trois jours d'exposition.

Pour les larves L2, la DL50 calculée après 2 heures d'exposition était de 1,6 g/L. Ce résultat explique la grande résistance des larves L1 comparativement aux

larves L2.

La DL50 obtenue après deux heures d'exposition pour les L3 est de 2,28 g/L.

### III. Discussion et conclusion

Dans cette étude, une évaluation de l'effet insecticide de l'extrait éthanolique brut de la partie aérienne de la plante *A. judaica* (Asteracea) connue pour son activité insecticide a été réalisée. Les résultats des essais de toxicité de l'extrait brut de la plante ont révélé un bon effet ovicide et larvicide avec une relation dose-réponse. En effet, à forte dose, l'extrait a inhibé complètement l'éclosion des œufs. Sur les larves, une progression de la mortalité en fonction des doses a été observée. Les 100 % de mortalité ont été obtenus après quatre (04) heures d'exposition pour les L1 et les L3 et ce avec la plus forte dose. Pour les L2, la mortalité de 100 % a été obtenue après 24 h d'exposition. Le fort pouvoir insecticide de cette plante est lié à la richesse de cette plante en métabolites secondaires (Acheuk et al, 2017 in press). Comme nos résultats, Masotti et al. (2012) ont rapporté que des extraits éthanoliques de *A. molinieri* et de *A. campestris* Var *glutinosa* ont montré une activité larvicide contre

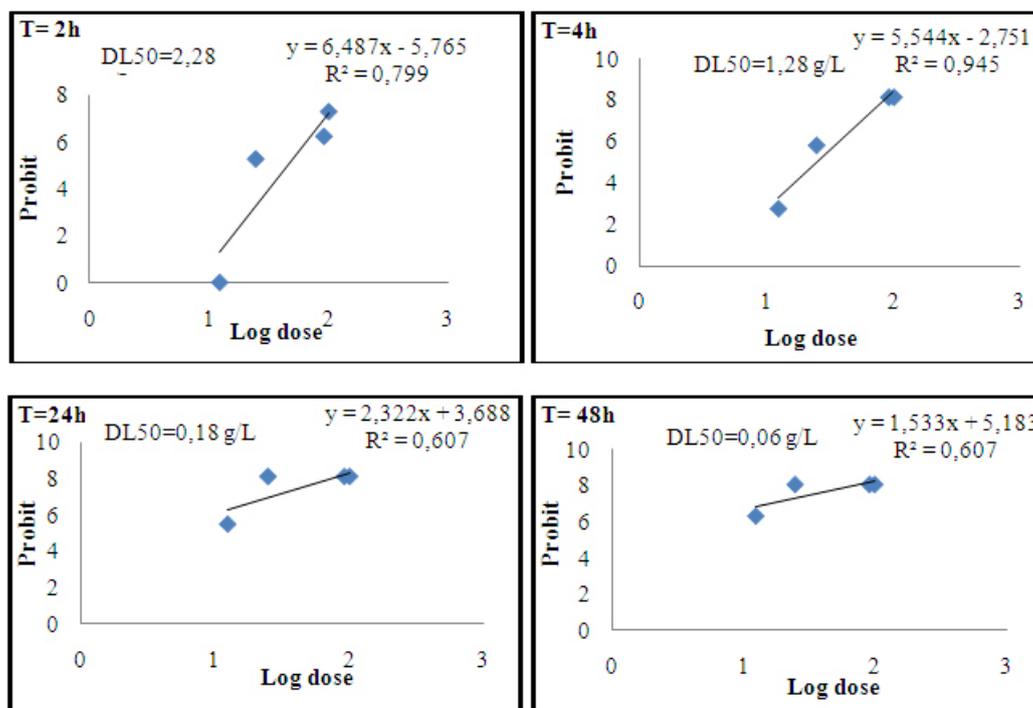


Figure 7. Droites de régression : Probits en fonction du log doses des larves L3 de *C. longiareolata* traitées à l'extrait éthanolique brut de *A. judaica*

le moustique *C. pipiens*. Cependant, des extraits de *A. molinieri* ont révélé une activité larvicide plus élevée que celle de *A. Campestris*. Les différences de l'effet biocide trouvé de ces extraits testés pourraient être expliquées par leur composition chimique différente.

Les travaux de Macedo et al. (1997) sur l'activité larvicide des extraits brut de *Tagetes minuta*, recueillie du Brésil, contre les larves du quatrième stade du moustique *Aedes ochlerotatus fluviatilis* (Diptera: Culicidae) ont montré une CL90 et une CL50 respectivement de 1,5 et de 1,0 mg/L. Cette plante a entraîné une mortalité de 100 % à 10 mg/L après 48h d'exposition. Cette plante se montre très toxique, son effet insecticide est lié à la présence d'un composé : le 5- E-ociménone qui a été décrit comme le principe actif de la plante *Tagetes minuta* (Maradufu et al., 1978).

Les travaux d'Arivoli et al. (2011) ayant évalué les effets de différents extraits de *A. Vernonia cinerea* collectées en Inde contre les L3 de *Culex quinquefasciatus*, ont mis en évidence une bonne activité insecticide des extraits testés avec une relation mortalité-concentration. Parmi les quatre extraits testés, l'extrait d'acétate d'éthyle a été le plus efficace suivi par l'extrait chloroformique et acétonique. La CL50 et 90 pour l'extrait d'acétate d'éthyle étaient évaluées respectivement à 1,63 et 4,25 mg/ml après 24 h de contact.

L'étude phytochimique des extraits des espèces du genre *Artemisia* a mis en évidence la présence de nombreux métabolites secondaires principalement les monoterpénoïdes comme le vulgareole, le spathulenole, le vulgarein, le triterpénoïde :  $\alpha$ -amryine et  $\alpha$ -amryine acétate et le fernenole (Glasby, 2005 ; Ciulei, 1993). Les propriétés insecticides d'*Artemisia vulgaris* et d'autres espèces du genre *Artemisia* ont été attribuées à la présence de ces métabolites secondaires.

L'extrait éthanolique brut de la plante *A. judaica* a présenté des propriétés insecticides importantes sur les œufs et les larves de moustique au stade I, II et III.

Les résultats obtenus sont donc encourageants et laissent suggérer la possibilité d'utiliser les métabolites secondaires de cette plante des régions arides comme bioinsecticide, vu son bon pouvoir larvicide.

## Références bibliographiques

- Acheuk F. Lakhdari W. Abdellaoui K. Belaid M. Allouane R., Halouane F. Phytochemical study and bioinsecticidal effect of the crude ethonolic extract of the algerian plant *Artemisia judaica* L. (Asteraceae) against the black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. Article in press, J. Agri. Fores 2017.
- Alaoui Slimani N, Joud N, Benhoussa A, Hajji K. Typologie des habitats d'Anopheles dans une zone urbaine (Diptera Culicidae). Entomologiste 1999 ; 55 ; 5 ; 181-190.
- Allal-Benfekih L. Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien, perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques. Thèse de doctorat, Université de LIMOGES. 2006 ; 150 p.
- Arivoli S. Samuel T. Jesudoss J.M. Larvicidal efficacy of *Vernonia cinerea* (L.) (Asteraceae) leaf extracts against the filarial vector *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). J. of Biopesticides 2011; 4 ; 1 ; 37 - 42,
- Barbouche N. Hajjem B. Lognay G. Ammar M. (2011). Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Hérit. (Solonaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). Biotechnol. Agron. Soc. Environ 2011 ; 5 ; 2 ; 85-90.
- Ciulei I. Methodology for analysis of vegetable drugs. UNIDO, Romania, 1983.
- Crosby DG. Natural pest control agents. In Gould, R.F. Natural Pest Control Agents. Adv. Chem. Ser. American Chem. Society: Washington ; 1966.
- David JP. Rey D. Pautou MP. Meyran JC. Differential toxicity of leaf litter to dipteran larvae of mosquito developmental sites. J. Invertebr. Patho 2000. 75; 9-18.
- Glasby JS. Dictionary of plants containing secondary metabolites: Taylor and Francis e-Library: Philadelphia, 2005.
- Isman MB. Les insecticides botaniques, la dissuasion et répulsifs dans l'agriculture moderne et de plus en plus réglementé monde. Ann Review of Entom 2006; 51; 45-66.
- Jang YS. Baek BR. Yang YC. Kim MK. Lee HS. Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens*. J. Am. Mosq. Control. Assoc 2002 ; 18 ; 3 ; 210-213.

Kazi-Tani C. Le Bourgeois T. Munoz F. Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nod-Ouest algérien) : aspects botanique, agronomique et phytocologique. Association Française de Protection des Plantes. AFPP- 21ème Conférence du COUMA- Journée internationale sur la lutte contre les mauvaises herbes, Dec 2010, Dijon, France.

Maire R. Études sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, 1933, 3, Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.

Masotti V. De Jong L. Moreau X. Rabier J. Laffont Schwob I. Thiery A. Larvicidal activity of extracts from *Artemisia* species against *Culex pipiens* L. mosquito: Comparing endemic versus ubiquitous species for effectiveness. *Comptes Rendus Biologies* 2012; 335; 19-25.

Maradufu AR. Lubega R. Dorn F. Isolation of (5E)-Ocimenone, mosquito larvicide from *Tagetes minuta*. *Lloydia* 1978 ;41 ; 181-183.

Ozenda P. La flore du Sahara septentrional et central, CNRS, France, 1958.

Saban K. Recep K. Ahmet M. Ahmet CAA. Ali Y. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisiaabsinthium*, *Artemisia dracunculus*, *Artemisiaantonium*, and *Artemisia-picigera essential oils*. *J Agric Food Chem*. 2005 ; 53 ; 9452-9458.

Sinegre G. Jilien JL. Gaven B. Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le Midi de la France. *Parasitologia* 1977; 19 ; 79-94.

Tackholm V. Flora étudiants de l'Égypte. Caire University Press, Coopérative d'impression Co, Beirrut, Liban, 1974.

Tonk SR. Bartarya R. Maharaj KK. Bhatnagar VP. Srivastava SS. Effective method for extraction of larvicidal component from leaves of *Azadirachta indica* and *Artemisia annua* Linn, *J of Envi Biol* 2006 ; 27 ; 103-105.

## RESEARCH PAPER

# Biological control of date palm diseases with native antagonistic fungi of Oued Righ region (Algerian Sahara)

## *Lutte biologique contre les maladies fongiques du palmier dattier avec des champignons antagonistes de la région d'Oued Righ (sahara algérien)*

F Ouadah<sup>1</sup>, W. Lakhdari<sup>2</sup>, A. Dehliz<sup>2</sup>, F. Acheuk<sup>3</sup>, R. Mlik<sup>2,4</sup>, W. Benlamoudi<sup>2,4</sup>, H. Hammi<sup>2</sup>, M. Berrekbia<sup>2</sup>, S. Gueriani<sup>2</sup>, B. Doumandji-Mitiche<sup>5</sup>

1. Department of agronomy, Faculty of natural and life science, University of Mostaganem, Algeria.
2. National institute of agronomic research of Algeria, Station of Sidi Mehdi, Touggourt, Algeria.
3. Department of biology, Faculty of sciences, Valcore laboratory, University of Boumerdes, Algeria.
4. Department of Agronomic sciences, Faculty of natural and life sciences, University of Ouargla, Algeria.
5. National and superior school of agronomy, Al-Harrache, Algies, Algeria.

Received 6 January 2016; Revised 11 May 2016; Accepted 25 May 2016

### Abstract

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the principal species in the south of Algeria. However, this speculation is confronted to some problems including plant health. Several fungal and bacterial antagonists were used to control plant diseases. The present study was undertaken to investigate the interaction of antagonistic fungi (*Trichoderma harzianum*, *Pythium sp.* and *Aspergillus niger*) and pathogenic fungi (*Fusarium sp.* and *Alternaria sp.*) of date palms. The confrontation test of two groups of microorganisms with the antagonists on nutrient agar revealed the inhibition of mycelia growth of the two fungi. The *Fusarium sp.* was inhibited with 68% by *T. harzianum*, 63% by *Pythium sp.* and 46% by *A. Niger*. As for the *Alternaria sp.*, inhibition rates of 63% and 54% were exercised by *T. harzianum* and *Pythium sp.*, respectively. Starting from the sixth day of the cultivation, the antagonistic fungi invaded the colonies of the pathogenic fungi and began to sporulate marking a very important myco-parasitic power.

**Keywords:** Date palm, biological control, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, antagonistic fungi, Algeria.

### Résumé

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est l'une des principales espèces cultivées dans le sud algérien. Cette spéculation a été confrontée à quelques problèmes phytosanitaires. Plusieurs champignons et bactéries antagonistes sont utilisés en lutte biologique. La présente étude a été menée afin d'étudier l'interaction entre des champignons antagonistes (*Trichoderma harzianum*, *Pythium sp.* et *Aspergillus niger*) et des champignons phytopathogènes (*Fusarium sp.* et *Alternaria sp.*) du palmier dattier. Le test de confrontation des deux groupes de microorganismes dans un milieu de culture artificiel (PDA) a révélé un effet inhibiteur très marqué. Le *Fusarium sp.* a été inhibé de 68% par *T. harzianum* 63% par *Pythium sp.* et 46% par *A. Niger*. Quant à l'*Alternaria sp.*, des taux d'inhibition de 63% et 54% ont été exercés par *T. harzianum* et *Pythium sp.*, respectivement. A partir du sixième jour de la mise en culture, les champignons antagonistes envahissent les colonies des champignons phytopathogènes et commencent à sporuler et marquer un pouvoir myco-parasitaire très important.

**Mots-clés:** Palmier dattier, lutte biologique, *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.*, champignon antagoniste, Algérie.

### Corresponding author

W. Lakhdari  
E-mail: lakhdariwassima@yahoo.fr

## 1. INTRODUCTION

The date palm is one of the well adapted species to the arid, semi-arid and hot areas. It has the ultimate fruit of the desert where it plays at the same time an economic role thanks to the production of the dates which constitutes a base of human and animal consumption, and an ecological role since it confers on the oasis. Its structure makes protection against the wind and the projection of the desert while creating under its cover a microclimate favorable to the development of many additional cultures that condition the saving of the oasis and the stability of the populations which live there.

Date palms can be subject to many diseases or complexes of diseases, among which some are serious, can result an inescapable death. Many review works were published on the pathology of date palm; by many authors. Thus, laboratory studies were conducted into the pathology laboratory of the station of INRAA, 13 fungi were found on different parts of the dead palm trees. The following fungal types were identified: *Diplodia phoenicum*, *Theilaviopsis paradoxa*, *Phytophthora* sp., *Helminthosporium* sp., *Stemphylium botryosum*, *Alternaria* sp., *Aspergillus niger*, *Aspergillus* sp., *Cladosporium* sp. and *Fusarium* sp. (Lakhdari et al., 2013).

In order to look for other alternatives methods by using biological control against aggressive pathogenic fungi of date palm, in this work we studied the interaction between three antagonistic fungi isolated from potato culture of Oued Righ region in the experimental station of Sidi Mehdi (INRAA) against two pathogenic fungi which cause diseases on the date palm of the southeastern Algeria.

This work therefore consists by studying *in vitro* the interaction between these antagonistic and pathogenic fungi of palm trees by direct contact.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Fungal agents

Infected vascular tissues from stem, leaflet and root parts of date palm cultivar showing symptoms were collected separately from farmer's field in the regions of Megarine and Beldet Omar which are situated in the southeastern of Algeria (Oued Righ) (Fig. 01).

The analytical techniques used were those usually practiced in a laboratory of plant pathology. Fragments of reached parts from 5 to 10 mm presenting of the typical symptoms are cut out then planted in a suitable culture medium after disinfection, rinsing with sterile distilled water, and then drying (Fig. 02). Incubation takes place at a temperature between 24-26 °C. Once well differentiated colonies, they will be then re-inoculated in the same medium of sowing (for obtaining the purified cultures).

The identification of fungal flora is not only carried out by the color and the shape of the colony but also from an examination of mycelia and conidia on the nutrient medium. We used the following identification keys: Barnett (1972) and Ellis (1971).

### 2.2. Antagonistic agents

For the isolation of the antagonist *Trichoderma harzianum*, we collected the leaves of the potato which have morbid symptoms were cut into small pieces and then subjected to disinfection with sodium hypochlorite (5%) for 3 min, then rinsed with sterile distilled



Figure 01: Infected palm trees

water. This operation aimed to eliminate saprophytic flora. After these, fragments were dried on a paper sterile filtered and aseptically placed on an agar medium (PDA) into Petri dishes with 3 fragments per dish. Incubation took place at 20 °C under a photoperiod of 12 hours (Fig. 03).

The other antagonistic fungi were isolated from soil (*Pythium sp.*) and palm trees (*Aspergillus niger*).

### 2.3. Method of mycelia growth measurement

The direct confrontation between the antagonistic fungi and the pathogens agent was studied by the method of Rappilly (1968). This method consists to put on the same Petri, two agar pellets (5 mm diameter) one strain of the antagonist and other of pathogen are positioned along a diametrical axis 3 cm away (Figs. 04, 05). We have tested every antagonist on every pathogen (*T. harzianum* vs *Fusarium sp.*, *T. harzianum* vs *Alternaria sp.*; *Pythium sp.* vs *Fusarium sp.*, *Pythium sp.* vs *Alternaria sp.* and *A. niger* vs *Fusarium sp.*) with three repetitions in every test; incubation is performed at 25°C for six days in the dark.

The evolution of mycelia growth was performed every 24 hours by measuring the diameter of the colony of the pathogen and the antagonist. The valuation of inhibition by the antagonist is estimated by calculating the percentage of inhibition of mycelia growth by the following formula:

$$I \% = [1 - C_n / C_o] \times 100$$

**C<sub>n</sub>**: average diameter of colonies of pathogen in the presence of the antagonist.

**C<sub>o</sub>**: average diameter of colonies of control.

### 2.4. Statistical analyses

For the *in vitro* (on Petri plates) assays, the data were collected as mean colony diameter (average of two perpendicular diameters) values in each replication. These analyses were calculated by statistical software (STAT BOX 6.0.4., GRIMMERSOFT). The device is held in total uni-factorial randomization by Newman and Keuls test at 5% and 1% ( $P \leq 0.05$  and  $P \leq 0.01$ ). The antagonistic treatments (fungi species and untreated control) and *Fusarium sp.*, *Alternaria sp.* were the two fixed factors.



Figure 02: Sowing fungi

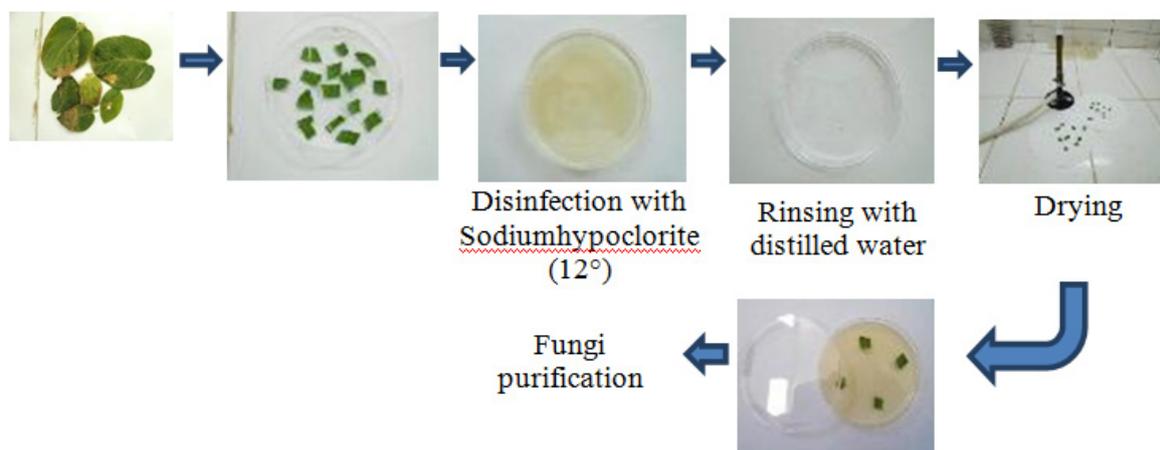


Figure 03: Sowing and purification of indigenous fungi

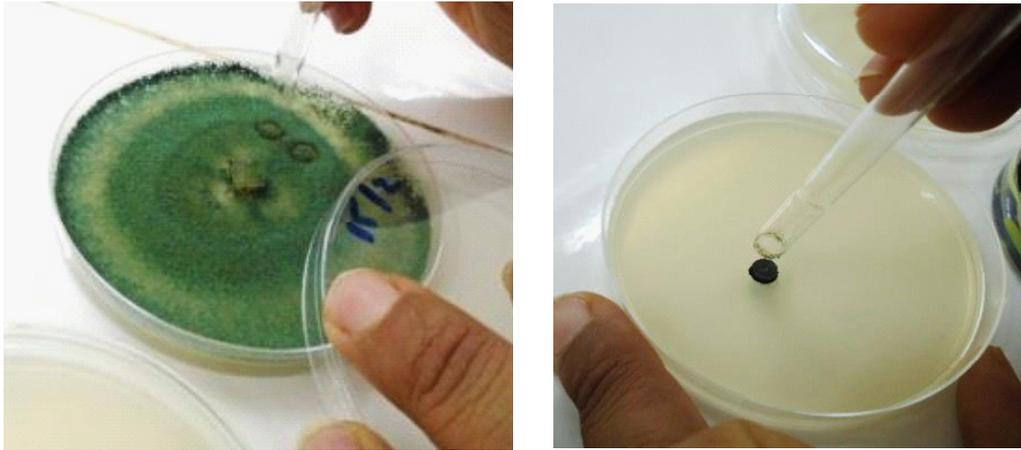


Figure 04: Antagonism method

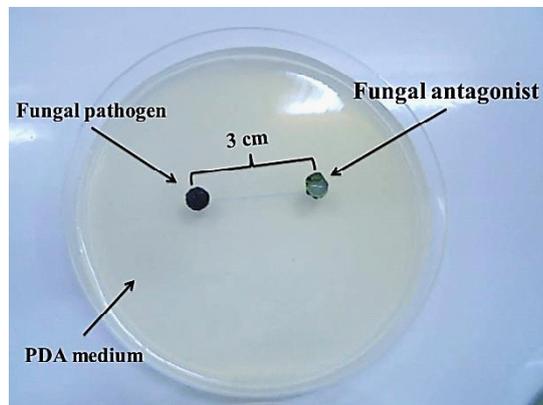


Figure 05: Measurement of mycelia growth

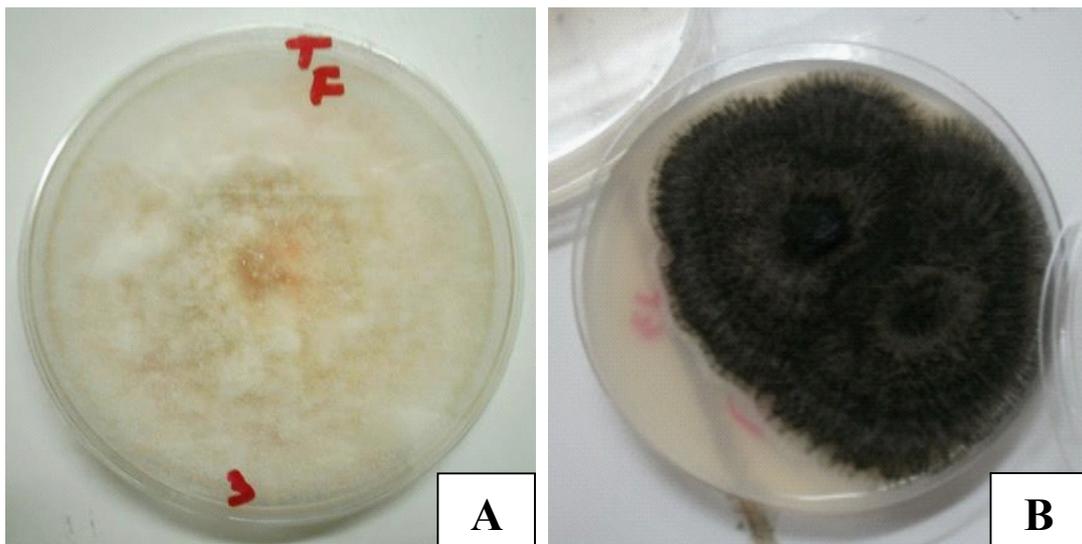


Figure 06: Fungal pathogens (A: *Fusarium* sp.; B: *Alternaria* sp.)

### 3. Results

#### 3.1. Fungal antagonists and pathogens

Among the isolated fungi from the palm trees, we have observed that the most important fungi were *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.* (Fig. 06) with an abnormal symptoms on the date palms; and according to the antagonism effects of several fungi, we were isolated from the soil of the experimental station of Sidi Mehdi (INRAA) some fungi which contain an antagonist characters like *T. harzianum* and *Pythium sp.*, with an addition one (*A. niger*) which were isolated from palm trees (Fig. 07).

#### 3.2. Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Trichoderma harzianum*

Direct confrontation of *T. harzianum* and *Fusarium sp.* showed a faster mycelia growth of *T. harzianum* than of *Fusarium sp.* (Fig. 08). After three days of incubation, the Petri was completely filled by the antagonist, while the *Fusarium sp.* only occupied a surface of 12,33 mm diameter; which corresponded to an inhibition of mycelia growth greater than 68% (Tab. 01). The control of *Fusarium sp.* occupied an area of approximately 39 mm in diameter until the fifth day (Fig. 08).

**Table 1:** Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Trichoderma harzianum*

Days	Pathogen <i>Fusarium sp.</i>	Antagonist <i>T. harzianum</i>	Control <i>Fusarium sp.</i>	Inhibition percentage
1	4,5 mm	8 mm	5 mm	10 %
2	9,66mm	26,33 mm	15,16 mm	36 %
3	12,33 mm	39 mm	24,16 mm	50 %
4	12,33 mm	39 mm	34,16 mm	63 %
5	12,33 mm	39 mm	39 mm	68 %
6	12,33 mm	39 mm	39 mm	68 %

**Table 2:** Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *Trichoderma harzianum*

Days	Pathogen <i>Alternaria sp.</i>	Antagonist <i>T. harzianum</i>	Control <i>Alternaria sp.</i>	Inhibition percentage
1	-	-	-	-
2	3,16 mm	3,83 mm	3,5 mm	10 %
3	5,75 mm	7 mm	10,25 mm	44 %
4	7,66 mm	10,66 mm	15,5 mm	51 %
5	8,66 mm	14,83 mm	18,16 mm	53 %
6	9 mm	18,33 mm	24,16 mm	63 %

#### 3.3. Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *T. harzianum*

Direct confrontation of *Trichoderma harzianum* and *Alternaria sp.* showed a faster mycelia growth of *T. harzianum* than that of *Alternaria sp.* (Fig. 09). After six days of incubation, the Petri was filled by the antagonist, with a remarkable growth rate. Whereas, *Alternaria sp.* occupied a surface area of 9 mm in diameter; with more or less aerial mycelium and a low growth rate compared to the antagonist. This correspond an inhibition of mycelia growth by 63% (Tab. 02).

#### 3.4. Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Pythium sp.*

The antagonism test between *Pythium sp.* and *Fusarium sp.* showed a faster mycelia growth of *T. viride* than that of *Alternaria sp.* (Fig. 10). For four days after incubation, the Petri was completely filled by the antagonist, with an amazing growth rate. Whereas, *Fusarium sp.* occupied a surface area of 2,25 mm in diameter (Fig. 10). This antagonist correspond an inhibition of mycelia growth by 63% (Tab. 3).

#### 3.5. Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *Pythium sp.*

The results presented in the table below, the direct confrontation of *Pythium sp.* and *Alternaria sp.* showed a faster mycelia growth of *Pythium sp.* than of *Alternaria sp.* (Fig. 11). After four days of incubation, the Petri was completely filled by the antagonist, while the *Alternaria sp.* only occupied a surface of 9 mm diameter; which reached to an inhibition of mycelia growth greater than 54% (Tab. 4). The control of *Alternaria sp.* occupied an area of approximately 28,5 mm in diameter until the sixth day (Fig. 11).

**Table 3:** Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Pythium sp.*

Days	Pathogen <i>Fusarium sp.</i>	Antagonist <i>Pythium sp.</i>	Control <i>Fusarium sp.</i>	Inhibition percentage
1	-	-	-	-
2	1 mm	13 mm	3 mm	67%
3	2,25 mm	32,25 mm	4,75 mm	53%
4	2,25 mm	40,75 mm	6,62 mm	66%
5	3,45 mm	43,5 mm	8,5 mm	59%
6	3,75 mm	45 mm	10,25 mm	63%

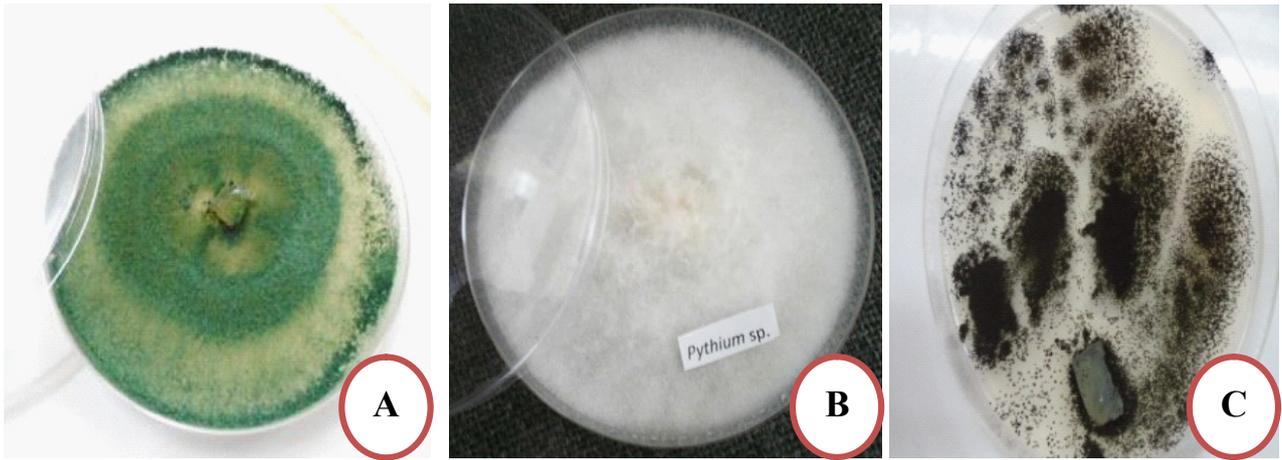


Figure 07: Fungal antagonists (A: *T. harzianum*; B: *Pythium sp.*; C: *A. niger*)

Figure 08: Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Trichoderma harzianum* after six days of incubation

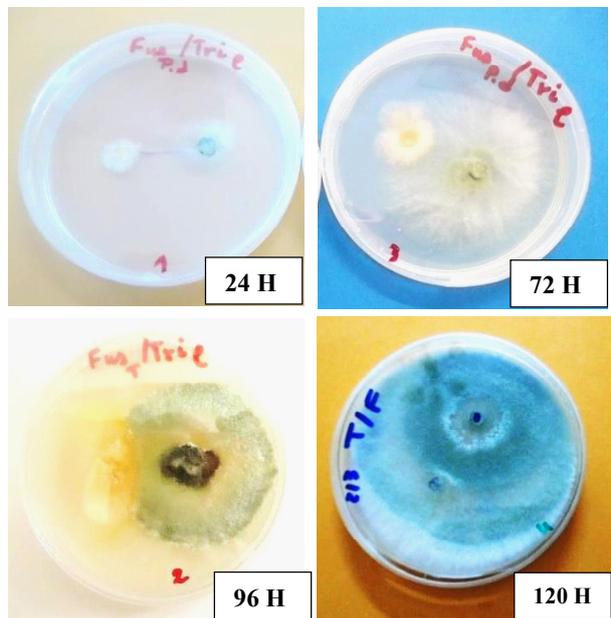
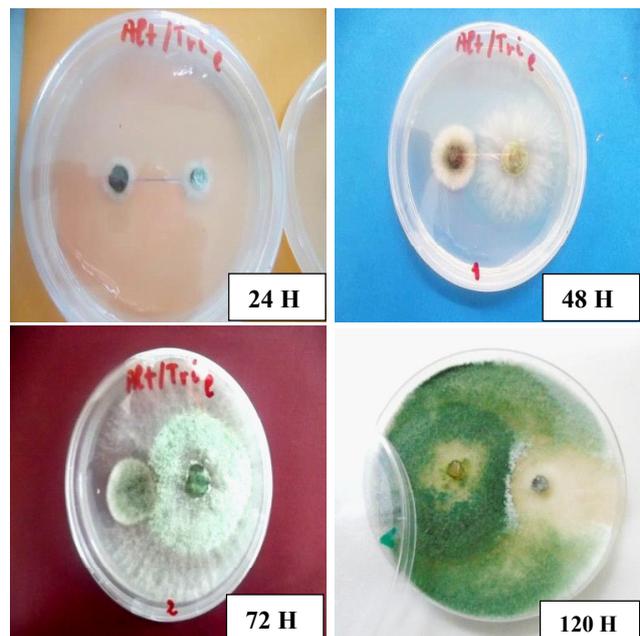


Figure 09: Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *Trichoderma harzianum* after six days of incubation



**Table 4:** Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *Pythium sp.*

Days	Pathogen <i>Alternaria sp.</i>	Antagonist <i>Pythium sp.</i>	Control <i>Alternaria sp.</i>	Inhibition percentage
1	-	-	-	-
2	3,83 mm	18,33 mm	5,66 mm	32%
3	8,66 mm	32 mm	12 mm	28%
4	9 mm	38 mm	17,83 mm	50%
5	12,16 mm	47,16 mm	23,5 mm	48%
6	13 mm	47,5 mm	28,5 mm	54%

**Table 5:** Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Aspergillus niger*

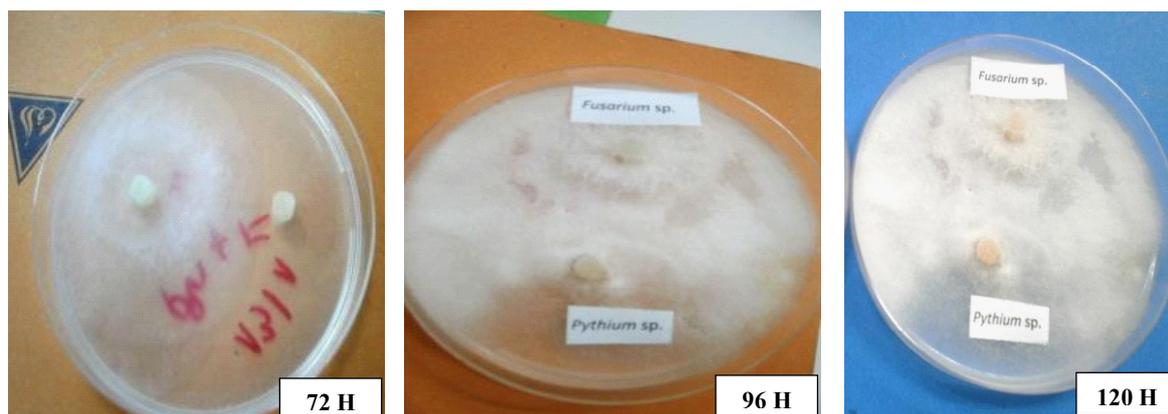
Days	Pathogen <i>Fusarium sp.</i>	Antagonist <i>A. niger</i>	Control <i>Fusarium sp.</i>	Inhibition percentage
1	-	-	-	-
2	1,66 mm	2 mm	3 mm	45%
3	2,25 mm	3,16 mm	4,75 mm	53%
4	3,33 mm	3,66 mm	6,62 mm	50%
5	5,5 mm	29,66 mm	8,5 mm	35%
6	5,5 mm	45,16 mm	10,25 mm	46%

### 3.6. Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Aspergillus niger*

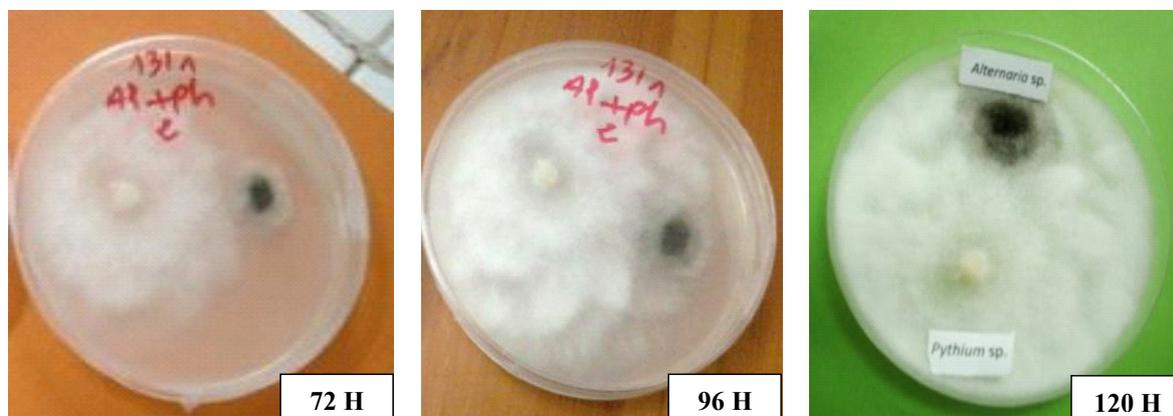
The data of the table below showed us a great inhibition between the antagonist *Aspergillus niger* and the pathogen *Fusarium sp.*(Fig. 12). After six days of incubation, the Petri was completely filled by the antagonist, while the *Fusarium sp.* occupied a surface of 5,5 mm diameter; which corresponds to an inhibition of mycelia growth greater than 46% (Tab. 5).

### 3.7. Statistical analyses

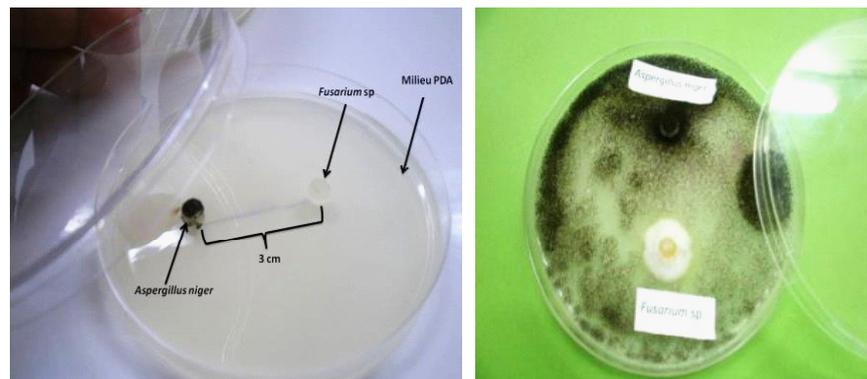
The statistical analyses showed that all treatments tested on the pathogenic fungal of palm trees had a significant effect. These results confirm that there is an inhibition caused by the antagonistic fungi against the two pathogenic fungi.



**Figure 10:** Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *Pythium sp.* after six days of incubation



**Figure 11:** Direct confrontation between *Alternaria sp.* and *Pythium sp.* after six days of incubation



**Figure 12:** Direct confrontation between *Fusarium sp.* and *A. niger* after six days of incubation

#### 4. Discussion

Whipps and McQui lken (1993) reported that *A. niger*, *A. terreus*, *P. citrinum*, *T. harzianum* and species of *Bacillus* control soil-borne diseases (In Alwathnani, 2012). According to the last author, biological control of *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* by *A. niger* revealed a rate of 35,6% and by *T. harzianum* was about 44,4%.

The *Trichoderma* have been known a long time ago by their antagonistic activities against many fungi such as: *Fusarium solani var coeruleum*, *Fusarium roseum var sambucinum* and *Fusarium roseum var graminearum* (Daami-Remadi, 2001); *Alternaria alternata* (Gveroska & Ziberoski, 2011); *Fusarium oxysporum f. sp. Lentis* (Essalmani & Lahlou, 2004).

Also Sundaramoorthy and Balabaskar (2013) have found that the efficacy of *Trichoderma spp.* against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici* note an important rate of 57%. Therefore, the antagonist *T. harzianum* is chosen to be the most promising bio-control agent for *F. oxysporum f. sp. lycopersici*.

The same author said that the mycelia growth inhibition of *F. oxysporum* (60%) at the 5th day in the confrontation plate assay was negatively correlated with mycelia growth of *F. oxysporum* in the presence of *T. harzianum*.

Allowing to Jat & Agalave (2013), in an investigation *Trichoderma harzianum* hampered the growth of *Alternaria alternata* by 48.33% but Hussainet al., (2009) found that *Trichoderma harzianum* reduced the growth of *Alternaria alternata* by 67.7%.

Chanchal (2014), in antagonistic tests, found that *T. harzianum* inhibited 70% growth of *Fusarium moniliforme* and 55% of *Fusarium sacchari*.

The results of Bouziane (2011), showed that the inhibition of mycelia growth in the direct confrontation between *T. harzianum* and *Alternaria sp.* is about 34%.

Alkatatnyet al. (2007) found that the fungal antagonist *Pythium oligandrum* inhibited the fungal pathogen *F. oxysporum* by 100%.

Bouneghou (2011) noted that the mycelium growth of *Alternaria alternata* was inhibited by *Pythium sp.* with an inhibition percentage of 50.3%, unlike, *Fusarium roseum* which was inhibited less than the first pathogen with 40%.

#### Conclusion

The present evaluation gave clear indication that the isolates of *Trichoderma harzianum* (isolated from leaves of potato), *Pythium sp.* (isolated from soil) and *Aspergillus niger* (isolated from palm trees) are strong and virulent antagonists.

Indeed, the direct confrontation tests between the pathogen (*Fusarium sp.* and *Alternaria sp.*) and antagonists (*T. harzianum*, *Pythium sp.* and *A. niger*) on a medium culture (PDA) have shown an inhibition of the pathogen mycelia growth tested. the Confrontation of the fungal pathogen with the antagonists revealed the inhibition of mycelia growth of the three fungi: *T. harzianum* with (*Fusarium sp.* = 68% and *Alternaria sp.* = 63%); *Pythium sp.* with (*Fusarium sp.* = 63% and *Alternaria sp.* = 54%) and *A. niger* with *Fusarium sp.* = 46%.

These results allowed us to believe that these three fungal antagonists have ability to remove *Fusarium sp.* and *Alternaria sp.* from date palm and can be tested *in vivo* and have practical interest in the biological control against diseases of this culture.

## Acknowledgments

We would like to thank our team of plant protection laboratory in the Station of Sidi Mehdi, Touggourt (INRAA).

## BIBLIOGRAPHY

**Alwathnani HA, Kahkashan P (2012)** Biological control of *Fusarium* wilt of tomato by antagonist fungi and cyanobacteria. African Journal of Biotechnology 11(5): 1100-1105.

**Barnett HL, Hanter BB (1972)** Illustrated genera of imperfect fungi Burgess. Pub. Co. Minneapolis, USA pp 241.

**Bouneghou SB (2011)** L'effet inhibiteur de *Pythium sp.* sur la croissance mycélienne de *Fusarium roseum* et d'*Alternaria alternata*. Mémoire Master. Univ. Constantine 50 p.

**Bouziane Z, Dehimat L, Abdelaziz W, Benabdelkader M, Kacem Chaouche N (2011)** The antagonism between *Trichoderma viride* and other pathogenic fungal strains in *Zea mays*. Agriculture and Biology Journal of North America 4: 584-590.

**Chanchal G, Sharmita G (2014)** Antagonistic effect of *Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* against plant pathogenic fungi and its growth on different agro-waste substrates. International Journal of Engineering and Technical Research 23-25.

**Daami-Remadi M (2001)** Lutte biologique contre les *Fusarium spp.* agents pathogènes responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Protection des Plantes et Environnement. Tunisie: École supérieure d'Horticulture et d'Élevage de Chott Mariem 72 p.

**El-Katatny MH, Abdelzaher HMA, Mahmoud ShoukamyA (2007)** Antagonistic actions of *Pythium oligandrum* and *Trichoderma harzianum*

against phytopathogenic fungi (*Fusarium oxysporum* and *Pythium ultimum var. ultimum*). Phytopathology and Plant Protection 39 (4): 289-301

**Ellis MB (1971)** More Dematiaceous hyphomycetes commonwealth, Mycological Institute.

**Essalmani H, Lahlou H (2004)** Induction par *Trichoderma harzianum*, de la résistance des plantes de lentille contre *Fusarium oxysporum f. sp. lentis*. Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 24 (1&2): 51-58.

**Gveroska B, Ziberoski J (2011)** *Trichoderma harzianum* as biocontrol agent against *Alternaria alternata* on tobacco. Appl. Techn. & Innov 7(2):67-76

**Jat JG, Agalave HR (2013)** Antagonistic properties of *Trichoderma* species against oilseed-borne fungi. Science Research Reporter 3 (2):171-174.

**Rapilly F (1968)** Les techniques de mycologie en pathologie végétale. Annales des Epiphytes. INRA 19: 102.

**Sundaramoorthy S, Balabaskar P (2013)** Biocontrol efficacy of *Trichoderma spp.* against wilt of tomato caused by *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. Journal of Applied Biology & Biotechnology 1(03):036-040.

الأخضري و، أفروخ ع، دهليز ع، حمي ح، سود ع، بوشكيمية ن (2013). عزل و تشخيص الفطريات الممرضة لأشجار نخيل التمر

بمرتفع وادي ريغ ورقلة- الجزائر (مجلة *Phoenix dactylifera* L) المجلد 41. الملحق 01. ص. 323-333

## RESEARCH PAPER

# Effect of sap salinity on hydraulic properties of the stem xylem of *Paraserianthes lophantha* grown in desert region

*Effet de la salinité de la sève sur les propriétés hydrauliques du xylème de la tige de Paraserianthes lophantha cultivée en région désertique*

Y. Halis<sup>1\*</sup>, ML. Benhaddya<sup>1</sup>, M. Khellou<sup>1</sup>, M. Belhamra<sup>2</sup>

1. Division of Bioresources, Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (CRSTRA), Biophysical Station, Nezla, Touggourt, Algeria
2. Laboratory of Ecosystem Diversity and Dynamics of Agricultural Production Systems in Arid Zones, University of Mohammed Khaider, Biskra, Algeria

Received 12 May 2016; Revised 25 July 2016; Accepted 29 July 2016

## Abstract

Previous researches have shown that the hydraulic conductivity may be significantly increased with increasing ion concentration in the xylem sap. The main purpose of the present study was to investigate the impact of sap salinity on the hydraulic properties of *Paraserianthes lophantha* that grown in desert region. Isolated stem segments were used to (1) determine the changes in lateral hydraulic conductance when xylem fluid was changed from deionized water to salt solution; (2) evaluate the variation in the degree of intervessel contacts by changing the sap salinity; and (3) visualize the variations in the lateral vessel contacts by using a double-staining method. The results showed that the hydraulic conductance was significantly increased when changing from deionized water to salt solution. The degree of intervessel contacts was somewhat increased by salinity, and this was visually confirmed by observation of some new lateral contacts between vessels in the double-staining experiments. The results indicated that the degree of lateral contacts between vessels could be changed under sap salinity by increasing the porosity and permeability of intervessel pit pathways. Our results may contribute to understand the effect of salinity on the hydraulic properties of xylem in the desert species.

**Keywords:** Hydraulic conductance, intervessel contacts, pit membrane, sap salinity, xylem.

## Résumé

Les recherches précédentes ont montré que la conductivité hydraulique peut être augmentée significativement avec l'augmentation de la concentration des ions dans la sève brute. L'objectif principal de la présente étude était d'examiner l'impact de la salinité de la sève sur les propriétés hydrauliques de *Paraserianthes lophantha* cultivée en région désertique. Des segments de tiges isolées ont été utilisés pour (1) déterminer les changements de conductance hydraulique latérale lorsque le fluide du xylème a été changé de l'eau déminéralisée à la solution de sel; (2) évaluer la variation dans le degré de contacts inter-vasculaires avec les variations de la salinité de la sève; (3) visualiser les variations des contacts latéraux des vaisseaux en utilisant la méthode de double coloration. Les résultats ont montré que la conductance hydraulique a été significativement augmentée lors du passage de l'eau déminéralisée à la solution de sel. Le degré de contacts inter-vasculaires a été quelque peu augmenté par la salinité et cela a été confirmé par l'observation visuelle de certains nouveaux contacts latéraux entre les vaisseaux dans les expériences de double coloration. Les résultats indiquent que le degré de contacts latéraux entre les vaisseaux pourrait être modifié sous la salinité de la sève par l'augmentation de la porosité et la perméabilité des ponctuations inter-vasculaires. Nos résultats peuvent contribuer à comprendre l'effet de la salinité sur les propriétés hydrauliques du xylème dans les espèces désertiques.

**Mots-clés:** Conductance hydraulique, contacts inter-vasculaires, membranes des ponctuations, salinité de la sève, xylème.

## Corresponding author

Youcef Halis  
E-mail: youcefhal@gmail.com

## Introduction

Several studies have demonstrated that intervessel pit membrane hydraulic conductance is sensitive to the xylem sap ion concentration. Conductance of intervessel pitting increases in response to an increase and decreases in response to a decrease in the xylem sap ion concentration (van Ieperen et al. 2000; Zwieniecki et al. 2001; van Ieperen and Van Gelder 2006; Gascó et al. 2007; Nardini et al. 2007; Schmitz et al. 2012; López-Portillo et al. 2012). Hypothetically, ion effects on water flow rates have been explained by the reaction of ions with the pectins in the pit membranes. Increasing ion concentration causes shrinkage of pectins, thereby increasing the porosity of the pit membranes and thus decreasing their resistance to water flow (Zwieniecki et al. 2001). However, because many angiosperm species do not contain pectins in the pit membranes, van Doorn et al. (2011) have proposed an alternative hypothesis explaining the ion effects. They suggested that the negatively charged polymers at the pit pores form a diffuse double layer of water that is less mobile and more viscous, which can physically reduce or inhibit the flow of water in the very narrow pores of the pit membranes. The increase of ion concentration would neutralize this electrostatic field of the pit pores and thus reducing its inhibitory effect. This, in addition to the shrinkage of all polymers that composed the pit membrane (lignins, hemicelluloses, cellulose and pectins if presented), will result in an increase in water flow (van Doorn et al. 2011).

Because intervessel connectivity within the xylem network is closely related to bordered pits (Zwieniecki et al. 2003), it is possible that the degree of intervessel contacts would be affected by ion concentrations. Variations in pit porosity and permeability may cause a change in the extent of intervessel contacts. If this true, then it implies that the amount of intervessel pit pathways that are functioning in water transport between vessels can be changed under the effect of ion concentrations. Since sap salinity increase considerably the size of intervessel pit pores (van Ieperen et al. 2000; Zwieniecki et al. 2001; Zwieniecki et al. 2003), it is possible that lateral contacts between vessels might be increased under high concentrations. To test this possibility, different experiments were performed on twigwood of *Paraserianthes lophantha*. Firstly, changes of lateral hydraulic conductance were evaluated when xylem fluid was changed from deionized water to salt solution. Secondly, we investigated the variations in the degree of intervessel contacts in response to the presence of ions in the per-

fusing solution. Thirdly, double-staining method was used to visualize and quantify the new intervessel pit pathways, if they presented.

## 1. Materials and methods

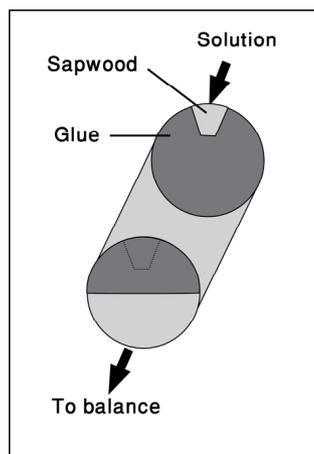
### 1.1. Plant material

Mature trees of the species *Paraserianthes lophantha* (Willd.) I.C.Nielsen. (Fabaceae) were selected in this investigation. Stem samples were collected in spring 2016 from the region of Touggourt. This region is located in the northeastern Sahara desert of Algeria. The climate along this area is arid to hyperarid, characterized by low rainfall and high rates of evapotranspiration. All samples were harvested in the morning and brought to the laboratory in wet plastic bags.

### 1.2. Effect of salt on hydraulic conductance

In this experiment, the variation of intervessel hydraulic conductance (i.e. lateral conductance) was determined when deionized water was replaced by salt solution. Sodium chloride solution (NaCl) was used to test for ion sensitivity of hydraulic conductance. Intervessel hydraulic conductance was measured according to the procedures described by Ellmore et al. (2010). Segments of 5 cm length were cut, under water, from the twigwood samples (Figure 1). Under a stereomicroscope and using a fast-setting, water-insoluble epoxy glue (Kafuter Epoxy AB Glue Adhesive, Guangdong Hhngda New Materials Technology Co., Ltd, Guangdong, China), the proximal inflow end of each segment was sealed except for a 60° section of the sapwood that was left unsealed (Figure 1). To completely block the axial flow path, the half of the distal outflow surface including the selected 60° section was completely blocked by glue. Thus, all solutions that were pushed through the unsealed 60° section at the proximal end should move laterally via intervessel pit membranes to exit from the distal surface (Figure 1).

To evaluate the percentile changes in lateral hydraulic conductance when changing from deionized water to salt solution, the proximal end of segment was attached to a hydraulic system that allowed switching between deionized water and salt solution. Deionized water was pushed at 100 KPa pressure, and the outflow from the distal surface was absorbed into lab tissue and weighed after 2 min of collection using electronic balance (model 210, Sartorius). The hydraulic conductance was determined as the mass-flow rate divided by the pressure applied (Tyree and Ewers 1991). Deionized water was then replaced by 50 mM



**Figure 1.** Schematic presentation of the method used to measure the hydraulic conductance in the stem xylem. The solution was pushed through 60° inlet in the proximal end and the flow rate from the distal outflow was measured.

NaCl and the positive pressure of 100 KPa was applied again. The rate of outflow was measured during every 2 min until a steady flow was observed. Finally, the 50 mM NaCl solution was replaced by a 100 mM NaCl solution and the measurements repeated.

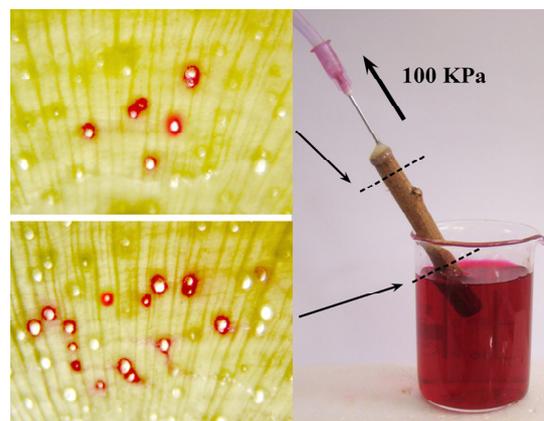
### 1.3. Effect of sap salinity on the degree of lateral contacts

To check whether sap salinity is able to induce significant changes in the degree of intervessel connectivity of the stem xylem, the capacity of intervessel flow was compared between stem segments that flushed with deionized water and others that flushed with 100 mM NaCl. 7-cm-long segments were cut under water and their proximal ends were connected to a tubing system. Segments were then flushed with either deionized water or 100 mM NaCl solution for 15 min at 100 KPa pressure. After that, the degree of intervessel connectivity in each stem segment was measured by the 16-gauge needle method, as described by Halis et al. (Halis et al. 2013) (Figure 2). The piquant end of the metal needle was carefully eliminated. At the cut distal surface of segment, the cut needle was placed and fixed in a sapwood area (Figure 2) using the fast-setting, epoxy glue. The basal end was immersed in filtered (0.1 μm) toluidine blue O (1% w/v aqueous solution). A plastic tubing of suction pump was connected to the syringe needle, and by using a suction force of -100 KPa, the apoplastic dye was directly pulled, for 1 minute, through the open vessels that delimited by the syringe needle. To check for the distribution of dye in the xylem network, free-hand cross-sections were taken at 1 and 5 cm behind the

distal cut end. Slides were then viewed under optical microscope, and the number of stained vessels was counted (Figure 2). The degree of intervessel connectivity was expressed as the number of stained vessels at 5 cm normalized by that observed at 1 cm from the outflow point.

### 1.4. Detection of new lateral pathways by double-staining method

Using two different apoplastic dyes, the pattern of intervessel connectivity within the sapwood was traced before and after flushing the stem segments with ionic solution. Stem segments of 7 cm length were cut under water, connected to plastic tubing and flushed with deionized water at 150 KPa for 15 min. 16-gauge needle was fixed with glue on the cut distal surface at a sapwood area (Figure 2). The proximal end was immersed in safranin-O dye (1% w/v aqueous solution). The plastic tubing of the suction pump was connected to the syringe needle and the suction force of -100 KPa was applied for 1 min. After that, the proximal end was transferred and immersed in 100 mM NaCl solution and the suction force was applied again for 10 min. Then, the proximal end was transferred and immersed in toluidine blue O (1% w/v aqueous solution) and the negative pressure was applied for 1 min. Finally, the tested segments were free-hand sectioned at 1 and 5 cm from the distal end, and the presence of the two dyes within the xylem network was checked microscopically. Motic Digital Microscope (DMB1-2MP, Motic Instruments Inc., Xiamen, China) was used to examine slides and to capture photomicrographic images.



**Figure 2.** Showing how 16-gauge needle was used to study the lateral contacts between vessels. The needle was fixed, with epoxy glue, on the cut surface of the tested segment to delimit a small area of sapwood. Through the needle, a negative pressure could be applied to pull the dye solution through a small number of vessels. The degree of lateral contacts can be evaluated on the cross-sections.

### 1.5. Statistical analysis

All data were obtained at least in triplicate and presented as means  $\pm$  standard deviation. The data were analyzed using SPSS software package (SPSS Ver. 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Different experimental groups were compared with the Student's t test. A probability level of  $P \leq 0.05$  was considered to be statistically significant.

## 2. Results and Discussion

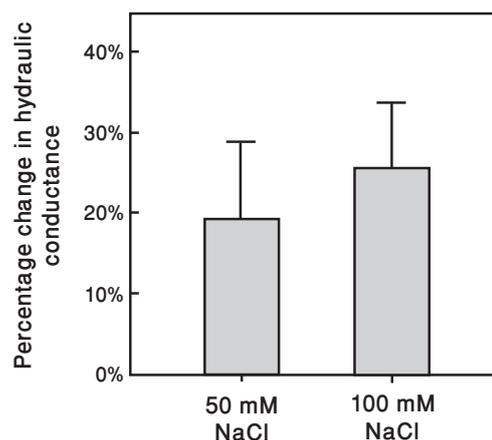
### 2.1. Hydraulic conductance

The effect of ion concentrations on hydraulic conductance within the stem segments are presented in Figure 3. In all cases, the hydraulic conductance increased significantly with salt solution in xylem. When changing from deionized water to salt solution, enhancement of the hydraulic conductance was  $18.6 \pm 3.7\%$  for 50 mM NaCl and  $24.7 \pm 4.1\%$  for 100 mM NaCl (Figure 3). Our results showed that the response of xylem hydraulic conductance to salinity strengths in the *Paraserianthes lophantha* follows the general pattern of ion-mediated increase in hydraulic conductivity that previously reported for other species (e.g. see Aasamaa and Söber (2010) and references therein). Conductivity increased if stems were perfused with salt solution, while deionized water decreased substantially the conductivity (van Ieperen et al. 2000).

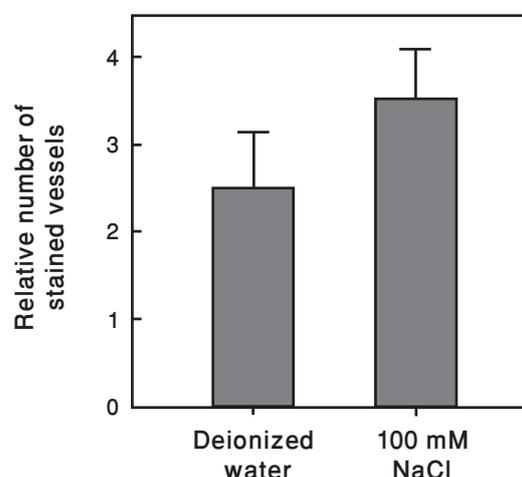
### 2.2. Degree of lateral contacts

The presence and extent of functional connections between sapwood vessels was investigated using 16-gauge needle that commonly used for blood donations. The dye solution was directly pulled through a small number of vessels that delimited by the syringe needle at the distal surface. Near the proximal surface, toluidine blue dye was observed not only in the selected vessels but also in many other neighboring vessels, which implied that the tension was transmitted via intervessel pitting from the selected vessels to others (see Figure 2). The number of stained vessels at the proximal surface relative to the number of vessels delimited by the syringe needle was considered as the degree of intervessel connectivity in the sapwood of our plant (Figure 2).

To determine the effect of low ionic strength on lateral continuity, stem segments were perfused with deionized water and their degree of intervessel connectivity was compared with segments that perfused with salt solution (100 mM NaCl). The results showed that salt solution slowly increased the degree



**Figure 3.** Percentile change in hydraulic conductance in response to changing the flowing solution from deionized water to 50 and 100 mM NaCl. Means are reported  $\pm$  SD ( $n = 6$ ).



**Figure 4.** Effect of salt solution on the degree of intervessel connectivity (represented as the number of stained vessels at 5 cm normalized by that observed at 1 cm from the outflow surface). Values are means  $\pm$  SD ( $n = 6$  stem segments).

of intervessel connectivity (Fig. 4;  $P=0.064$ , Student t-test) (Figure 4), which indicated that the presence of ions in the sap might elevate the number of functional contacts between vessels (Figure 4). This means that some intervessel contacts were closed or nonfunctional in the deionized water while in the salt solution these contacts became functional. Since the degree of intervessel connectivity is closely related to the lateral contacts between vessels through pit membranes, activation of some pit membranes could be the main cause of such increase in lateral intervessel connectivity (Burggraaf 1972; Fujii et al. 2010; Kitin et al. 2004; Kitin et al. 2009).

### 2.3. Double-staining experiment

The apoplastic dye (safranin-O) was sucked through a limited number of vessels with the help of 16-gauge needle. This dye moved within all vessels that were interconnected through intervessel pit pathways, and thus tracing the pathway of laterally interconnected vessels. When this pathway was perfused with salt solution for 10 min and stained again with toluidine blue O, we observed a difference in the course between the two dyes (Figure 5). Although the major of stained vessels appeared red-brown, some vessels were stained only by toluidine blue O and appeared blue-green in cross sections (Figure 5)). The blue-stained vessels were observed in nearly all samples examined in this experiment. The number of blue-stained vessels ranged from 1 to 5 (about 1 to 6 % of the total number of stained vessels). These vessels were randomly distributed within the vessel network (Figure 5). The presence of such blue-stained vessels indicated that some vessels were isolated from the suction force before treating with salt solution, but after the treatment, these vessels were subjected to the suction force since the dye solution moved only in the vessels that were under tension transmitted laterally via intervessel pit pathways.

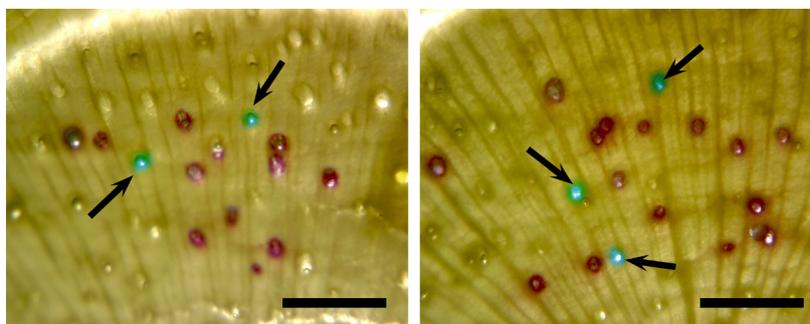
Moreover, the double staining experiments provided another direct evidence for changes in the functionality of intervessel pits (Figure 5). In the first time, safranin-O dye moved freely within the network of laterally interconnected vessels. After treating this network with salt solution, the second dye (toluidine blue O) moved in the same pathway as safranin-O except for a few vessels that appeared with blue color. It was clearly that the pathways connecting those blue-stained vessels to others were completely closed or dysfunction, which prevented the transmission of tension needed for absorbing the safranin-O dye. Clo-

sing or dysfunction of pit membranes was the strong candidate, since intervessel pit membranes were the responsible for lateral intervessel connections (Zwieniecki et al. 2001; Nardini et al. 2007; Zwieniecki et al. 2003). Changes in the functionality of intervessel pit pathways could be a mechanism adopted in plants to regulate their degree of lateral intervessel connectivity. As the distribution of water and materials within woody plants largely depends on the pattern of lateral exchanges (Orians and Jones 2001; Zanne et al. 2010), regulation of intervessel connectivity through a mechanism of closing/opening pit pathways may provide plants with a large potential for fine regulation of water flow both within and between xylem sectors, and towards different plant organs.

### Conclusion

In the present study, the effect of salt solution (ionic concentration) on the hydraulic characteristics of the stem xylem was investigated in *Paraserianthes lophantha*. Hydraulic and staining methods were used, and the results were consistent with the general pattern of ionic effect that demonstrated in the previous studies for other plant species. Moreover, our results suggested that the degree of lateral contacts between vessels could be changed due to the changes in the functionality of pit pathways. This phenomenon might be a mechanism used by plants for the adaptation to various ecological conditions. However, further researches on different species are needed to confirm the presence of such a mechanism in planta.

**Acknowledgments:** This study was funded by the Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas, CRSTRA. We are thankful to Abdelazize Boukhalkhale for his assistances.



**Figure 5.** Double-staining method for detection of the variation in the lateral contacts in the vessel network. The panels show the cross sections at 5 cm from the suction point. The samples were treated with salt solution after the staining with safranin-O dye. The second dye (toluidine blue) was observed in new vessels, some vessels were stained only by toluidine blue. Scale bars = 200  $\mu\text{m}$ .

## References

- Aasamaa K., Söber A. 2010** - Sensitivity of stem and petiole hydraulic conductance of deciduous trees to xylem sap ion concentration. *Physiologia Plantarum*; 54:299-307.
- Burggraaf P.D. 1972** - Some observations on the course of the vessels in the wood of *Fraxinus excelsior* L. *Acta Botanica Neerlandica*; 21:32-47.
- Ellmore G.S., Zanne A.E., Orians C.M. 2006** - Comparative sectoriality in temperate hardwoods: hydraulics and xylem anatomy. *Botanical Journal of Linnean Society*; 150:61-71.
- Fujii T., Lee S.J., Kuroda N., Suzuki Y. 2001** - Conductive function of intervessel pits through a growth ring boundary of *Machilus thunbergii*. *International Association of Wood Anatomists Journal*; 22:1-14.
- Gascó A., Salleo S., Gortan E., Nardini A. 2007** - Seasonal changes in the ion-mediated increase of xylem hydraulic conductivity in stems of three evergreens: any functional role? *Physiologia Plantarum*; 129:597-606.
- Halis Y, Mayouf R, Benhaddya ML, Belhamra M (2013)** Intervessel connectivity and relationship with patterns of lateral water exchange within and between xylem sectors in seven xeric shrubs from the great Sahara desert. *Journal of Plant Research*; 126:223-231.
- Kitin P., Fujii T., Abe H., Takata K. 2009** - Anatomical features that facilitate radial flow across growth rings and from xylem to cambium in *Cryptomeria japonica*. *Annals of Botany*; 103:1145-1157.
- Kitin P.B., Fujii T., Abe H., Funada R. 2004** - Anatomy of the vessel network within and between tree rings of *Fraxinus lanuginosa* (Oleaceae). *American Journal of Botany*; 91:779-788.
- López-Portillo J., Ewers F., Angeles G. 2005** - Sap salinity effects on xylem conductivity in two mangrove species. *Plant Cell and Environment*; 28:1285-1292.
- Nardini A., Gasco A., Trifilò P., Lo Gullo M.A., Salleo S. 2007** - Ion-mediated enhancement of xylem hydraulic conductivity is not always suppressed by the presence of Ca<sup>2+</sup> in the sap. *Journal of Experimental Botany*; 58:2609-615.
- Orians C.M., Jones C.G. 2001** - Plants as resource mosaics: a functional model for predicting patterns of within-plant resource heterogeneity to consumers based on vascular architecture and local environmental variability. *Oikos*, 94:493-504.
- Schmitz N., Koch G., Beeckman H., Koedam N., Robert E.M.R., Schmitt U. 2012** - Structural and compositional analysis of intervessel pit membranes in the sapwood of some mangrove woods. *International Association of Wood Anatomists Journal*; 33:243-256.
- Tyree M.T., Ewers F.W. 1991** - The hydraulic architecture of trees and other woody plants. *New Phytologist*; 119:345-360.
- van Doorn W.G., Hiemstra T., Fanourakis D. 2011** - Hydrogel Regulation of Xylem Water Flow: An Alternative Hypothesis. *Plant Physiology*; 157:1642-1649.
- van Ieperen W., Van Gelder A. 2006** - Ion-mediated flow changes suppressed by minimal calcium presence in xylem sap in *Chrysanthemum* and *Prunus laurocerasus*. *Journal of Experimental Botany*; 57:2743-2750.
- van Ieperen W., van Meeteren U., van Gelder H. 2000** - Fluid ionic composition influences hydraulic conductance of xylem conduits. *Journal of Experimental Botany*; 51:769-776.
- Zanne A.E., Westoby M., Falster D.S., Ackerly D.D., Loarie S.R., Arnold S.E.J., Coomes DA (2010)** Angiosperm wood structure: Global patterns in vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. *American Journal of Botany*; 97:207-215.
- Zwieniecki M.A., Melcher P.J., Holbrook N.M. 2001** - Hydrogel control of xylem hydraulic resistance in plants. *Science*; 29:1059-1062.
- Zwieniecki M.A., Orians C.M., Melcher P.J., Holbrook N.M. 2003** - Ionic control of the lateral exchange of water between vascular bundles in tomato. *Annals of Botany*; 54:1399-1405.

## RESEARCH PAPER

## La valorisation des produits de terroir en zones arides: Diagnostic d'une petite entreprise produisant la confiture de Dattes

*Role of small local agro-food companies in the valorization of local products: Case of a unit of valorizing the jam of dates*

Mohammed Mostefa Selt<sup>1</sup>, Salah Eddine Benziouche<sup>2</sup>

1. Université Ziane Achour, Djelfa, Algérie
2. Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie

Received 25 October 2016; Revised 27 November 2016; Accepted 05 December 2016

### Résumé

L'objectif de notre travail est d'essayer de comprendre la réalité des petites entreprises agro-alimentaires en zones arides et ce à travers une entité située à Messaad (wilaya de Djelfa) spécialisée dans la fabrication et la mise en marché de la confiture de dattes, et de mettre en exergue, la valorisation des produits agricoles locaux, comme étant un levier important, afin de s'inscrire dans une logique de durabilité pour le secteur agricole. L'approche méthodologique d'analyse utilisée c'est celle des trois E : entreprise – entrepreneur – environnement, où nous nous sommes servis de quelques outils proposés par le champ de l'entrepreneuriat afin de mieux identifier, l'entrepreneur (profil et esprit d'entreprendre), la petite entreprise (identification, forces et faiblesse), et l'environnement (caractéristiques, opportunités et menaces). La constatation nous a conduit à confirmer que l'esprit d'entreprendre avec l'encouragement et l'accompagnement de cet entrepreneuriat naissant, constituent la clé de voute pour faire valoriser les produits locaux.

**Mots-clés:** Durabilité, Entrepreneuriat, Messaad, petite entreprise, Produit de terroir, Dattes, Valorisation.

### Abstract

*The aim of our work is to try to understand the reality of small food enterprises, through an entity located in Messaad (province of Djelfa) specializes in the manufacture and the marketing of date jam, and to highlight the promote of local agricultural products as an important lever to enroll in logic of sustainability for the agricultural sector. The methodological analysis approach was that the three E: enterprise - entrepreneur - environment, where we used some tools from the field of entrepreneurship to better identify the contractor (profile and spirit undertaking), small business (identification, strengths and weaknesses) and the environment (characteristics, opportunities and threats). The finding led us to confirm that the entrepreneurial spirit with the encouragement and accompanies this nascent entrepreneurship, is the keystone to promote local products.*

**Keywords:** Sustainable, Entrepreneuriat, Messaad, Company, Local product, Dates, Valuation.

### Corresponding author

Benziouche Salah Eddine  
E-mail: sbenziouche@yahoo.fr

## 1-Introduction

Comme il est constaté pour le secteur agro-alimentaire des pays en transition vers l'économie de marché, on assiste en Algérie à l'augmentation du poids des petites entreprises, que ce soit à travers leur nombre, leur chiffre d'affaires, leur effectif et même leur taux d'exportation. Mais « le monde de la petite entreprise reste largement un mystère » selon Julien et Marchesnay, (1992), dont « la gestion est une énigme » selon Meier et Pacitto, (2007), et dont « il faut sortir de l'ignorance » selon Marchesnay, (2003).

En l'absence d'une stratégie claire, adoptée par le secteur des IAA (Industrie Agroalimentaire) destiné à faire valoriser les produits dits de terroir, cela nous à ramener à accorder l'intérêt à ce type de petites entreprises. Il s'agit là d'une branche naissante peu connue, à partir de là, on a réalisé cette constatation qui s'est intéressé à une entreprise spécialisée dans la fabrication d'un produit local: La confiture de dattes, en aval de la filière de la phoeniciculture, où plus de 50% de la production qui est estimé à 700 mille tonnes (Touzi 2014) actuellement 1 millions de tonnes (Benzouche, 2018) est non valorisée.

L'entreprise est implantée dans une région aride, steppique, mais qui offre un micro climat fertile aux jardins arboricoles, un potentiel qui reste lui aussi à valoriser et à en tirer profit, vu l'absence d'un entrepreneuriat local.

En effet, concernant les régions phoenicicoles où s'installent des unités de conditionnement, Benzouche, (2012) on a constaté l'absence quasi totale de la production de produits finis dérivés des dattes, Les seuls dérivés connus et produits localement sont la pâte de dattes Ghars et la datte dénoyautée fabriquée

par certains conditionneurs ou à titre artisanal à petite échelle. Alors qu'il est possible d'en produire plus de 30, tels que la confiture, le jus, les barres de fruit avec des fragments de dattes qui sont produites et commercialisées à grande échelle dans certains pays phoenicicoles, à l'instar de l'Arabie saoudite et l'UAE qui sont bien avancés dans ce domaine de valorisation des dattes (production, commercialisation et consommation)

En revanche, la discordance entre la capacité de conditionnement et la production dans les régions phoenicicoles engendre des transferts de quantités importantes vers les unités installées ailleurs soit dans le reste des wilayas phoenicicoles, soit dans le nord du pays ou dans les régions semi arides. Ces transferts impliquent des charges de transport assez importantes et augmente le coût du conditionnement ce qui remet en cause la compétitivité du produit.

L'enjeu pour notre économie agricole, est d'intégrer dans une logique de durabilité, et de valoriser tout notre potentiel existant à partir de l'utilisation rationnelle et raisonnée des ressources disponibles, et la valorisation de ces grandes quantités de dattes (figure ci-dessous)

Cela oriente notre étude à en tirer une meilleure connaissance sur les performances économiques d'une entreprise de petite taille, qui prend l'initiative d'investissement dans le domaine de transformation, et de valorisation des dattes généralement marginalisées même dans ses régions de production. Notre entreprise est installée à Messaad, dont l'objet de l'étude est inscrit dans le cadre de la compréhension de cette initiative avec les risques encourus sur tous les plans.

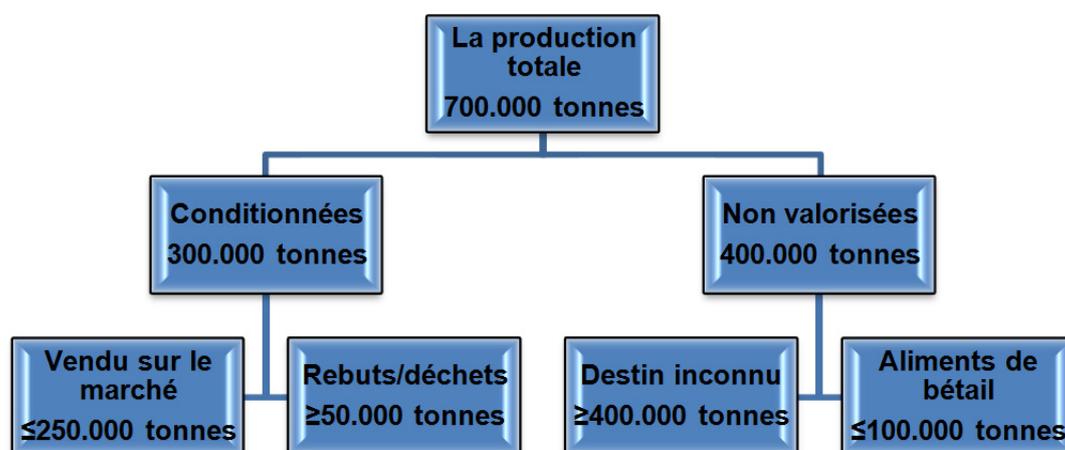


Figure 1: le potentiel dattier en Algérie

Source : Ulrich, valorisation des dattes non comestibles en Algérie. 2013

L'objectif est aussi l'identification de stratégie et le comportement de cette entreprise ainsi que leur performances économiques et enfin la connaissance de leur atouts, opportunités et menaces.

Quel est le vécu des petites entreprises agroalimentaires qui valorisent les produits de terroir en zones arides, sont-elles un levier pour une agriculture durable ?

Quelle performance économique de cette petite entreprise en recourant à la valorisation des dattes ?

Quels sont : les atouts, les opportunités et les contraintes de cette petite entreprise suite au recours à cette activité hors régions de production ?

Quel impact socioéconomique de l'activité de l'entreprise sur la filière dattes en Algérie et sur le développement de la région de Messad ?

Ainsi pour répondre à ces questions, nous sommes amenés à formuler quatre hypothèses; La première met en exergue la relation qui peut exister entre les caractéristiques de l'entrepreneur et les opportunités de l'environnement; une interaction qui semble pertinente pour l'existence et la survie de l'entreprise. La deuxième hypothèse considère que, l'entreprise qui valorise un produit de terroir; cela constitue un actif spécifique important en matière de développement agricole durable. Tandis que la troisième hypothèse c'est celle qui suppose que l'entreprise réalise des performances économiques importantes dans cette nouvelle activité agroalimentaire, bien que les contraintes de maîtrise de technique et de rupture d'approvisionnement en dattes à transformer sont présents. Toutefois, la dernière hypothèse considère que les impacts socioéconomiques sur la filière dattes et également sur le développement des zones arides seront fructifiant particulièrement sur l'employabilité dans la région et le débouché des dattes à faible valeur marchande avec la génération de cette expérience dans d'autres régions et sur ce type de produits transformés.

## 2-Approche Méthodologique utilisée:

Afin de traiter notre problématique, à savoir le diagnostic du trinôme: entrepreneur – entreprise – environnement et la vérification des hypothèses de recherche formulées, nous nous sommes basés en premier

1. Strengths (forces), Weaknesses (faiblesses), Opportunités (opportunités), Threats (menaces)
2. Grille utilisée pour caractériser le management stratégique des petites entreprises agro-alimentaires (PEAA) du Languedoc Roussillon [A.Falque et H.Remaud]

lieu, sur les bases de données statistiques agricoles, sur des ressources bibliographiques récentes traitant cette thématique. En seconde lieu, sur l'observation libre sur terrain au sein des différentes structures de cette entreprise et de l'entretien semi dirigé, dans un processus qui nécessite une certaine attention volontaire orienté par l'objectif de notre travail pour en recueillir les informations voulues sur les comportements des parties prenantes à savoir le créateur de l'entreprise, le contre maitre, le subdivisionnaire de l'agriculture et le responsable du contrôle qualité. La réalisation des enquêtes auprès des acteurs ayant des relations avec la recherche s'effectue par l'utilisation du questionnaire contenant des questions directes avec le sujet; en abordant les dimensions liées à la filière, aux éléments de la matrice **SWOT**<sup>1</sup>) et aux dimensions de performance.

Quant au profil de l'entrepreneur, nous nous sommes servis de la grille proposée par G. Pendelieu, (1997) et la classification de Boutillier et Uzunidis, (2003) qui s'appuie sur la nature du capital social que l'entrepreneur mobilise pour créer son entreprise; son mode d'articulation au système économique et les mesures de politique économique qui favorisent l'apparition d'entrepreneurs dans le but d'innover et /ou de créer des emplois et de revenus .

Notre démarche consiste à diagnostiquer le trinôme : Entrepreneur, Entreprise, Environnement ; en utilisant d'une part un outil de management stratégique générique (la méthode **SWOT**), en vue de conduire à un repérage des facteurs internes et externes ayant une influence sur la gestion de l'entreprise, et d'autre part une grille d'observation adaptée de celle développée par M. Marchesnay 1993 .

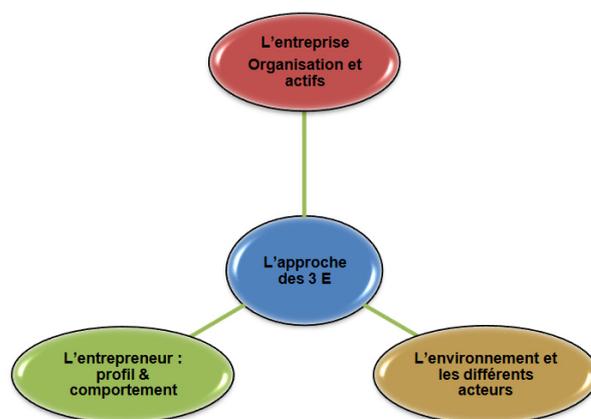


Figure 2 : L'approche des 3 E

Nous partons d'un constat que les produits locaux sont délaissés par les différents programmes de développement et n'occupent qu'une place marginale. Cependant, de plus en plus, apparaissent des petites entreprises agro-alimentaires qui s'intéressent à la transformation et la mise en marché des produits locaux.

l'amélioration du taux d'intégration nationale et la promotion de la sous-traitance. Ainsi, plusieurs PME ont été créées. Les statistiques disponibles illustrent que le nombre total de ce type d'entreprise avoisine 1060289 PME tous statuts confondus, en juin 2017 (Tableau 1). Le plan d'action du gouvernement vise la création d'un (1) million de nouvelles PME durant le quinquennat 2015-2019.

**Tableau 1:** Chiffre clés sur les PME en Algérie jusqu'au 30 juin 2017

Population totale des PME (tous statuts confondus)	1 060 289	
PME créées en 1er semestre 2017	9941	
Cessations d'activités (PME privées)	4166	
PME privées (personnes morales)	595810	
PME privées (personnes Physiques)	464 215	
PME publiques (personnes morales)	264	
Emplois (agents)	2 601 958	
Densité des PME (Nombre de PME pour 1000 Habitants)	Tous statuts juridiques confondus/ Moyenne internationale	23/45
	Personnes morales privées/ Moyenne internationale	17/45

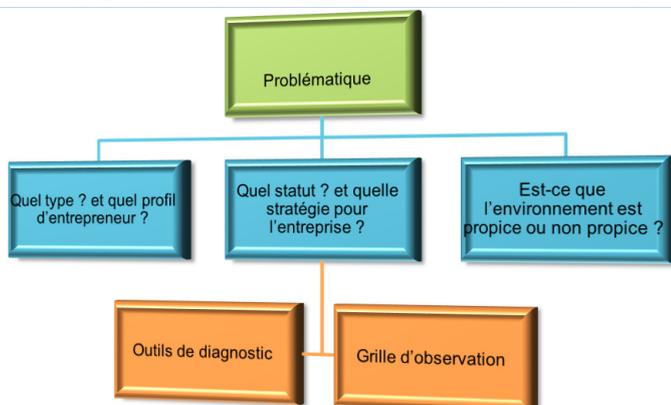
**Source:** Bulletin d'information statistique de la PME n°31, Ministère d'Industrie et des Mines algérien

Le nombre d'employés de toutes ces entreprises créées jusqu'à la même dates dépasse un peu 2601950 ouvriers dans toutes les catégories des activités économiques. Néanmoins, la part du secteur agricole dans le total des PME personnes morales reste dérisoire et ne dépasse pas les 6 476 unités soit 1.09% du total estimé de 596 074 PME. En revanche la part du lion est accaparée par le secteur des services avec plus de 53% suivie par le secteur d'activité (Bâtiment) BTPH avec 29,82% (Tableau 2)

**Tableau2 :** Répartition des PME (personnes morales) par secteur d'activité

Secteurs d'Activité	PME privées	PME publiques	Total	Part en %
Agriculture	6392	84	6 476	1,09
Hydrocarbures, Energie, Mines et services liés	2843	3	2 846	0,48
BTPH	177727	23	177 750	29,82
Industries manufacturières	92804	84	92888	15,58
Services	316044	70	316114	53,03
Total Général	595810	264	596 074	100

**Source :** Bulletin d'information statistique de la PME n°31, Ministère d'Industrie et des Mines algérien



**Figure 3 :** structure de la constatation

### 3- Caractéristiques générales des petites entreprises

Selon (Torres. 1999) la petite entreprise, et malgré une très forte hétérogénéité à travers le monde, il est possible de dire que sa logique d'existence se situe entre « smallisbeautiful » et « smallisdifficult », et qui se caractérise selon (Foliard, 2010) par les traits suivants :

- La responsabilité, et le risque sont concentrés sur un seul homme
- Les petites entreprises n'ont pas de gros moyens, mais elles en font ce qu'elles veulent (flexibilité).
- Le système d'information est sans formalisation.
- La stratégie est intuitive et peu formalisée.

### 4- Quelques traits qui caractérisent la petite entreprise algérienne :

Tirant profit des expériences de certains pays, et suite au rôle fondamental que jouent les PME dans le processus de développement économique, l'Etat Algérien a pris à travers plusieurs réformes économiques une série de mesures d'aides et soutiens à la promotion des PME. Des mesures en matière de création, de la recherche et développement, de l'innovation, de développement de la sous-traitance, de financement d'actions de sauvetage et de reprise des activités des PME en difficulté mais viables.

Ainsi la loi d'orientation sur le développement de la PME promulguée en mois de juin 2017, qui modifie et complète la loi de 2001, vise l'encouragement de l'émergence des PME, l'amélioration de leur compétitivité et leur capacité d'exportation ainsi que

Cependant, l'analyse des données du ministère de l'industrie et des mines montre que seulement 9% de ces PME privées (personnes morales) sont localisées dans le Sud du pays jusqu'au juin 2017 avec une part insignifiante pour l'agriculture. Alors que 69% sont localisées dans le Nord du pays et 22% dans les régions des Hauts Plateaux, autrement dit une répartition inégale entre régions et entre secteurs d'activités. Ceci s'explique incontestablement par la réticence des jeunes vers le secteur agricole qu'ils jugent pénible et plein de risque. Mais également suite à des contraintes bureaucratiques et religieuses (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Concentration des PME privées (personnes morales) par région

Région	Nbre de PME S1/2017	Taux de concentration (%)
Nord	415 242	69
HautsPlateaux	129 767	22
Sud	50 801	9
Total Général	595810	100

**Source:** Bulletin d'information statistique de la PME n°31, Ministère d'Industrie et des Mines algérien

Malgré leur croissance rapide et soutenue en termes de créations nouvelles, les PME privées algériennes se heurtent, dans leur très grande majorité, à des difficultés de survie dues à diverses raisons endogènes et exogènes ;(La démographie des PME algériennes est en effet caractérisée par une très forte mortalité (Tableau 4) que l'Office National des Statistiques avait estimée à environ 40.000 en 2011, année qui offre toutefois la particularité d'être une des plus prolifiques en matières de création d'entreprises)

**Tableau 4 :** La mortalité des PME privées (personnes physiques)

	Santé	Justice	Exploitations agricoles	Artisanat	Total
Nombre de cessation d'activité	710	251	2019	4910	7890
Part (%)	9,00	3,18	25,59	62,23	100,00

**Source :** Bulletin d'information statistique de la PME n°31, Ministère d'Industrie et des Mines algérien

Les PME algériennes présentent une caractéristique sociologique largement répandue, celle d'être des entreprises familiales, donc à aspect de proximité bien présent, elles sont dotées de statut juridique privilégiant très largement l'entreprise personnelle, l'EURL (l'entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée), et dans une moindre mesure, la SARL (société à responsabilité limitée) (Chellil et Ayad, 2009).

Leur gestion reste soumise à un modèle familial : le propriétaire unique ou principal, entouré de personnels recrutés dans le giron familial, assure lui-même la gestion et concentre entre ses mains la quasi-totalité du pouvoir décisionnel, des responsabilités et des prérogatives. La maîtrise des méthodes modernes de management y demeure insuffisante et le recours au conseil et à l'expertise extérieurs ne s'effectue que très exceptionnellement. (Melbouçi, 2005)

### 5-L'entreprise étudiée : entre potentialités offertes et l'absence d'un entrepreneuriat local.

L'Algérie est un pays phoenicicole d'excellence, avec un patrimoine phoenicicole qui avoisine les 18 millions et plus de 952 cultivars répartie sur 17 wilayas; dont 9 sont des régions de production des dattes d'excellence à l'instar de la région des Ziban. Beaucoup d'études montre que la filière dattes trouve des difficultés dans leurs fonctionnement en amont et en aval, suite à la conjugaison de plusieurs contraintes d'ordre techniques, sociologiques et économiques. Notamment les contraintes des faibles débouchés des dattes constaté par les producteurs. D'après Benziouche, (2012) près de 94% des phoeniciculture de Tolga, et plus de 96% des producteurs de dattes de l'Oued Righ (Benziouche 2000, et Benziouche et Cheriet) ont des difficultés pour commercialiser leurs productions convenablement, particulièrement les dattes de faible valeur marchande.

La valorisation des dattes à l'instar de plusieurs produits agricoles en Algérie reste à l'heure actuelle en deçà des objectifs escomptés depuis l'indépendance, bien que des actions et des programmes colossaux sont mis en place par l'Etat, particulièrement dans les nouveaux programmes de développement agricole à partir de l'an 2000.

Alors que le socle de cette activité de transformation est la phoeniciculture qui offre dans notre pays un fort potentiel à valoriser ; notre pays produit plus 900 mille tonnes de dattes par an dont 50 % ne sont pas valorisées. (Ulrich 2013), et dispose de plus de 18 millions palmier avec 952 cultivars (Benziouche et Cheriet, 2012).

L'entreprise contribue dans une large mesure à la valorisation des dattes particulièrement les cultivars à faible valeur marchande; dont la majorité sont en cours de régression voir de disparition. En effet plusieurs études (Bougoudera et al, 2015) illustrent ces dernières années l'érosion flagrante de la biodiversité dans certaines palmeraies algériennes. Dans ce cadre, l'entreprise s'engage à valoriser ce produit agricole en provenance d'une zone aride malgré les difficultés

d'approvisionnement en matière première essentiel pour un bon fonctionnement de l'entreprise.

Son choix est orienté vers un produit qui fait partie de ces produits agro-alimentaires ancestralement transformés au foyer et qui relevaient d'une activité essentiellement artisanale, et donc toujours de « proximité » ou « domestique » (Falque et Remaud, 2000). Il s'agit de la confiture de dattes, les fruits du palmier, puisque la datte, selon sa consistance, son arôme et son taux de sucre, est préférentiellement destinée à tel ou tel usage (comme fruit frais de table, comme fruit sec apte au transport ou encore pour la transformation en produits du terroir (confiture de dattes par exemple) (Touzi 2014),

L'entreprise est de petite taille, d'envergure commerciale locale, située dans une région aride, la commune de Messad, qui offre en particulier des potentialités agricoles, et arboricoles. (2500 ha d'arbres fruitiers)

L'entreprise a été créée dans le cadre de l'encouragement de l'État à la création des petites entreprises afin de faire face à la crise montante du chômage constatée surtout lors des moments difficiles de la décennie 1990-2000. Et dans un contexte d'une nouvelle politique agricole qui s'inscrit dans une logique de durabilité, et qui a envisagé à la fois l'encouragement des filières stratégiques et la prise en considération de la valorisation des produits locaux ;

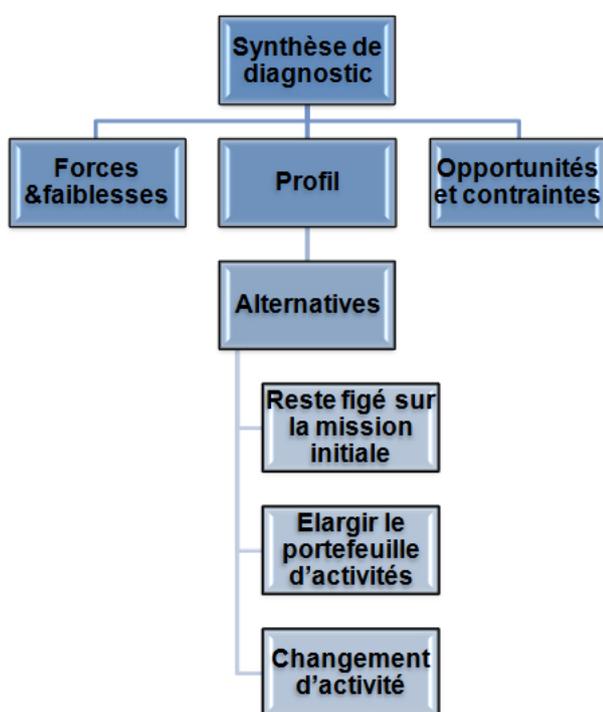


Figure 4: investigation de l'étude de cas

## 6-Résultats et discussions

### -Diagnostic entrepreneurial du cas étudié

La politique agricole actuelle envisage à la fois l'encouragement des filières stratégiques et les activités de transformation afin de s'inscrire dans une logique de durabilité, permettant de tenir compte aussi de la valorisation des produits secondaires ;

La phoeniciculture dans notre pays offre un fort potentiel à valoriser ; l'Algérie produit plus 600 mille tonnes de dattes par an dont 50 % ne sont pas valorisées. (Ulrich 2013), et dispose de plus de 18 millions de palmier avec 952 cultivars (Benzouche et Cheriet, 2012) Actuellement 19 millions. Comme indiqué précédemment, la datte offre différents usages comme fruit frais ou transformé.

L'entreprise est devant un défi de proximité en valorisant un produit nouveau sur le marché, pour dire que l'activité est en phase de démarrage. Si on se permet d'utiliser la notion de leader à ce niveau, et pour ce couple : Confiture de dattes- marché, qui se caractérise par l'approche locale, on peut dire qu'effectivement, l'entreprise est leader sur son marché ; Quoique : l'ENAJUC (l'entreprise nationale des jus et des conserves), producteur public numéro 1, avec sa filiale N'gaouss semblait être le détenteur de la grosse part.

D'après notre enquête, on a constaté que le contexte institutionnel semble théoriquement favorable au développement de l'activité (les dispositifs de soutien aux jeunes promoteurs, la politique d'encouragement pour la valorisation des produits de terroir...), dans une région qui offre un approvisionnement important en matière première ; fruits et légumes, dans la perspective d'élargissement de l'activité de transformation.

L'entrepreneur est désormais précurseur, d'une part dans le lancement d'un esprit entrepreneurial individuel dans un milieu pauvre en la matière, en créant cette petite unité de transformation, et d'autre part par la mise en marché d'un produit peu connu, d'où un esprit d'innovation bien présent. En outre, la qualité du produit est très satisfaisante (les différents contrôles de qualité réalisés officiellement le prouvent)

Quant aux atouts de cette organisation, la notoriété du produit: qui fait partie d'un panier de produits locaux des plus appréciés avec une qualité organoleptique conforme aux caractéristiques signalées dans la

fiche technique établie par l'entrepreneur et déposée auprès des services de qualité; d'où un risque sanitaire et une qualité constante sûr du point de vue hygiénique et sanitaire.

Par contre, ce qu'on a pu remarquer comme étant des faiblesses, c'est surtout l'effet de la proximité sociologique qui n'est pas assez favorable (le dirigeant est originaire d'une autre région que le lieu de l'entreprise, ce qui empêche le développement d'un tissu relationnel dense), Du point de vue financier on remarque la faible rentabilité financière, le faible taux de trésorerie, et le manque d'une culture d'enregistrement comptable.

Par ailleurs, on a pu relever aussi la fluctuation du prix de la matière première (la datté) due à la désorganisation du marché la perturbation de la production trop liée aux aléas climatiques, la conduite culturelle, et l'alternance biologique (Benzouche, 2012, Benzouche et Chehat, 2010, Benzouche et Cheriet, 2012); ce qui influe sur le prix du produit.

Ainsi, dans cette phase délicate dans la vie de l'entreprise, l'entrepreneur est devant le fait qu'il lui manque d'une part les moyens financiers, et d'autre part la faible motivation qui commence à gagner du terrain dans son esprit, manifestation ou bien il cède le projet à son collaborateur, ou bien il tente de diversifier le portefeuille d'activité, et s'élargir, en saisissant l'opportunité du plan de développement agricole en fabriquant les jus de fruit.

## -Opportunités et atouts

Durant la période antérieure à 2008, les produits de terroir étaient marginalisés, malgré les atouts dont dispose le pays en matière d'écosystèmes et biodiversité variés (Une très large gamme de produits de terroir), et des savoirs faire locaux et patrimoines ancestraux très riches. Depuis 2008 où la politique du renouveau agricole et rural été promulgué par la loi 08-16 du 03 aout 2008 portant orientation agricole qui concerne deux principaux axes:

- La protection et la valorisation des ressources naturelles,
- La Préservation et valorisation des patrimoines ruraux matériels et immatériels, on assiste à des efforts qui sont en plein essor pour valoriser les produits de terroir y compris les produits phoenicicoles.

La région de Messaad constitue une ancienne palmeraie partiellement exploitée, qui se situe à la croisée des routes qui mènent aux Ziban, à Ghardaia, à Touggourt à forte potentialité en produits dattier;

En revanche l'Algérie dispose d'un patrimoine phoenicicole qui dépasse un peu les 19 millions, dans la majorité sont plantés après les années 2000 dans le cadre du PNDA, dont une grande partie sont rentrés en production et d'autres seront rentrés en production au fur et à mesure chaque année. Ce qui augmente les prévisions de la production des dattes actuellement et ultérieurement, ce qui constitue un réservoir important pour les dattes à valoriser par cette entreprise ou par d'autres. (Figure 6)

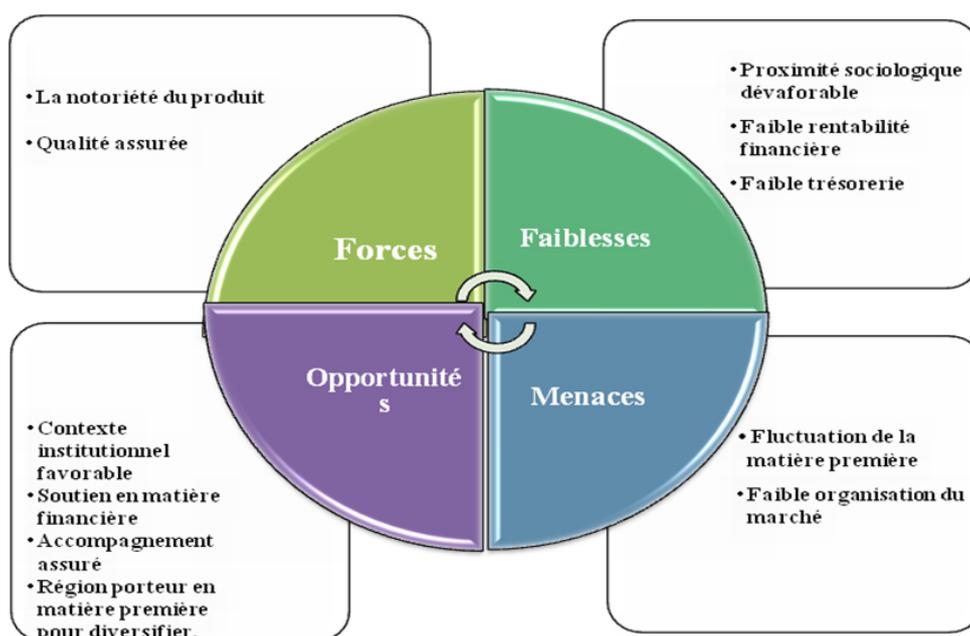


Figure5 : les principaux éléments SWOT de l'entreprise

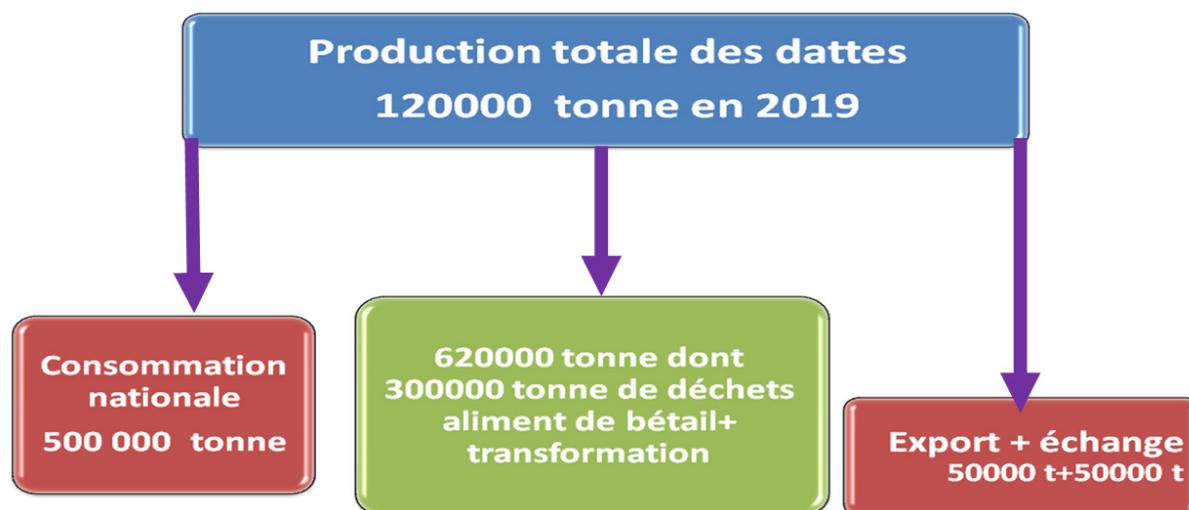


Figure 6: Estimation de la destination finale des dattes en 2019. (Belguedj, 2013)

### -Les contraintes et menaces

La faible demande de ces sous produits valorisés des dattes sur le marché algérien qui est peu consommateur des produits transformés; vu le faible pouvoir d'achat des consommateurs et les habitudes alimentaires qui privilégient la consommation des produits frais notamment les dattes (Benzouche, 2014).

Notre étude au niveau de l'entreprise et à l'instar des autres unités de conditionnement des dattes en Algérie (Benzouche, 2012 et Benzouche, 2014), montre que la maîtrise technique et le savoir faire dans l'activité reste faible. De ce fait, on ne rencontre aucun spécialiste en conditionnement et en froid (technicien ou ingénieur) et qu'aucun n'a bénéficié des résultats des institutions de recherche ni de formation dans le domaine ce qui se répercute négativement sur les performances économiques de l'entreprise.

Contrairement aux autres unités intervenants dans le conditionnement de dattes et implantées dans les régions phoenicicoles, particulièrement à Biskra font le conditionnement des dattes pour l'exportation surtout. L'unité implantée à Messad destine la totalité de sa production pour le marché local. Ce qui limite son fonctionnement à une période de 4 à 5 mois au maximum durant l'année suite à la rupture d'approvisionnement parfois.

### -Stratégie (d'approvisionnement et de commercialisation)

Afin d'atteindre leurs objectifs en matière d'approvisionnement en dattes, différentes stratégies sont mises en œuvre par cette entreprise: la première s'approvisionner de petite quantité auprès des producteurs de

la région de Messad et de Tougourt ou au niveau de l'unité par des commerçants ambulants venant de plusieurs régions phoenicicoles du pays. La seconde stratégie consiste à jouer aussi le rôle de collecteur, en créant des centres de collecte ou en s'approvisionnant des dattes de la région de Guattara.

Dans le cadre de sa stratégie d'approvisionnement et pour faire face aux ruptures d'approvisionnement et s'étaler sur une période plus longue assurant une certaine pérennité de l'activité, l'entreprise recourt à l'activité de transformation et de mise en bouteille de la confiture de datte déjà stockée auparavant et également elle envisage la transformation et la valorisation de d'autres produits agricoles en l'occurrence l'abricot, surtout que Messad est devenue aussi une région à vocation d'abricotier ces deux dernières décennies.

En matière de vente de leur propre produit, l'entreprise cible le marché domestique où elle écoule sa production sur le marché hebdomadaire de Messad chaque mercredi, et auprès de quelques détaillants au niveau de Messad, Djelfa et Laghouat. S'il s'agit des excédents éventuels par rapport à la demande locale le recours aux marchés régionaux limitrophes pour écouler cette production convenablement semble nécessaire.

### -Impacts sur la filière et sur la région

Le potentiel dattier offre environ 600000T à transformer, ce qui représente la moitié de la production phoenicicole, donc tout en valorisant cette quantité tout en conservant à la filière une valeur ajoutée importante, que ce soit en amont ou en aval, la filière datte peut s'étendre en superficie implantée d'un côté

et de l'autre par la commercialisation de cette quantité transformée en produits dérivés. Les retombés socioéconomiques seront très intéressants notamment pour la vieille palmeraie de Messad et également les palmeraies des régions phoenicicoles limitrophes. A travers la réhabilitation de ces palmeraies surtout abandonnées mais aussi par l'extension de la superficie phoenicicole par des nouvelles plantations. Les impacts sur la protection de la biodiversité au sein de ces palmeraies par la valorisation des variétés à faible valeur marchande en raison de l'augmentation de la demande sur ces variétés par cette unité et autres similaires dans l'activité de conditionnement.

La palmeraie de Guettara (daïra de Messad) qui s'étale sur une superficie productive de 100 ha, constitue sans aucun doute une niche phoenicicole, alors que la région de Messad quant à elle, offre un potentiel arboricole non négligeable : à Khatala, Dhayet Tolba, Cheabat Henni ; Gahra ; Selmana, Mgueyed, et Mlaga, toute ces localités peuvent contribuer à l'amélioration des conditions de vie et au développement local de cette région via la création des petites entités de transformation et de conditionnement à l'instar de celle de notre cas d'étude, permettant ainsi à la survie d'une population de plus en plus confrontée à la marginalisation et à la disette des postes de travail. En outre, une réduction de la pauvreté suite à l'amélioration des salaires versés.

Après les quelques années d'installation, cette petite entreprise à Messad a réussi en grande partie à atteindre son objectif ; Les résultats enregistrés parlent d'eux-mêmes et témoignent de l'efficacité de cette politique .

A titre d'exemple, on peut citer que, la superficie plantée en arbres fruitiers dépasse largement celle comptabilisée depuis l'indépendance du pays. Plusieurs emplois créés au niveau de cette région, et la superficie agricole irriguée a doublé. Le visage de l'agriculture de cette région est particulièrement changé. Le projet a permis aux agriculteurs d'abricotier et phoeniculteurs de tenir en compte de leurs palmeraies et d'améliorer l'itinéraire technique. En fin, ce type de projet a encouragé les bénéficiaires à faire des investissements induits (Benziouche, 2005) et l'émergence d'une nouvelle catégorie d'agriculteurs capables de relever les défis (Benziouche, 2005).

### La généralisation de cette expérience dans d'autres régions du pays

L'extrapolation est très possible surtout dans les régions qui possèdent les mêmes caractéristiques bio-

climatiques et les mêmes composantes socioéconomiques à condition de garantir des débouchés pour la production prochainement importante, en prenant en considération les contraintes et les obstacles rencontrés durant cette expérience dans une logique de développement durable, qui cherche à promouvoir les capacités de l'homme, exploiter les ressources, et contribuer à créer de la valeur, ce qui va contribuer à échapper de ce mode économique basé sur la rente des hydrocarbures et inciter le secteur privé à renforcer ses capacités de production et d'investissement; et ainsi aider à la motivation des producteurs, et à la recherche de nouveaux créneaux d'investissement et de marchés potentiels pour la commercialisation et la distribution de ces produits .

### -Dimensions et critères pour la mesure de la performance de l'entreprise

D'après notre constatation menée, sur le vécu de l'entreprise étudiée, on a pu enregistrer l'ensemble de critères, qui définissent davantage notre objectif, à savoir les composantes de la performance, de l'entreprise, sa pérennité, son efficacité, la valeur de ses ressources humaines et sa légitimité dans son environnement. Le tableau ci-dessous indique le contenu de ces critères.

**Tableau5:** Critères de performance de l'entreprise. D'après notre constatation

#### 1. Pérennité de l'organisation

- **Qualité du produit :** bonne selon les contrôles officiels effectués périodiquement, ce qui donne l'idée de certaine confiance de l'entreprise en elle-même afin qu'elle continue à fabriquer le produit.

-**Rentabilité financière :** difficile à comptabiliser, apparaît faible, pas assez encourageante, cela peut être expliqué par le fait que l'entreprise est peu expérimentée.

- Compétitivité : à ce niveau du marché, et en l'absence des produits similaires, on ne peut pas parler de degré de compétitivité.

#### 2. Efficacité et économie

-**Économie des ressources :** L'idée de s'implanter dans un lieu proche des régions phoenicicoles donne l'idée de recherche d'une efficacité, et l'utilisation de ces dernières semble relativement économique, charges variables et charges fixes à la fois.

### 3. Valeurs des ressources humaines

- Mobilisation des employés** : les femmes salariées sont moins exigeantes et plus mobilisées, des jeunes filles récemment sortantes de la vie scolaire.
- Climat de travail** : sain dans l'ensemble, basé sur le respect réciproque.
- Rendement des employés** : bon, chiffre d'affaire par salarié : 240000DA
- Développement des employés** : l'inexistence d'un plan de formation ou autre.

### 4. Légitimité de l'organisation auprès des groupes externes

- Satisfaction des bailleurs de fonds** : dans ce cas-là, on parle de l'argent public, offert par l'état sous forme d'un soutien à l'investissement, pas assez souvent contrôlé, mais il semble que l'entreprise détienne une confiance par l'agence d'investissement, et la subdivision de l'agriculture, qui pilotent les projets d'investissement
- **Satisfaction de la clientèle** : d'après nos constatations menées auprès des clients de proximité, la clientèle semble satisfaite.
- **Satisfaction de la communauté** : chaque acteur de la communauté a sa propre vision pour la mission de l'entreprise, en général une attitude de satisfaction qui règne, mais sans que cette attitude soit accompagnée d'encouragement surtout auprès du pouvoir local.

### -Identification du profil de l'entrepreneur

Partant de l'aspect d'un management de proximité évoqué par Torres (2002), qui selon lui l'entrepreneur est proche de ses salariés sans distance hiérarchique ou social, et qui exerce une autorité centralisée voir personnalisé.

Torres, (2002) cite ce qui caractérise ce management à savoir :

- L'absence de décomposition fonctionnelle.
- Forte polyvalence chez le créateur.
- Une forte imbrication entre les décisions prises par l'entrepreneur.
- Un système d'information et de coordination simplifiés, fondé sur la communication orale.
- Une stratégie implicite à court terme : intuition-décision-action.

Un capital de proximité essentiellement relationnel.

- Une clientèle locale.

Donc suite aux observations et aux entretiens menés, nous pouvons retracer quelques traits de cet entrepre-

neur, et de son profil.

#### a) Capital social de l'entrepreneur

Ce capital qui comporte, le capital financier, le capital connaissance et le capital relations, il apparaît que son capital financier est faible, et que son investissement dépend du soutien de l'État accordé en faveur de créateurs d'entreprises dans le cadre du dispositif ANSEJ (l'agence nationale de soutien et de l'emploi des jeunes) et FNRDA (le fonds national de régulation et de développement agricole).

Concernant son capital connaissance il semble que notre entrepreneur valorise un diplôme universitaire, et une expérience professionnelle significative ; alors que son capital relations est faible, quoiqu'il a su profiter de ces anciennes connaissances pour faire démarrer son affaire.

#### b) Mode d'articulation au système économique

Ce genre d'entrepreneuriat est témoin de l'importance du soutien institutionnel, et du résultat de la politique économique de l'État dans cette phase de transition en faveur de l'entrepreneuriat et la création d'entreprises.

#### c) Mesures de politique économique

Cette politique est mise en œuvre par un ensemble d'aides et de soutien à travers des fonds spéciaux créés par l'argent public pour permettre aux jeunes diplômés, de créer leur propre emploi.

#### d) L'âge de l'entrepreneur

Notre entrepreneur est âgé de 40ans, l'âge qui paraît celui de la pleine maturité et activité et aussi de la pleine expérience requise..

#### e) Le genre

Le porteur de l'idée d'entreprendre dans notre cas c'est le reflet du contexte social, c'est un homme témoin de la domination du genre masculin sur le monde des affaires.

#### f) Les principaux mobiles

On peut citer les suivants : son envie d'entreprendre et sa passion de faire valoir un produit local, afin d'être le propre patron de son affaire et de saisir cette opportunité.

#### g) Niveau d'études

Notre entrepreneur dispose d'un niveau d'études supérieur, il est de formation technique.

#### h) La profession antérieure

Pendant quelques années après qu'il a terminé ses

études, notre entrepreneur rejoint la fonction publique, pour une courte durée avant d'adhérer à une entreprise publique, mais cela n'a pas duré longtemps à cause de la politique des restructurations économiques et la dissolution des entreprises locales.

#### **i) Les qualités du dirigeant**

On peut citer, d'après ce qu'on a pu constater lors de nos contacts avec l'entrepreneur d'une part et les salariés d'autre part que ce qui marque de plus les qualités du dirigeant sont surtout, la persévérance et l'attachement au projet.

#### **j) Son discours**

Il adopte un discours clair, que ce soit avec les acteurs de l'environnement ou à l'intérieur de l'entreprise, mais parfois il lui manque la force de convaincre les autres par manque d'un propre engagement financier.

#### **k) investissement envisagé.**

Pour le moment il lui manque les fonds propres pour y penser, mais cela n'empêche pas qu'il a une volonté de chercher d'autres sources de financement, tel que le cofinancement, ou à nouveau déposer un dossier de soutien complémentaire.

### **-Le type d'entrepreneur**

Malgré l'esprit d'innovation et l'envie d'entreprendre senti dans son discours, il peut être qualifié comme un entrepreneur de proximité où il n'a pas pu s'engager dans son projet que par des capitaux propres très limités, et que l'aspect proximité est très présent dans le vécu de l'entreprise.

Son capital financier est constitué essentiellement des aides accordés par deux dispositifs, un crédit allégé de l'agence Nationale pour l'emploi des jeunes, et du soutien financier accordé dans le cadre du fond de développement agricole.

Son capital connaissance, est non négligeable, où il dispose d'un niveau d'étude appréciable, tandis que son capital relations est de faible envergure.

### **-L'environnement local et ses caractéristiques:**

La principale lacune inhérente à notre entrepreneur, peut avant tout être liée à son incompetence en matière de gestion, également sur le plan humain, il devient entrepreneur pour la première fois dans sa vie, dans un entourage habitué à l'entreprise public et à l'entrepreneur public, donc ce qui caractérise l'environnement local c'est l'absence d'un héritage entrepreneurial local, mais aussi l'existence de contraintes

liées au développement économique et social de la région qui sont, elles aussi, importantes et nombreuses. Elles sont d'ordre physique, démographique et économique. Bien que la région renferme d'importantes potentialités et ressources diversifiées (physiques, naturelles,...) dont la mise en valeur favoriserait, d'une manière certaine, son développement économique et social, et peut marquer le lancement d'un entrepreneuriat privé.

Concernant l'environnement lointain, on peut constater, la prudente intégration de la population locale dans les différents dispositifs de l'état, le fort taux de chômage, et l'absence d'organisation du marché de la matière première.

### **7- Conclusion**

En partant des paramètres de la durabilité agricole, à savoir entre autre, la valorisation des potentialités agroalimentaires disponibles, notre travail s'inscrit dans le cadre de la compréhension de la réalité d'une petite entreprise valorisant un produit de terroir : la confiture de dattes.

D'après notre étude, et en lecture de ce qui a été obtenu, on a pu constater que l'entreprise confirme l'approche de proximité, comme étant « une organisation centralisée, faiblement spécialisée, dotée de systèmes d'information interne et externe simples et privilégiant des stratégies intuitives et peu formalisées » (Torres 2002); et qu'elle est encore dans une phase fragile et sensible en matière de commercialisation, et de construction d'image, chose qui peut menacer son maintien et son développement sur les marchés limitrophes.

Considérée comme étant un acteur nouveau (absence d'une culture entrepreneurial de transformation et de conditionnement), l'entreprise trouve des difficultés pour s'y adapter, vu l'inexistence d'une politique de coopération agricole, l'absence de structures d'accompagnement et d'encadrement, ce qui empêchent les producteurs de s'organiser, et de créer des unités de transformation,

Quant au créateur de l'entreprise, il est entouré d'un environnement local non encore adapté à ce genre d'entrepreneuriat. Ce dirigeant porteur de projet, issu du milieu universitaire se caractérise par un esprit d'innovation, et d'une envie d'entreprendre. Il vient de fabriquer et commercialiser un produit nouveau où il a créé son propre emploi et fait travailler d'autres, malgré son faible engagement en matière d'investissement en capitaux propres.

Néanmoins, ce genre d'entrepreneuriat peut contribuer à la valorisation des dattes à faible valeur marchande et à améliorer les conditions de vie de la population locale, permettant ainsi, un développement local durable.

En conclusion, on peut constater, malgré l'effort étatique en matière de développement agricole, l'absence d'une vision claire chez les différents acteurs locaux afin de faire valoriser le potentiel agroalimentaire, et que l'esprit d'entreprendre d'un côté et la politique d'encouragement et d'accompagnement de cet entrepreneuriat naissant d'autre côté, peuvent constituer la clé de voute pour faire valoriser les produits locaux et de s'inscrire dans une logique de durabilité agricole.

### Références bibliographiques

- Amrani R., 2001.** Les perspectives d'innovation dans la région MEDA, programme Euromed innovation et technologie, publication MEDIBTIKAR et l'union européen, 2001
- Ayad&Lakhdari.** Le défi des organisations des organisations professionnelles dans l'accompagnement des PME algériennes. 1ère rencontre internationale sur : L'innovation et le changement organisationnel dans les organisations modernes. R.I.C.O.I, les 12 et 13 mai 2010. Université de Blida
- Bedrani, S. 2002.** Développement et politiques agroalimentaires dans la région méditerranéenne. Rapport annuel 2002 sur l'Algérie. Rapport disponible sur le site du CIHEAM-IAM (Montpellier). <http://www.medobs.org/panorama/defrapp.htm>
- Bedrani,S. Chehat, F.Ababsa, S.2001.** L'agriculture algérienne en 2000. Prospectives Agricoles.2001, v1, n°1, P13-51.
- Bencharif, A.2003.** Management stratégique. Cours de management stratégique CIHEAM – IAM (Montpellier).
- Benziouche S.E., 2000.** Analyse de la filière datte en Algérie, étude de cas des daïras de Djamaa et Mghaer. Mémoire de magister en Sciences Agronomiques, option Développement Rural, INA, Alger.
- Benziouche S.E et Chehat F, 2010.** La conduite du palmier dattier dans les palmeraies des Zibans; (Algérie) Quelques éléments d'analyse. Revue EJSR N°42 2010,
- Benziouche S.E., 2012.** L'analyse de la filière datte en Algérie ; Constats et perspectives de développement. Etude de cas la daïra de Tolga. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. ENSA El-Harache- Alger.
- Benziouche S.E., 2014.** Le conditionnement des dattes en Algérie Constats et perspectives. Revue RoaIktissadia, N° 4 ; Univ El-Oued, <http://www.univ-eloued.dz/roa/>
- Benziouche S.E., 2018.** The trajectory of evolution of the date palm chain in the Ziban region (Algeria), situation and prospects.» Oral Communication in Sixth International Date Palm Conférence.19 - 21 March, 2018 Abu Dhabi, United Arab Emirates.
- Benziouche S.E et Cheriet F, 2012.** Structures et contraintes de la filière dattes en Algérie. Revue New Médit, n°4
- Benziouche S.E, Abdelaoui I., 2016.** Rôle de la consommation dans la valorisation des produits de terroirs, cas de la DegletNourTolga. In : Workshop international sur la durabilité des systèmes de production phoenicicoles en Algérie, université de Biskra.
- Bulletin d'information statistique de la PME n°31,** Ministère d'Industrie et des Mines algérien 2017.
- Bouguedoura N., Bennaceur M., Babahani S., Benziouche SE., 2015.** Date palm status and perspective in Algeria. ChaptIn: Al-Khayri JM, Jain SM, Johnson DV, eds. Date Palm Genetic Resources and Utilization. Vol 1: Africa and the Americas. Germany:Springer, pp 125–168.
- Boukella M. (1998).** Restructuration industrielle et développement des industries agroalimentaires en Algérie. Cahiers du CREAD, n° 45, p. 51-72.
- Boutillier, S., Uzunidis, D. 1995.** L'entrepreneur. Editions Economica, gestion poche. Paris.
- Chelil A & Ayad SA. PME en Algérie: réalités & perspectives.** Université de Tlemcen. Document en ligne file:///C:/Users/sel/Downloads/Documents/CHELIL%20Abdelatif.pdf
- Ferrier O. 2002.** Les petites entreprises. Editions DeBoeck. Bruxelles
- Julien & Marchesnay 1992.** Des procédures aux processus stratégiques dans les PME. Piccola Empresa n°2, 1992
- Julien & Marchesnay 2003.** La petite entreprise : sortir de l'ignorance, Revue française de gestion Lavoisier 2003/3, n°144, p.107-118
- Meier & Pacitto 2007.** Le retour de l'acteur ou les « bonnes raisons » du comportement des dirigeants des très petites entreprises, Actes du 5ème congrès international de l'Académie de l'entrepreneuriat, Sherbrooke, 2007.

**Melbouci L.** Les PME algérienne: un essai d'analyse par les ressources. Faculté des sciences économiques. Université de Bejaia. Document en ligne :file:///C:/Users/sel/Downloads/Documents/Melbouci3.pdf

**Pendelieu.G.** 1997. Le profil du créateur d'entreprise. Editions l'Harmattan. Paris

**Torres, O.**1998. PME de nouvelles approches. Paris. Editions Economica.

**Torres, O.**1999. Les PME. Editions Flammarion. Paris

**Torres, 2002.** Essai de conceptualisation proxémique de la petitesse des entreprises. Actes du 6ème congrès international francophones PME. Montréal 2002.

**Touzi. A.** 2004. les dattes et la transformation technologique. Document sur ligne <http://sidab.caci.dz/wp-content/uploads/2015/04/Transformation-de-la-datte.pdf>

**Ulrich.M.**2013. valorisation des dattes non comestibles en Algérie. Symposium « valorisation des fruits dans les boissons »

**Uzunidis, D, S.Boutillier.** 2002. L'entrepreneur socialisé : traits actuels du créateur d'une petite entreprise. Organisations et territoires. 2002 printemps-été, p1-9

**Ziar.N.** 2002. La place des PME dans une économie de transition : le cas de l'Algérie. Université d'Oran 2002. [En ligne]. Disponible sur Internet. <http://www.univ-paris12.fr/www/labos/gratice/Ziar.doc>